

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۱ گزینه ۱ نادرست است. بر اساس فیزیک کلاسیک شدت نور با مربع دامنه میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است. سایر گزینه‌ها درست هستند.

۲ گزینه ۲ اینشتین در نظریه فوتوالکتریک خود باتوجه به کارهای قبلی پلانک در زمینه تابش گرمایی اجسام، توانست فوتوالکتریک را توجیه کند.

۳ گزینه ۳ چون طولموج فوتون تابیده شده کوچک‌تر از طولموج آستانه کلاهیک برق‌نما است، بنابراین بسامد نور تابیده‌شده بزرگتر از بسامد آستانه کلاهیک برق‌نما است و لذا پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. با وقوع پدیده فوتوالکتریک، الکترون‌هایی از برق‌نما جدا شده و مقدار بار مثبت برق‌نما افزایش می‌یابد. پس انحراف ورقه‌های برق‌نما زیاد می‌شود و ورقه‌ها از هم دور می‌شوند.

۴ گزینه ۲ با استفاده از رابطه پلانک می‌توانیم تعداد فوتون‌های جذب شده توسط محیط را به‌دست آوریم.

$$E = nhf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E = nh \frac{c}{\lambda} \xrightarrow{\substack{E = 6.0 \text{ J} \\ \lambda = 0.66 \times 10^{-6} \text{ m}}} 6.0 = n \times 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{0.66 \times 10^{-6}} \Rightarrow n = \frac{6.0 \times 0.66 \times 10^{-6}}{3 \times 10^8 \times 6.6 \times 10^{-34}} \Rightarrow n = 2 \times 10^{20} \text{ فوتون}$$

۵ گزینه ۴ انرژی پرتو B بیش‌تر از انرژی پرتو A است؛ بنابراین طولموج پرتو B کم‌تر از طولموج پرتو A است. پس داریم:

$$\begin{aligned} \lambda_A - \lambda_B &= 3.0 \text{ nm} = 3 \times 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \lambda_A = \lambda_B + 3 \times 10^{-9} \text{ m} \\ E &= hf = h \frac{c}{\lambda} \rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \rightarrow 6 = \frac{\lambda_B + 3 \times 10^{-9}}{\lambda_B} \\ f &= \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f_B = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-9}} = \frac{1}{2} \times 10^{16} \text{ Hz} = 5 \times 10^{15} \text{ Hz} \Rightarrow \lambda_B = \frac{c}{f_B} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{15}} = 6 \times 10^{-8} \text{ m} \end{aligned}$$

۶ گزینه ۳

$$\begin{aligned} E_B &= 5E_A \Rightarrow \frac{hc}{\mu_B} = 5 \frac{hc}{\mu_A} \Rightarrow \mu_A = 5\mu_B \quad (*) \\ \mu_A - \mu_B &= 4.0 \text{ nm} \xrightarrow{(*)} 5\mu_B - \mu_B = 4.0 \Rightarrow \mu_B = 1.0 \text{ nm}, \mu_A = 5.0 \text{ nm} \end{aligned}$$

برای محاسبه بسامد پرتوی B ، می‌توان نوشت:

$$f_B = \frac{c}{\mu_B} = \frac{3 \times 10^8}{1.0 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{17} \text{ Hz}$$

۷ گزینه ۲ پدیده فوتوالکتریک زمانی رخ می‌دهد که انرژی فوتون تابیده شده به سطح فلز (تابع کار فلز) باشد. انرژی فوتون‌های تابیده شده به سطح فلزها برابر است با:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{238 \text{ nm}} \Rightarrow E = 5 \text{ eV}$$

با مقایسه انرژی فوتون‌های تابیده شده به سطح فلزها، داریم:

$$5 < 6 \Rightarrow E < W_A \Rightarrow \text{پدیده فوتو الکتریک رخ نمی‌دهد.}$$

$$5 < 4.8 \Rightarrow E \geq W_B \Rightarrow \text{پدیده فوتو الکتریک رخ می‌دهد.}$$

$$5 < 4.2 \Rightarrow E \geq W_C \Rightarrow \text{پدیده فوتو الکتریک رخ می‌دهد.}$$

۸ گزینه ۱ با استفاده از معادله فوتوالکتریک داریم:

$$K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow \frac{K'_{\max}}{K_{\max}} = \frac{hf' - W_0}{hf - W_0} \Rightarrow \frac{K'_{\max}}{K_{\max}} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 2 \times 2 \times 10^8 - 4}{4 \times 10^{-15} \times 2 \times 10^8 - 4} \Rightarrow \frac{K'_{\max}}{K_{\max}} = 3$$

۹ گزینه ۳ با استفاده از معادله فوتوالکتریک و نمودار، داریم:

$$\begin{aligned} K_{\max} &= hf - W_0 \Rightarrow 14 = 4 \times 10^{-15} \times 6 \times 10^{15} - W_0 \Rightarrow W_0 = 1 \text{ eV} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = 1 \Rightarrow \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{\lambda_0} = 1 \Rightarrow \lambda_0 = 120 \times 10^{-9} \text{ m} \\ &= 120 \text{ nm} \end{aligned}$$

۱۰ گزینه ۱ در رشته بالمر ($n' = 2$)، به‌ازای $n = 3$ ، بیشترین طولموج و کمترین بسامد و به‌ازای $n = \infty$ ، کمترین طولموج و بیشترین بسامد رخ می‌دهد.

فیزیک دوازدهم فصل چهار

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

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{4} - 0 \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{R} \Rightarrow f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{\min}} = \frac{c}{\frac{4}{R}} \Rightarrow f_{\max} = \frac{c \cdot R}{4}$$

بنابراین:

$$(\lambda_{\max})(f_{\max}) = \frac{36}{5R} \times \frac{c \cdot R}{4} = \frac{9}{5}c$$

۱۱ گزینه ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

افزایش شدت نور پرتو فرودی وقتی که پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد، فقط سبب افزایش تعداد فوتوالکترئون‌ها می‌شود. در حالی که انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌ها تغییر نمی‌کند.

۱۲ گزینه ۲ انرژی هر فوتون:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.4 \times 10^{-34} J \cdot s)(3 \times 10^8 \frac{m}{s})}{300nm} = \frac{1.92 \times 10^{-25} J \cdot m}{300 \times 10^{-9}m} \Rightarrow E = 6.4 \times 10^{-19} J$$

انرژی کل منبع نور:

$$= P\Delta t = 120(1) = 120J = 120_{\text{ج}}E$$

تعداد فوتون‌ها:

$$n_{\text{فوتون}} = \frac{E_{\text{کل}}}{E} = \frac{120}{6.4 \times 10^{-19}} = 1.875 \times 10^{19} = 1.875 \times 10^{20}$$

۱۳ گزینه ۳ ابتدا توان انرژی ورودی را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow 100 = \frac{P}{\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}} \Rightarrow P = 56.25W$$

انرژی دریافتی:

$$E_{\text{کل}} = P \cdot \Delta t = 56.25 \times (12 \times 60 \times 60) = 2.43 \times 10^6 J \cong 1.5 \times 10^{25} eV \quad (hc = 1240 eV \cdot nm)$$

$$E_{\text{فوتون}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{496} = 2.5 eV$$

$$n = \frac{E_{\text{کل}}}{E_{\text{فوتون}}} = \frac{1.5 \times 10^{25}}{2.5} = 0.6 \times 10^{25} = 6 \times 10^{24} \text{ فوتون}$$

۱۴ گزینه ۲

$$K_{\max} = \frac{50}{100} W_0 = \frac{1}{2} W_0 \Rightarrow W_0 = 2K_{\max}$$

$$K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow K_{\max} = hf - 2K_{\max} \Rightarrow hf = 3K_{\max} \quad (1)$$

اگر تندی بیشینه فوتوالکترئون‌ها ۲ برابر شود، انرژی جنبشی بیشینه آن‌ها ۴ برابر می‌شود، می‌توان نوشت:

$$k'_{\max} = hf' - W_0 \Rightarrow 4K_{\max} = hf' - 2K_{\max} \Rightarrow hf' = 6K_{\max} \quad (2)$$

از تقسیم دو رابطه (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{hf'}{hf} = \frac{6K_{\max}}{3K_{\max}} \Rightarrow \frac{f'}{f} = 2 \Rightarrow f' = 2f$$

۱۵ گزینه ۴ در پدیده فوتوالکتریک، زمانی که فوتوالکترئون‌ها گسیل می‌شوند، افزایش شدت نور پرتو فرودی سبب افزایش تعداد فوتوالکترئون‌های گسیل شده و کاهش طول موج (افزایش بسامد) پرتو نور فرودی سبب افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌های گسیلی می‌شود.

۱۶ گزینه ۲ تمامی گزینه‌ها به‌جز گزینه ۲، از نتایجی هستند که به کمک نظریات فیزیک نوین به‌دست آمده‌اند. اما بر اساس نظریه الکترومغناطیسی ماکسول که یکی از نظریات فیزیک کلاسیک می‌باشد، شدت تابش نور با مربع دامنه میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است. ($I \propto E^2$)

۱۷ گزینه ۴ ابتدا انرژی خروجی (انرژی نور مرئی) لامپ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \rightarrow \frac{10}{100} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{100} \rightarrow P_{\text{خروجی}} = 10W$$

$$E_{\text{خروجی}} = P_{\text{خروجی}} \times t = 10 \times 1 = 10J$$

انرژی خروجی نور با طول موج $\lambda = 540nm$ برابر است با:

$$E_{\lambda} = E \times 0.01 = 10 \times 0.01 = 0.1J$$

باید شدت تابشی نور لامپ در نقطه‌ای که شخص قرار دارد با شدت تابشی که به مردمک چشم ناظر می‌رسد، برابر باشد:

$$I_{\text{مردمک}} = I_{\text{در نقطه}} \Rightarrow \frac{E_{\text{مردمک}}}{A_{\text{مردمک}} \times t} = \frac{E\lambda}{4\pi r^2 t}$$

$$\Rightarrow \frac{E_{\text{مردمک}}}{\pi(10^{-3})^2} = \frac{0.1}{4\pi(100)^2} \Rightarrow E_{\text{مردمک}} = \frac{10^{-5}}{4} \times 10^{-6} = \frac{10^{-11}}{4} \text{ J}$$

تعداد فوتون‌های رسیده به مردمک هر چشم شخص برابر است با:

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow \frac{10^{-11}}{4} = n \times \frac{6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{540 \times 10^{-9}} \Rightarrow n = 7.5 \times 10^6$$

۱۸ گزینه ۱ ابتدا انرژی هر فوتون را برحسب طول موج آن می‌نویسیم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} = 2 \\ E_2 = \frac{hc}{\lambda_2} = 3 \end{cases}$$

انرژی فوتون با طول موج $\lambda_1 + \lambda_2$ برابر است با:

$$E = \frac{hc}{\lambda_1 + \lambda_2} \Rightarrow \frac{1}{E} = \frac{\lambda_1}{hc} + \frac{\lambda_2}{hc} = \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \Rightarrow E = \frac{6}{5} \text{ eV} = 1.2 \text{ eV}$$

۱۹ گزینه ۴ ابتدا توان باریکه نور خروجی از لیزر را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{P_{\text{ورودی}}}{\text{بازده}} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 20 \times \frac{0.5}{100} = 0.1 \text{ W}$$

حال انرژی خروجی از لیزر را در مدت ۱ min به‌دست می‌آوریم:

$$E = P \cdot t = 0.1 \times 60 = 6 \text{ J}$$

اکنون با استفاده از رابطه $E = nhf$ تعداد فوتون‌های گسیل‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$E = nhf = n \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 6 = n \times \frac{(1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}) \times (1.6 \times 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}})}{620 \text{ nm}} \Rightarrow n = 1.875 \times 10^{19}$$

دقت شود که چون انرژی بر حسب ژول و طوج موج بر حسب نانومتر است، باید hc را نیز بر حسب $J \cdot \text{nm}$ بنویسیم.

۲۰ گزینه ۲ از رابطه $I = \frac{P}{A}$ ، توان نور تابیده شده را به‌دست می‌آوریم:

$$P = I \cdot A = 1.5 \times 400 \times 10^{-4} = 0.06 \text{ W}$$

از رابطه $P = \frac{E}{t}$ انرژی پرتوهای تابیده شده به صفحه را به‌دست می‌آوریم:

$$E = P \cdot t = 0.06 \times 60 = 3.6 \text{ J}$$

انرژی به‌دست آمده را به الکترون ولت تبدیل می‌کنیم:

$$E = 3.6 \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} \Rightarrow E = \frac{9}{4} \times 10^{19} \text{ eV}$$

به کمک روابط $E = nhf$ و $f = \frac{c}{\lambda}$ تعداد فوتون‌های تابیده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$E = nhf \Rightarrow E = n \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{9}{4} \times 10^{19} \text{ eV} = n \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{496 \text{ nm}} \Rightarrow n = 9 \times 10^{18}$$

۲۱ گزینه ۲ ابتدا توان خروجی لامپ را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{P_{\text{ورودی}}}{\text{بازده}} \Rightarrow \frac{15}{100} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{80} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 12 \text{ W}$$

سپس به کمک رابطه توان، انرژی خروجی فوتون‌ها را محاسبه کرده و آن را بر حسب eV نیز به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow 12 = \frac{E}{60} \Rightarrow E = 720 \text{ J} = \frac{720}{1.6 \times 10^{-19}} = 45 \times 10^{20} \text{ eV}$$

در نهایت از رابطه انرژی فوتون‌ها داریم:

$$E = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow 45 \times 10^{20} \text{ eV} = \frac{n \times 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{496 \text{ nm}} \Rightarrow n = \frac{45 \times 10^{20}}{2.5} = 1.8 \times 10^{21}$$

۲۲ گزینه ۲

انرژی یک پرتو با عبور از محیط‌های مختلف تغییر نمی‌کند. داریم:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\frac{v_{\text{آب}}}{c} = \frac{n_{\text{خلاء}}}{n_{\text{آب}}} = \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow v_{\text{آب}} = \frac{3}{4}c$$

$$\frac{v_{\text{شیشه}}}{c} = \frac{n_{\text{خلاء}}}{n_{\text{شیشه}}} = \frac{1}{\frac{3}{2}} \Rightarrow v_{\text{شیشه}} = \frac{2}{3}c$$

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{hv_{\text{آب}}}{E} - \frac{hv_{\text{شیشه}}}{E} \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{h}{E}(v_{\text{آب}} - v_{\text{شیشه}}) = \frac{h}{E}(\frac{3}{4}c - \frac{2}{3}c) = \frac{h}{E}(\frac{1}{12}c) \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{hc}{12E} \Rightarrow 1.0 \times 10^{-9}$$

$$= \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{12 \times E} \Rightarrow E = \frac{12 \times 10^{-7}}{12 \times 10^8} = 1.0 \text{ eV}$$

۲۳ گزینه ۴

با ترکیب فرمول $E = nhf$ و $P = \frac{E}{t}$ داریم:

$$E = P \cdot t = nhf \Rightarrow n = \frac{P \cdot t}{hf} = \frac{44 \times 2 \times 60}{6.6 \times 10^{-34} \times 50 \times 10^{12}} = 16 \times 10^{22}$$

۲۴ گزینه ۴

ابتدا رابطه شدت تابشی را می‌نویسیم و با استفاده از فرمول توان و انرژی فوتون‌ها خواهیم داشت:

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow{P = \frac{E}{t}} I = \frac{E}{A \cdot t} \xrightarrow{E = \frac{nhc}{\lambda}} E = \frac{nhc}{\lambda A \cdot t} \Rightarrow n = \frac{I \times A \times t \times \lambda}{hc} = \frac{320 \times 1 \times 1 \times 620 \text{ nm}}{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}} = \frac{320 \text{ J} \times 620 \text{ nm}}{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}} = \frac{160 \text{ J}}{\text{eV}}$$

$$= \frac{160 \text{ J}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} = 10^{21}$$

۲۵ گزینه ۴ انرژی هر فوتون (هر کوانتوم انرژی) از رابطه $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$ محاسبه می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1239 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{3 \times 10^{-9} \text{ eV}} = 413 \times 10^{-9} \text{ nm} = 413 \text{ nm}$$

با توجه به عدد به دست آمده برای λ ، این موج در ناحیه امواج رادیویی قرار دارد.

۲۶ گزینه ۲ می‌دانیم که می‌توان تعداد فوتون‌های گسیلی در مدت زمان t را برای لامپی با توان P به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$P \cdot t = nhf \rightarrow n = \frac{P \cdot t}{h \cdot f}$$

حال اگر توان لامپ‌ها ثابت یا یکسان باشد، در مدت زمان یکسان t ، تعداد فوتون‌های گسیلی با بسامد نور گسیلی نسبت عکس دارد. یعنی:

$$n = \frac{P \cdot t}{hf} \xrightarrow[\text{یکسان } t]{\text{یکسان } P} \frac{n_2}{n_1} = \frac{f_1}{f_2}$$

در اینجا که لامپ با نور گسیلی آبی، با لامپی که دارای نور گسیلی نارنجی است، جایگزین شده. با توجه به اینکه بسامد نور نارنجی کمتر از آبی است، تعداد فوتون‌های گسیلی آن نسبت به نور آبی افزایش می‌یابد: یعنی $n_2 > n_1 \leftarrow f_2 < f_1$
از طرفی چون انرژی هر فوتون وابسته به بسامد نور گسیلی است:

$$\begin{cases} f_2 < f_1 \\ E_2 < E_1 \end{cases}$$

۲۷ گزینه ۴ هر دو لامپ پرتوهای آبی گسیل می‌کنند پس فوتون‌های آن‌ها هم‌انرژی هستند. ($hf_1 = hf_2$)

* روشنایی هر لامپ به کل انرژی خروجی از لامپ بستگی دارد:

$$E = n(hf)$$

همانگونه که مشاهده می‌شود روشنایی هر لامپ به ۲ عامل بستگی دارد:

(۱) تعداد فوتون‌ها (n) (۲) بسامد هر فوتون

$$E = Pt = nhf \xrightarrow[\text{هر دو آبی هستند } f_2=f_1]{\text{در یک زمانی یکسان } t_2=t_1} \frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{P_2 > P_1} n_2 > n_1 \xrightarrow[\text{در یک زمانی یکسان } t_2=t_1]{hf_1=hf_2} E_2 > E_1$$

$\Rightarrow$ (لامپ ۲ دارای روشنایی بیشتر خواهد بود)

۲۸ گزینه ۱ می‌دانیم اعداد مربوط به هر لامپ، ولتاژ اسمی و توان اسمی آن‌ها را نشان می‌دهد. به کمک این اعداد مقاومت اهمی هر لامپ را می‌یابیم:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$\rightarrow R = \frac{V^2}{P} \Rightarrow \begin{cases} R_1 = \frac{110^2}{100} \\ R_2 = \frac{220^2}{200} \end{cases} \xrightarrow{\text{جهت مقایسه آن‌ها}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{220^2}{110^2} = \left(\frac{220}{110}\right)^2 \left(\frac{100}{200}\right)$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 4 \times \frac{1}{2} = 2 \rightarrow R_2 = 2R_1$$

دو لامپ به طور متوالی به یکدیگر بسته شده‌اند، بنابراین شدت جریان عبوری از آن‌ها با هم برابر است. بنابراین به راحتی توان مصرفی آن‌ها را با هم می‌توانیم مقایسه کنیم:

$$P = RI^2 \xrightarrow{I_2=I_1} P_2 = 2P_1 \xrightarrow{E=nhf} Pt = nhf \Rightarrow n = \frac{Pt}{hf}$$

$$R_2=2R_1 \quad P=\frac{E}{t}$$

هر دو نور زرد گسیل می‌کنند ($f_2 = f_1$) و هر دو در واحد زمانی $t_2 = t_1 = 1s$ مقایسه شده‌اند. بنابراین تعداد فوتون با توان لامپ رابطه مستقیم دارد:

$$n_2 = 2n_1$$

۲۹ گزینه ۳ ابتدا توان مصرفی لامپ را هنگامی که به ولتاژ $110V$ وصل می‌شود، می‌یابیم:

$$\lambda = 660 \text{ nm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{100} \\ P' = \frac{V'^2}{R} = \frac{110^2}{\frac{220^2}{100}} = 100 \left(\frac{110}{220} \right)^2 = \frac{100}{4} = 25W \end{array} \right.$$

حال به کمک رابطه انرژی فوتون‌ها و رابطه توان داریم:

$$E = Pt = nhf = n \frac{hc}{\lambda} \rightarrow n = \frac{Pt\lambda}{hc} = \frac{\overbrace{25 \times 1 \times 660}^J \overbrace{nm}^{10^{-9}m}}{6.6 \times 10^{-34} J \cdot s \times 3 \times 10^8 m/s}$$

$$\rightarrow n = \frac{25 \times \cancel{660} \times 10^{-9}}{\cancel{6.6} \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = \frac{25}{3} \times 10^{19} \simeq 833 \times 10^{17} \rightarrow n \simeq 833 \times 10^{17}$$

۳۰ گزینه ۳ اگر کل انرژی تابشی تابیده شده به جسم را E در نظر بگیریم:

$$\frac{25}{100} E = 6J \rightarrow E = 24J$$

$$\Rightarrow E = nhf \Rightarrow E = nh \frac{c}{\lambda}$$

$$\rightarrow 24 = n \times 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{6.6 \times 10^{-7}} \rightarrow n = 8 \times 10^{19}$$

توجه کنید که $1A^\circ = 10^{-1}m$ است.

۳۱ گزینه ۱

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4.14 \times 10^{-15} eV \cdot s \times 3 \times 10^8 m/s}{10^{+20} eV}$$

$$\rightarrow \lambda = 12.42 \times 10^{-29} m \rightarrow \lambda = 1.242 \times 10^{-28} m$$

۳۲ گزینه ۱ ابتدا باید به کمک رابطه انرژی فوتون، طول موج این فوتون را محاسبه کنیم تا بتوانیم بفهمیم به کدام رنگ نزدیک‌تر است.

$$E = hf \rightarrow E = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{1240 eV \cdot nm}{1.78 eV} \simeq 696.6 nm$$

* اگر به محدوده طیف‌های مرئی امواج الکترومغناطیسی توجه کنیم:

$$400 nm \leq \lambda \leq 700 nm$$

↓ ↓
بنفش قرمز

* عدد به $700 nm$ بسیار نزدیک است.

۳۳ گزینه ۱ با توجه به رابطه انرژی هر فوتون $\left(E = hf = \frac{hc}{\lambda} \right)$ داریم:

$$E_r = E_1 + E_r \rightarrow \frac{hc}{\lambda_r} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_r} \Rightarrow \frac{\cancel{hc}}{\lambda_r} = \cancel{hc} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_r} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda_r} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_r} \rightarrow \lambda_r = \frac{\lambda_1 \lambda_r}{\lambda_1 + \lambda_r} \rightarrow \lambda_r = \frac{300 \times 600}{300 + 600} = \frac{180000}{900}$$

$$\rightarrow \lambda_r = 200 nm$$

۳۴ گزینه ۳ می دانیم $I = \frac{E}{At}$ شدت تابش و از طرفی هم $nhf = n \frac{hc}{\lambda} = E$ کل فوتون ها، پس داریم:

$$I = \frac{\frac{nhc}{\lambda}}{At} = \frac{nhc}{\lambda At} \Rightarrow 100 = \frac{n \times 1240}{\underbrace{496}_{\lambda} \times \underbrace{0.75 \times 0.75}_A \times \underbrace{\frac{1}{2} \times 24 \times 3600}_{t \text{ یک روز}}} \Rightarrow n = 6 \times 10^{24} \text{ فوتون}$$

۳۵ گزینه ۴ طبق رابطه $E = nhf$ ، برای انرژی پرتوها علاوه بر بسامد تعداد فوتون ها نیز اهمیت دارد. بنابراین اگرچه $(hf)_{\text{قرمز}} > (hf)_{\text{بنفش}}$ است، ولی ممکن است انرژی پرتوهای قرمز بیشتر، مساوی و یا کمتر از پرتوهای بنفش باشد؛ زیرا تعداد فوتون های تابش پرتوها مشخص نیست.

۳۶ گزینه ۴ انرژی فوتون طبق رابطه $E = hf$ وابسته به بسامد فوتون است.

بسامد (f) فقط به چشمه گسیل کننده فوتون ها بستگی دارد.

از ۲ مطلب بالا نتیجه می شود که انرژی وابسته به فوتون تغییر نمی کند.

ثابت $E = hf \Rightarrow f = \text{ثابت}$

طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، چون فوتون مرئی است: $v = \frac{c}{n}$ (ضریب شکست محیط شفاف است) چون: $n_{\text{آب}} > n_{\text{هوا}}$ بنابراین از هوا به آب، n افزایش یافته و داریم:

$$f = \text{ثابت} \begin{cases} \lambda = \frac{v}{f} \\ v = \frac{c}{n} \Rightarrow v \downarrow \end{cases} \Rightarrow \lambda \downarrow$$

۳۷ گزینه ۴ با جایگذاری $E = n \frac{hc}{\lambda}$ در رابطه توان $P = \frac{E}{t}$ داریم:

$$P = \frac{\frac{nhc}{\lambda}}{t} = \frac{nhc}{t\lambda}$$

توجه کنیم که وقتی واحد توان (W) وات است باید واحد انرژی ژول (J) باشد. پس در این تست که واحد ضریب پلانک (h) بر حسب $eV \cdot s$ است باید آن را با ضرب کردن در c تبدیل کنیم.

$$60 \times 10^{-3} = \frac{n \times 4 \times 10^{-15} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^8}{1 \times 600 \times 10^{-9}} \Rightarrow n = 1.875 \times 10^{17} \text{ فوتون}$$

۳۸ گزینه ۴

$$\text{توان } P = \frac{E}{t} \xrightarrow{E=nhf=\frac{nhc}{\lambda} \text{ امواج الکترومغناطیسی}} P = \frac{nhc}{\lambda t} = \frac{6 \times 10^{21} \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9} \times 18} \rightarrow P = 100W$$

۳۹ گزینه ۲

$$\text{شدت تابش} \begin{cases} I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} = \frac{4.2 \times 10^3}{0.12 \times 60} = 1000 \frac{W}{m^2} \\ A = 4\pi r^2 = 4 \times 3 \times (0.1)^2 = 0.12 m^2 \end{cases}$$

۴۰ گزینه ۳ طیف حاصل از رشته داغ یک لامپ روشن، طیف گسیلی پیوسته (طیف پیوسته) و طیف حاصل از گاز کم فشار و رقیق، طیف گسیلی خطی (طیف خطی) است.

۴۱ گزینه ۴ عبارت گزینه ۴، نادرست است. چون فقط چهار خط از رشته بالمر ($n' = 2$) در ناحیه مرئی قرار دارد.

۴۲ گزینه ۲ فقط مورد د، نادرست است. در طیف گسیلی خطی، شدت نور خط ها یکسان نیست.

۴۳ گزینه ۱ می دانیم در هر رشته، کوتاه ترین طول موج به ازای $n = \infty$ و بلندترین طول موج به ازای $n = n' + 1$ به دست می آید.

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

$$\text{کوتاه ترین طول موج رشته بالمر} : \frac{1}{(\lambda_{\min})_{\text{بالمر}}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{R}{4} \Rightarrow (\lambda_{\min})_{\text{بالمر}} = \frac{4}{R} = 400nm$$

$$\text{بلندترین طول موج رشته لیمان} : \frac{1}{(\lambda_{\max})_{\text{لیمان}}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = R \left(\frac{3}{4} \right) \Rightarrow (\lambda_{\max})_{\text{لیمان}} = \frac{4}{3R} = \frac{400}{3}nm$$

دقت کنید کوتاه ترین طول موج سری بالمر از بلندترین طول موج سری لیمان، بلندتر است، یعنی گزینه های (۳) و (۴) رد می شوند، بنابراین:

$$(\lambda_{\min})_{\text{بالمر}} - (\lambda_{\max})_{\text{لیمان}} = 400 - \frac{400}{3} = \frac{800}{3}nm$$

۴۴ گزینه ۴ گستره طول موج های هر رشته، اختلاف بلندترین طول موج گسیلی از آن رشته از کوتاه ترین طول موج گسیلی از آن رشته پاشن ($n' = 3$) بلندترین طول موج به ازای $n = 4$ و کوتاه ترین طول موج به ازای $n = \infty$ حاصل می شود. داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{144}{R}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{9}{R} \Rightarrow \Delta \lambda_{\text{پاشن}} = \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{144}{7R} - \frac{9}{R} = \frac{81}{7R}$$

برای رشته بالمر ($n' = 2$)، بلندترین طول موج به ازای $n = 3$ و کوتاه ترین طول موج به ازای $n = \infty$ حاصل می شود. داریم:

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

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{R} \Rightarrow \Delta \lambda_{\text{بالمر}} = \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{36}{5R} - \frac{4}{R} = \frac{16}{5R}$$

در نتیجه:

$$\frac{\Delta \lambda_{\text{پاشن}}}{\Delta \lambda_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{81}{7R}}{\frac{16}{5R}} = \frac{405}{112}$$

۴۵ گزینه ۱ با توجه به معادله ریدبرگ، گستره طول موج اختلاف بلندترین طول موج و کوتاه ترین طول موج تابشی در هر رشته یا سری است. پس گستره طول موج برای رشته لیمان ($n' = 1$) با جایگذاری $n = \infty$ و $n = 2$ در معادله ریدبرگ به دست می آید و برای رشته بالمر ($n' = 2$) با استفاده از $n = \infty$ و $n = 3$ این گستره به دست می آید.

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

$$\text{رشته لیمان } (n' = 1) \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{4}{3R} \\ \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{1}{R} \end{cases}$$

$$\Delta \lambda = \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{4}{3R} - \frac{1}{R} = \frac{1}{3R} (nm)$$

$$\text{رشته بالمر } (n' = 2) \begin{cases} \frac{1}{\lambda'_{\max}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \Rightarrow \lambda'_{\max} = \frac{36}{5R} \\ \frac{1}{\lambda'_{\min}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda'_{\min} = \frac{4}{R} \end{cases}$$

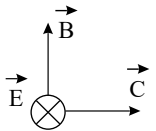
$$\Delta \lambda' = \lambda'_{\max} - \lambda'_{\min} = \frac{36}{5R} - \frac{4}{R} = \frac{36 - 20}{5R} \Rightarrow \Delta \lambda' = \frac{16}{5R}$$

$$\frac{\Delta \lambda'}{\Delta \lambda} = \frac{\frac{16}{5R}}{\frac{1}{3R}} \Rightarrow \frac{\Delta \lambda'}{\Delta \lambda} = \frac{48}{5}$$

۴۶ گزینه ۳ طبق رابطه ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.1 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda = 112.5 nm$$

حال اگر چهار انگشت دست راست در جهت میدان الکتریکی (در اینجا طرف شمال) به گونه ای قرار گیرد که بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود (در اینجا به طرف بالا)، در این صورت انگشت شست جهت انتشار موج را نمایش می دهد که در اینجا به طرف شرق خواهد بود.



۴۷ گزینه ۲ وقتی الکترون در تراز $n = 3$ قرار دارد، برای بلندترین طول موج موجب $n' = 2$ و برای کوتاه ترین طول موج $n' = 1$ است.

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

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

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{8R}{9} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{9}{8R}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{36}{5R}}{\frac{9}{8R}} \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{8 \times 36R}{9 \times 5R} \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{32}{5}$$

۴۸ گزینه ۳ بزرگ‌ترین طول موج سری لیمان، مربوط به حالتی است که الکترون از $n = 2$ به $n' = 1$ می‌رود.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{(\lambda_{max})_{\text{لیمان}}} = R\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) = \frac{3R}{4} \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{4}{3R}$$

کوتاه‌ترین طول‌موج سری بالمر، مربوط به حالتی است که الکترون از $n = \infty$ به $n' = 2$ می‌رود.

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

آن‌گاه داریم:

$$\frac{(\lambda_{max})_{\text{لیمان}}}{(\lambda_{min})_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{4}{3R}}{\frac{4}{R}} = \frac{1}{3}$$

۴۹ گزینه ۳ بلندترین طول موج رشته پاشن مربوط به جابه‌جایی الکترون از تراز $n = 4$ به تراز $n' = 3$ است. باتوجه به رابطهٔ ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow[f=\frac{c}{\lambda}]{E=hf} E = \frac{hc}{\lambda} = Rhc\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow[R=0.01(nm)^{-1}=0.01 \times 10^9 m^{-1}, n'=3, n=4]{h=4 \times 10^{-15} eV.s, c=3 \times 10^8 \frac{m}{s}} E = 0.01 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8 \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Rightarrow E = 12 \times \left(\frac{16-9}{16 \times 9}\right) = \frac{7}{12} eV$$

۵۰ گزینه ۴ در اتم هیدروژن در سری لیمان و سری بالمر، امواج گسیلی در ناحیهٔ فرابنفش و مرئی قرار دارند. بنابراین کوتاه‌ترین طول موج گسیلی در اتم هیدروژن در ناحیهٔ فروسرخ در سری پاشن قرار دارد. ($n' = 3, n = \infty$)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = \frac{R}{9} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{R} = \frac{9}{0.01} \Rightarrow \lambda_{min} = 900 nm$$

۵۱ گزینه ۱ - دردهماهای معمولی، بیش‌تر تابش گسیلی از سطح اجسام، در ناحیهٔ فروسرخ طیف قرار دارد.

- طول‌موج‌های مرئی طیف گسیلی خطی از گازهای رقیق، به نوع گاز بستگی دارند.

- بلندترین طول موج رشته پاشن ($n' = 3$) در هیدروژن اتمی برابر با ۷۲۰ نانومتر نیست.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{1600 \times 9}{7} = 2057 nm$$

۵۲ گزینه ۳ می‌دانیم که در رشته بالمر هم طیف فرابنفش و هم طیف مرئی وجود دارد. محدوده طیف مرئی مربوط $6 \leq n' \leq 3$ است که کمترین طول موج مرئی مربوط به $n' = 6$ (بنفش) و بیشترین طول موج مربوط به $n' = 3$ (قرمز) است. بنابراین برای محاسبه کوتاه‌ترین طول موج مرئی رشته بالمر که آن را λ_1 می‌نامیم، داریم:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right) = R\frac{8}{36} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{36}{8R} = \frac{9}{2R}$$

از طرفی کوتاه‌ترین طول موج مربوط به هر رشته به ازای $n' = \infty$ به دست می‌آید که در این‌جا آن را λ_2 نام‌گذاری می‌کنیم.

$$\frac{1}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{4} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{4}{R}$$

پس در نهایت نسبت $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ محاسبه می‌شود:

$$\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{4}{R}}{\frac{9}{2R}} = \frac{8}{9}$$

۵۳ گزینه ۲ هنگامی‌که اتمی فوتون جذب می‌کند، الکترون آن به لایه‌های بالاتر می‌رود و اگر اتم فوتون تابش کند، الکترون آن به لایه‌های پایین‌تر می‌آید. در هر گذار بلندترین طول موج به ازای کمترین اختلاف ممکن بین n و n' و بیشترین طول موج به ازای بیشترین اختلاف ممکن بین n و n' به دست می‌آید.

بلندترین طول موج فوتون قابل جذب توسط اتم در تراز $n = 3$ ، برابر با طول موج فوتون تابشی ناشی از گذار الکترون از تراز $n = 4$ به تراز $n' = 3$ است. مقدار این طول موج برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = R\left(\frac{7}{16 \times 9}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{16 \times 9}{7R}$$

کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی برای تراز $n = 3$ برابر با طول موج فوتون تابشی از $n = 3$ به $n' = 1$ است. مقدار این طول موج برابر است با:

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

نسبت خواسته شده در صورت سؤال برابر است با:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{16 \times 9}{9R}}{\frac{9}{8R}} = \frac{16 \times 8}{9} = \frac{128}{9}$$

۵۴ گزینه ۴ کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی مربوط به گذار از $n = 5$ به $n' = 4$ است و بلندترین طول موج فوتون تابشی مربوط به گذار از $n = 5$ به $n' = 4$ است.

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}\right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{400}{9R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2}\right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{25}{24R}$$

نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{400}{9R}}{\frac{25}{24R}} = \frac{16 \times 24}{9} = \frac{128}{3}$$

۵۵ گزینه ۴ کوتاه‌ترین طول موج، با $n = \infty$ متناظر است. در این صورت با استفاده از معادلهٔ ریذبرگ برای رشته بالمر داریم:

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

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

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow{n=5} \frac{1}{\lambda_{\max}} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R\left(\frac{9}{100}\right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{400}{9R} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I),(II)} \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{400}{9R} - \frac{4}{R} = \frac{364}{9R}$$

۵۶ گزینه ۲ طول موج‌های گسیل هیدروژن از رابطه ریذبرگ $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ به دست می‌آید.

بلندترین طول موج لیمان به ازای $n' = 1$ و $n = 2$ و کوتاه‌ترین طول موج بالمر به ازای $n' = 2$ و $n = \infty$ به دست می‌آید.

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\lambda_1} &= R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) \Rightarrow \lambda_1 = \frac{4}{3R} \\ \frac{1}{\lambda_2} &= R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{4}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{3}$$

۵۷ گزینه ۱ بلندترین طول موج مربوط به هر رشته به ازای $n = n' + 1$ به دست می‌آید.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+1)^2}\right) \Rightarrow \frac{10}{9} = \frac{n'^2 + 2n' + 1 - n'^2}{n'^2(n'+1)^2} \Rightarrow \frac{5}{36} = \frac{2n' + 1}{n'^2(n'+1)^2} \xrightarrow[\text{مخرج کسر اول است}]{\text{صورت کسر نسبت به}} 2n' + 1 = 5$$

$$\Rightarrow 2n' = 4 \Rightarrow n' = 2$$

که $n' = 2$ مربوط به رشتهٔ بالمر است.

۵۸ گزینه ۲ کم‌انرژی‌ترین فوتون بالمر دارای بلندترین طول موج است و هنگامی است که الکترون از $n = 3$ به $n' = 2$ می‌رود.

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

پرانرژی‌ترین فوتون پاشن دارای بلندترین طول موج است و هنگامی است که الکترون از $n = \infty$ به $n' = 3$ می‌رود.

$$\frac{1}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{9} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{9}{R} \Rightarrow \frac{E_{\text{بالمر}}}{E_{\text{پاشن}}} = \frac{\frac{hc}{\lambda_1}}{\frac{hc}{\lambda_2}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{9}{R}}{\frac{36}{5R}} = \frac{9 \times 5}{36} = \frac{5}{4}$$

۵۹ گزینه ۴ با افزایش n به ازای n' معین، طبق رابطه ریذبرگ طول موج کاهش می‌یابد و انرژی فوتون مربوط به آن طبق رابطه $E = \frac{hc}{\lambda}$ افزایش می‌یابد.

۶۰ گزینه ۱ در طیف اتم هیدروژن، همهٔ خطوط رشتهٔ لیمان در ناحیهٔ فرابنفش و تعدادی از خطوط رشتهٔ بالمر در ناحیهٔ نور مرئی قرار دارد.

۶۱ گزینه ۳ طبق متن کتاب درسی معادلهٔ بالمر به صورت $\lambda = \frac{364.56 n^2}{n^2 - 4}$ است که به ازای $n = 3$ ، $n = 4$ ، $n = 5$ و $n = 6$ به ترتیب خط‌های قرمز، آبی، نیلی و بنفش به دست می‌آید.

۶۲ گزینه ۱ با استفاده از معادلهٔ ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow[\text{R}=\infty]{\lambda=72.0nm} \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{100}{720} = \frac{5}{36} \rightarrow \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{5}{36} = \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \rightarrow \begin{cases} n^2 = 9 \\ n'^2 = 4 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 3 \\ n' = 2 \end{cases}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

خط m ام
 $\rightarrow m = n - n' = 3 - 2 = 1$

۶۳ گزینه ۳ با جایگذاری کمترین مقدار برای n در هر رشته، حداکثر مقدار طول موج برای آن رشته (کوتاه‌ترین گذار) به دست می‌آید.

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

$$n' = 1 \quad \frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{4} R \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{4}{3R} = \frac{4}{3 \times 0.01} = \frac{4}{0.03} = \frac{400}{3} nm$$

با جایگذاری بیشترین مقدار برای n در هر رشته، حداقل مقدار طول موج برای آن رشته (بلندترین گذار) به دست می‌آید.

$$n' = 1 \quad n \rightarrow \infty \quad \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = R \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{1}{R} = \frac{1}{0.01} = 100 nm$$

نهایتاً برای محاسبه تفاضل طول موج بیشینه و کمینه داریم:

$$\lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{400}{3} - 100 = \frac{400 - 300}{3} = \frac{100}{3} nm$$

۶۴ گزینه ۱ طبق رابطه $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ ، چون $n' = 2$ می‌باشد، در نتیجه طیف تابشی در محدوده فرابنفش یا مرئی می‌باشد.

در نتیجه طول موج تابشی از طول موج رادیویی (AM) کوتاهتر است.

تمام امواج الکترومغناطیسی، در خلاء دارای تندی برابر می‌باشند، در نتیجه در مدت زمانی مشخص، مسافت یکسانی را طی می‌کنند.

۶۵ گزینه ۳

سومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) دارای مقدار $n = 6$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{3}{12} \right) \Rightarrow \boxed{\lambda = 1200 nm}$$

۶۶ گزینه ۲ با توجه به شکل، برای طول موج قرمز ($n_L = 2, n_U = 3$) و برای طول موج آبی ($n_L = 2, n_U = 4$) است. حال با توجه به رابطه ریدبرگ داریم:

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

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

$$\frac{1}{\lambda_{blue}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{3}{16} R$$

$$\frac{\frac{1}{\lambda_{blue}}}{\frac{1}{\lambda_{red}}} = \frac{\lambda_{red}}{\lambda_{blue}} = \frac{\frac{3}{16}}{\frac{5}{36}} = \frac{27}{20}$$

۶۷ گزینه ۳ هر ۴ عدد داده شده در نامساوی: $400 nm \leq \lambda \leq 700 nm$ قرار می‌گیرند، بنابراین مرئی هستند.

* طول موج‌های مرئی مربوط به رشته بالمر هستند.

* هرچه n_U افزایش یابد، آنگاه λ کاهش می‌یابد؛ بنابراین اعداد مربوط به هر طول موج:

$$\lambda_1 = 410.13 nm \Rightarrow \begin{cases} n_L = 2 \\ n_U = 6 \end{cases} \quad \lambda_3 = 486.1 nm \Rightarrow \begin{cases} n_L = 2 \\ n_U = 4 \end{cases}$$

$$\lambda_2 = 434.0 nm \Rightarrow \begin{cases} n_L = 2 \\ n_U = 5 \end{cases} \quad \lambda_4 = 656.3 nm \Rightarrow \begin{cases} n_L = 2 \\ n_U = 3 \end{cases} \quad \checkmark$$

$n_U > 6$ مربوط به طیف‌های فرابنفش است.

۶۸ گزینه ۱ ابتدا با مقایسه بلندترین طول موج‌های دو رشته در خلأ، بلندترین طول موج رشته بالمر را در آب می‌یابیم:

$$\Rightarrow \begin{cases} n' = 1 \\ n = 2 \end{cases} \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{4} R$$

$$\lambda_{\max} = \frac{4}{3R} \rightarrow \lambda_1 = \frac{4}{3R} \rightarrow \text{بلندترین طول موج لیمان در خلأ}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n' = 2 \\ n = 3 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = \frac{5R}{36} \rightarrow \lambda_2 = \frac{36}{5R} \rightarrow \text{بلندترین طول موج بالمر در خلأ}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

بلندترین طول موج بالمر در آب را λ'_2 نام گذاری می کنیم. در رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ با تغییر محیط یک موج، بسامد (f) آن ثابت است. همچنین با توجه به رابطه ضریب شکست محیط ($n = \frac{c}{v}$)، به جای v در رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، می توانیم عبارت $\frac{c}{n}$ را قرار دهیم. داریم:

$$\lambda = \frac{c}{nf} \Rightarrow \frac{\lambda'_2}{\lambda_{2\text{ خلا}}} = \frac{n_{\text{خلا}}}{n_{\text{آب}}} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} \rightarrow \lambda'_2 = \frac{3}{4} \lambda_2 \Rightarrow \lambda'_2 = \frac{3}{4} \left(\frac{3}{5R} \right) = \frac{27}{5R}$$

$$\frac{\lambda'_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{27}{5R}}{\frac{4}{3R}} = \frac{81}{20} \rightarrow \frac{\lambda'_2}{\lambda_1} = \frac{81}{20}$$

دقت شود که بلندترین طول موج هر رشته به ازای $n = \infty$ به دست می آید.

۶۹ گزینه ۲ می دانیم کمترین بسامد فوتون گسیل شده به ازای بلندترین طول موج فوتون گسیلی است. بیشترین طول موج در سری براکت به ازای گذار بین: $n = 5$ به $n' = 4$ صورت می پذیرد:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{100 \text{ nm}} \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right) \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{4 \times 10^4}{9} \text{ nm} = \frac{4 \times 10^4}{9} \times 10^{-9} \text{ m} = \frac{4 \times 10^{-5}}{9} \text{ m}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{c}{f_{\min}} \rightarrow f_{\min} = \frac{c}{\lambda_{\max}} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{\frac{4 \times 10^{-5}}{9}} = 6.75 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

$$\rightarrow f_{\min} = 6.75 \times 10^{13} \text{ Hz} = 6.75 \times 10^4 \text{ MHz}$$

۷۰ گزینه ۱ کوتاهترین طول موج مربوط به رشته لیمان ($n' = 1$) و برابر کوتاهترین طول موج این رشته است، که به ازای $n = \infty$ به دست می آید. داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} n_L = 1 \\ n_U = \infty \end{array} \right. \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{R}{1} \rightarrow \boxed{\lambda_{\min} = \frac{1}{R}}$$

۷۱ گزینه ۳ کوتاهترین طول موج در ناحیه فروسرخ، مربوط به رشته پاشن است یعنی $n_L = 3$ و در رشته پاشن کوتاهترین طول موج به ازای $n_U = \infty$ به دست می آید:

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

۷۲ گزینه ۲ طبق متن کتاب درسی، به جای n می توانیم از n_U و بالعکس و به جای n' می توانیم از n_L استفاده نماییم و بالعکس.

الکترون، همان طول موج هایی را می تواند جذب کند که می تواند گسیل کند. کوتاهترین طول موج در سری براکت ($n = 4$) وقتی است که الکترون از تراز $n = \infty$ به تراز $n = 4$ گذار کند:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) = 0.1 (nm^{-1}) \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{1600 \text{ nm}} \rightarrow \lambda = 1600 \text{ nm}$$

۷۳ گزینه ۱ باید ببینیم که خط دوم رشته بالمر و خط سوم رشته لیمان در چه گستره ای از طول موج ها قرار دارند:

$$\lambda, f \Rightarrow \text{طیف مرئی است} \Rightarrow \text{خط دوم رشته بالمر}$$

$$\lambda', f' \Rightarrow \text{طیف فرابنفش است} \Rightarrow \text{تمام خطوط رشته لیمان}$$

$$f'_o > f_o, \lambda' < \lambda$$

بنابراین اگر با فوتون های با طول موج مرئی پدیده فوتوالکتریک اتفاق افتاد، حتماً با فوتون های فرابنفش رشته لیمان هم اتفاق خواهد افتاد (λ_o و f_o به ترتیب طول موج آستانه و بسامد آستانه هستند).

۷۴ گزینه ۲ کوتاهترین طول موج فروسرخ مربوط به رشته پاشن و گذار $n' = 3 \rightarrow n = \infty$ و کوتاهترین طول موج فرابنفش مربوط به رشته لیمان با گذار $n' = 1 \rightarrow n = \infty$ است که طبق

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

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda_1 = 900 \text{ nm} \\ \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda_2 = 100 \text{ nm} \end{array} \right\} \Rightarrow \lambda_1 - \lambda_2 = 900 - 100 = 800 \text{ nm}$$

۷۵ گزینه ۳ در هر رشته بلندترین طول موج به ازای $n = n' + 1$ و کوتاهترین طول موج به ازای $n = \infty$ به دست می آید. داریم:

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

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 1)^2} \right) = \frac{(2n' + 1)R}{(n'(n' + 1))^2} \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{n'^2(n' + 1)^2}{(2n' + 1)R} \Rightarrow \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{(n' + 1)^2}{(2n' + 1)^2} = \frac{25}{9}$$

$$\Rightarrow 25(2n' + 1) = 9(n' + 1)^2 \Rightarrow 50n' + 25 = 9n'^2 + 18n' + 9 \Rightarrow 9n'^2 - 32n' - 16 = 0 \Rightarrow n' = -1, 4$$

که فقط $n' = 4$ قابل قبول است.

۷۶ گزینه ۴

نسبت بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج در هر رشته به ترتیب به ازای $n = n' + 1$ و $n = \infty$ به دست می‌آیند. داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 1)^2} \right) = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2} \right) = \frac{11R}{36 \times 25} \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{36 \times 25}{11R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{R}{5^2} = \frac{R}{25} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{25}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{36 \times 25}{11R}}{\frac{25}{R}} = \frac{36}{11}$$

۷۷ گزینه ۱

منظور از بیشترین اختلاف طول موج‌های تابشی در هر رشته، اختلاف بین بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج است که به ترتیب به ازای $n = n' + 1$ و $n = \infty$ به دست می‌آید. داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 1)^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{400} \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{400}{3} nm$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{R}{n'^2} = \frac{1}{100} \times \frac{1}{2^2} \Rightarrow \lambda_{\min} = 100 nm$$

حال اختلاف $\lambda_{\max}$ و $\lambda_{\min}$ را به دست می‌آوریم:

$$\lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{400}{3} - 100 = \frac{100}{3} nm$$

۷۸ گزینه ۳ تنها مورد پ صحیح است.

۷۹ گزینه ۱ در مدل اتمی تامسون اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به‌طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است. الکترون‌ها در نقاط مختلف اتم پراکنده شده‌اند و سهم ناچیزی در جرم اتم دارند. همچنین نتایج این مدل در مورد بسامد تابش‌های گسیل‌شده از اتم با نتایج تجربی سازگار نبود.

۸۰ گزینه ۳ ایرادات الگوی اتمی رادرفورد به صورت زیر است:

(۱) عدم توجیه پایداری الکترون‌ها در مدارهای اتمی و در نتیجه پایداری اتم‌ها

(۲) عدم توجیه طیف گسسته‌ای اتمی

۸۱ گزینه ۳ تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه‌گیری نسبت بار به جرم $\left(\frac{e}{m} \right)$ آن شد.

۸۲ گزینه ۲ رابطه شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن به‌صورت $r_n = a_0 n^2$ می‌باشد که به ازاء $n = 1$ ، مقدار شعاع برابر با $r_1 = a_0$ خواهد شد که آن را شعاع بور براق اتم هیدروژن می‌نامند. بنابراین داریم:

$$\frac{r_4 - r_2}{a_0} = \frac{a_0(4)^2 - a_0(2)^2}{a_0} = 12$$

۸۳ گزینه ۲ شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن برابر است با:

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

با توجه به معادله گسیل فوتون از اتم داریم:

$$E_U = E_L = hf \Rightarrow -\frac{E_R}{n^2} + E_R = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -\frac{13.6}{4} + 13.6 = \frac{13.6}{\lambda} \Rightarrow \lambda \simeq 121.56 nm$$

۸۴ گزینه ۳ مدل بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی متفاوت است.

۸۵ گزینه ۳ ابتدا باید ببینیم الکترون با جذب نور به کدام تراز می‌رود. طبق رابطه بور داریم:

$$hf = E_{nu} - E_{nL} \Rightarrow 4 \times 10^{-15} \times 240 \times 10^{12} = \left(-\frac{13.6}{n^2} \right) - \left(-\frac{13.6}{3^2} \right)$$

$$0.96 = \frac{-13.6}{n^2} + 1.51 \Rightarrow n^2 = 25 \rightarrow n = 5$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

خب می دانیم از مدار $n = 5$ تنها می تواند به ترازهای $n' = 4$ و $n' = 3$ گذار انجام دهد تا در محدوده فروسرخ باشد (تا $n' = 2$ و $n' = 1$ ، فرابنفش و مرئی است).
بنابراین تعداد گذارهای از 5 به 3 و 4 برابر است با:

$$\binom{3}{2} = \frac{3 \times 2}{2} = 3$$

۸۶ گزینه ۲ دقت شود که نظریه نسبیت خاص مربوط به مطالعه پدیده‌ها در سرعت‌های بسیار بالا است (گزینه ۱ نادرست و گزینه ۲ درست است).

الکترون تنها زمانی می‌تواند فوتون گسیل کند که از یک مدار مانا به مدار مانای دیگر برود (گزینه ۳ نادرست است).

طبق رابطه $E = hf$ با تغییر محیط یک موج الکترومغناطیس انرژی آن ثابت می‌ماند زیرا بسامد (f) موج فقط به چشمة موج بستگی دارد.

۸۷ گزینه ۴ در سه گزینه ۱ و ۲ و ۳ درست است. گزینه ۴ غلط است. انرژی لازم جهت برانگیخته شدن الکترون به مدار بالاتر (نه پایین تر).

۸۸ گزینه ۲ می‌دانیم تعداد گذارهای ممکن با انرژی مختلف وقتی الکترون در تراز n واقع است از رابطه $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$ بدست می‌آید. بنابراین کافیت به کمک اطلاعات مسئله مقدار

n را پیدا می‌کنیم.

طبق رابطه بور داریم:

$$hf = E_n - E_{n'} \xrightarrow[n' \rightarrow 1]{\text{به حالت پایه رسیده}} \frac{hc}{\lambda} = \left(-\frac{13.6}{n^2} - \left(-\frac{13.6}{1^2} \right) \right) \rightarrow \frac{12.0}{1.00} = \frac{-13.6}{n^2} + 13.6 \rightarrow n^2 = 9 \rightarrow n = 3 \Rightarrow \text{تعداد گذارها} \left(\binom{3}{2} \right) = \frac{3(2)}{2} = 3$$

۸۹ گزینه ۴ زمانی که الکترون در چهارمین مدار برانگیخته قرار دارد، یعنی $n = 5$ است. وقتی الکترون از حالت برانگیخته اولیه به تراز $n = 3$ (رشته پاشن) می‌رود، دومین خط طیفی رشته پاشن گسیل می‌شود. (درستی گزینه ۱)

وقتی الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 4$ و سپس به تراز $n' = 1$ (رشته لیمان) می‌رود، سومین خط طیفی رشته لیمان گسیل می‌شود. (درستی گزینه ۲)

وقتی الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 2$ (رشته بالمر) می‌رود، سومین خط طیفی رشته بالمر گسیل می‌شود. (درستی گزینه ۳)

برای تابش سومین خط طیفی رشته پاشن ($n' = 3$)، باید الکترون از تراز $n = 6$ به تراز $n' = 3$ برود که برای این الکترون امکان ندارد.

۹۰ گزینه ۱ انرژی یونش الکترون در هر تراز قرینه انرژی در تراز مربوطه است، یعنی:

$$E_{\text{یونش}} = -E_n = \frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{n=3} E_{\text{یونش}} = \frac{E_R}{9}$$

۹۱ گزینه ۱ هنگامی که الکترون از تراز $n = 2$ به تراز $n = 3$ جهش می‌کند، حتماً باید فوتون جذب کند. در این حالت داریم:

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

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = R \left(\frac{5}{36} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{36}{5R} = \frac{3600}{5} = 720 \text{ nm}$$

۹۲ گزینه ۴ طبق رابطه $r_n = n^2 a_0$ ، شعاع مدار الکترون با مجذور شماره تراز نسبت مستقیم دارد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{r_{n'}}{r_n} = \left(\frac{n'}{n} \right)^2 \xrightarrow{n'=2, n=3} \frac{r_2}{r_3} = \left(\frac{2}{3} \right)^2 \Rightarrow \frac{r_2}{r_3} = \frac{4}{9}$$

هم‌چنین طبق رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ ، انرژی الکترون با مجذور شماره تراز نسبت عکس دارد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{E_{n'}}{E_n} = \left(\frac{n}{n'} \right)^2 \Rightarrow \frac{E_2}{E_3} = \left(\frac{3}{2} \right)^2 \Rightarrow \frac{E_2}{E_3} = \frac{9}{4}$$

۹۳ گزینه ۴ الکترون ابتدا در تراز $n = 4$ قرار دارد و پرنرژی‌ترین فوتون زمانی تابش می‌شود که الکترون یک گذار در رشته لیمان انجام دهد یعنی به تراز $n' = 1$ منتقل شود. در این حالت اختلاف انرژی بین ترازها بیشینه مقدار خود را خواهد داشت و داریم:

$$hf = E_n - E_{n'} \xrightarrow[n' \rightarrow 1]{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} hf = E_R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \xrightarrow{n=4, n'=1} hf = E_R \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{1} \right) \Rightarrow hf = \frac{15}{16} E_R = \frac{15}{16} \text{ ریذبرگ}$$

۹۴ گزینه ۴ در اتم هیدروژن، دومین حالت برانگیخته $n = 3$ بوده و انرژی یونش از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$E = E_{\infty} - E_n = 0 - \left(-\frac{E_R}{n^2} \right) = +\frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{n=3} E = +\frac{E_R}{9} = \frac{13.6}{9} = 1.5 \text{ eV}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 1.5 = \frac{1242}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 828 \text{ nm}$$

۹۵ گزینه ۴

ابتدا به کمک رابطه ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، شماره مدار (n) را به دست می‌آوریم:

$$E_n = \left| -\frac{E_R}{n^2} \right| \Rightarrow 0,85 = \frac{13,6}{n^2} \Rightarrow n^2 = \frac{13,6}{0,85} = 16 \Rightarrow n = 4$$

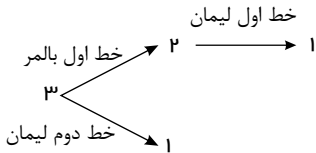
حال به کمک رابطه شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن ($r_n = a_0 n^2$)، فاصله مدار $n = 4$ و مدار بعدی ($n = 5$) برابر می‌شود با:

$$r_5 - r_4 = a_0 (5)^2 - a_0 (4)^2 = 5a_0 - 16a_0 = 9a_0$$

۹۶ گزینه ۴ ابتدا با توجه به رابطه شعاع ترازهای اتم هیدروژن، n را پیدا می‌کنیم. داریم:

$$r_n = n^2 a_0 \rightarrow 9a_0 = n^2 a_0 \rightarrow \boxed{n = 3}$$

حال گذارهای ممکن را بررسی می‌کنیم:



۹۷ گزینه ۲ سومین خط طیف رشته بالمر مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 2$ است و اولین خط طیف رشته براکت مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 4$ است.

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

$$v = \lambda f \xrightarrow{\text{یکسان}} \frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}} = \frac{\lambda_{\text{بالمر}}}{\lambda_{\text{براکت}}} = \frac{R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right)}{R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)} \Rightarrow \frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{25-16}{25 \times 16}}{\frac{25-4}{25 \times 4}} \Rightarrow \frac{f_{\text{بالمر}}}{f_{\text{براکت}}} = \frac{84}{9} = \frac{28}{3}$$

۹۸ گزینه ۴ انرژی فوتون موردنظر، $10,2 \text{ eV}$ برابر اختلاف انرژی تراز $n = 1$ و $n = 2$ در اتم هیدروژن است. یعنی:

$$hf = E_U - E_L = \frac{-E_R}{2^2} - \frac{-E_R}{1} = \frac{-13,6}{4} + 13,6 = 10,2 \text{ eV}$$

پس الکترون می‌تواند با جذب این فوتون به تراز $n = 2$ برود.

۹۹ گزینه ۲ اولین خط طیف رشته براکت مربوط به گذار الکترون از تراز $n=5$ به تراز $n'=4$ است.

با توجه به رابطه ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{n'=4, n=5} \frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{9R}{16 \times 25} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{400}{9R} (1)$$

بیشترین انرژی فوتون رشته پفوند مربوط به گذار الکترون از تراز $n \rightarrow \infty$ به تراز $n' = 5$ است. بنابراین طول موج آن برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda_r} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow[n'=5]{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\lambda_r} = \frac{R}{25} \Rightarrow \lambda_r = \frac{25}{R} (2)$$

با توجه به رابطه مربوط به انرژی فوتون داریم:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \xrightarrow{(1), (2)} \frac{E_1}{E_r} = \frac{\lambda_r}{\lambda_1} = \frac{\frac{25}{R}}{\frac{400}{9R}} = \frac{9}{16}$$

۱۰۰ گزینه ۲ بلندترین طول موج فوتون گسیلی مربوط به زمانی است که الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n = 4$ جابه‌جا شده و کوتاه‌ترین طول موج فوتون جذبی توسط این الکترون مربوط به زمانی است که الکترون با دریافت انرژی از تراز $n = 5$ به تراز $n = \infty$ جابه‌جا شود. بنابراین مطابق رابطه ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \begin{cases} n_U = 5, n_L = 4 \\ \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{9R}{16 \times 25} (I) \\ n_U = \infty, n_L = 5 \\ \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{R}{25} (II) \end{cases}$$

$$I, II \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{R}{25}}{\frac{9R}{16 \times 25}} = \frac{16}{9}$$

۱۰۱ گزینه ۳ با توجه به معادله گسیل فوتون از اتم، رابطه بین n و n' را به دست می‌آوریم:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$|\Delta E| = |E_{n'}| - |E_n| \xrightarrow{|\Delta E| = h|E_n|} 9|E_n| = |E_{n'}| \xrightarrow{E_{n'} = -\frac{E_R}{n'^2}, E_n = -\frac{E_R}{n^2}} \frac{9}{n^2} = \frac{1}{n'^2} \Rightarrow \frac{n}{n'} = 3$$

اکنون خطوط طیف رشته‌های مختلف را تعیین می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} n'=1 \rightarrow n=3; \text{دومین خط طیفی رشته لیمان} \\ \text{لیمان} \\ n'=2 \rightarrow n=6; \text{چهارمین خط طیف رشته بالمر} \\ \text{بالمر} \\ n'=3 \rightarrow n=9; \text{ششمین خط طیف رشته پاشن} \\ \text{پاشن} \\ n'=4 \rightarrow n=12; \text{هشتمین خط طیف رشته براکت} \\ \text{براکت} \\ n'=5 \rightarrow n=15; \text{دهمین خط طیف رشته پفوند} \\ \text{پفوند} \end{array} \right.$$

۱۰۲ گزینه ۲ هنگام گذار الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر انرژی آن کاهش می‌یابد و بالعکس. بنابراین داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{n'} - E_n = -\frac{3}{16} E_R \\ E_{n''} - E_{n'} = -\frac{21}{100} E_R + \frac{21}{100} E_R = \frac{9}{400} E_R \end{array} \right.$$

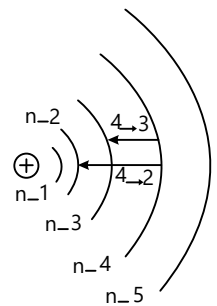
با توجه به این‌که $(E_{n''} - E_n) > 0$ است، بنابراین الکترون طی گذار از n به n'' بایستی فوتون جذب کند طول‌موج فوتون جذبی برابر است با:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \xrightarrow{\Delta E = \frac{9}{400} E_R, hc = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}, E_R = 13.6 \text{ eV}} \frac{9}{400} \times 13.6 = \frac{1200}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cong 3900 \text{ nm} = 3.9 \mu\text{m}$$

۱۰۳ گزینه ۲ در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد نه فرابنفش. بقیهٔ گزینه‌ها، عبارت‌های صحیح هستند.

۱۰۴ گزینه ۴

$$\Delta E(4 \rightarrow 2) = \Delta E(4 \rightarrow 3) = \Delta E(3 \rightarrow 2)$$



۱۰۵ گزینه ۴ با استفاده از رابطهٔ شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن، داریم:

$$r_n = a \cdot n^2 \Rightarrow \frac{r_4}{r_2} = \left(\frac{4}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_4}{r_2} = 4$$

از طرفی با استفاده از رابطهٔ ترازهای انرژی الکترون برای اتم هیدروژن، داریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \frac{E_4}{E_2} = \left(\frac{2}{4}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

۱۰۶ گزینه ۳ ابتدا با استفاده از رابطهٔ ترازهای انرژی الکترون، n را می‌یابیم. داریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow -0.85 = -\frac{13.6}{n^2} \Rightarrow n = 4$$

بنابراین الکترون ابتدا در تراز $n = 4$ قرار دارد، با گذار الکترون از این تراز به ترازهای پایین‌تر، زمانی بلندترین طول‌موج تابش می‌شود که الکترون به تراز $n = 3$ برود. بنابراین:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow E_3 = -\frac{13.6}{3^2} \cong -1.51 \text{ eV}$$

بنابراین:

$$\Delta E = E_4 - E_3 = -0.85 - (-1.51) = 0.66 \text{ eV} \Rightarrow \Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 0.66 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cong 1778 \text{ nm}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

۱۰۷ گزینه ۲ طبق مدل اتمی بور، مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند، یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته معینی مجاز هستند. شعاع این مدارها و انرژی الکترون برای اتم هیدروژن از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$r_n = a_0 n^2 \quad (\text{شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن})$$

در این رابطه n عدد کوانتومی نامیده می‌شود.

$$E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} \quad (\text{ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن})$$

۱۰۸ گزینه ۲ می‌دانیم تراز برانگیخته دوم یعنی $n = 3$ و تراز برانگیخته اول یعنی $n = 2$ می‌باشد، بنابراین الکترون از تراز بالا به تراز پایین‌تر رفته و فوتون گسیل می‌کند. در این صورت انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی است یعنی:

$$\left. \begin{aligned} \Delta E &= E_3 - E_2 \\ E_n &= \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta E = E_3 - E_2 = E_R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 13.6 \left(\frac{5}{36} \right) = \frac{68}{36} \text{ eV} \simeq 1.9 \text{ eV}$$

۱۰۹ گزینه ۴ چهارمین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$) مربوط به گذار الکترون از تراز ($n = 6$) به ($n' = 2$) است:

$$\Delta E = E_n - E_{n'} \xrightarrow[n'=2, n=6]{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} \Delta E = -\frac{E_R}{36} + \frac{E_R}{4} = \frac{2}{9} \times 13.6 \simeq 3.02 \text{ eV}$$

۱۱۰ گزینه ۲ می‌دانیم که اختلاف انرژی بین ترازها را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned} \Delta E_{(5 \rightarrow 1)} &= \Delta E_{(5 \rightarrow 2)} + \Delta E_{(2 \rightarrow 1)} \\ \Delta E' &= \Delta E_{(5 \rightarrow 2)} + \Delta E \\ \Delta E' - \Delta E &= \Delta E_{(5 \rightarrow 2)} \end{aligned}$$

با توجه به اینکه E_R یک ریذبرگ نام دارد، پس ریذبرگ 0.21 است.

$$\Delta E_{(5 \rightarrow 2)} = E_5 - E_2 \xrightarrow{E_n = \frac{-E_R}{n^2}} \frac{-E_R}{25} - \frac{-E_R}{4} = \frac{21}{100} E_R$$

$$\Delta E_{(5 \rightarrow 2)} = 0.21 E_R$$

۱۱۱ گزینه ۳ می‌دانیم انرژی فوتون تابش شده، برابر با اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه نهایی است. بنابراین داریم:

$$\Delta E = hf \Rightarrow E_2 - E_1 = hf \Rightarrow E_2 - E_1 = \frac{hf}{\lambda} \Rightarrow -1.51 + 3.4 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1240}{1.89} \simeq 656 \text{ nm}$$

۱۱۲ گزینه ۲ می‌دانیم $r_n = n^2 a_0$ پس $r_3 = 9a_0$ آنگاه داریم:

$$\Delta r = r_3 - r_1 = 9a_0 - a_0 = 8a_0 \quad (\text{زیاد})$$

همچنین می‌دانیم $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ پس $E_3 = -\frac{E_R}{9}$ آنگاه داریم:

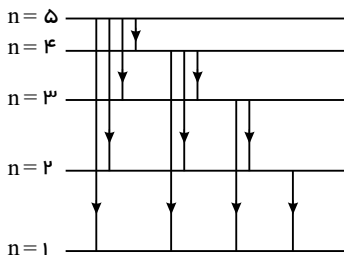
$$\Delta E = E_3 - E_1 = -\frac{E_R}{9} - (-E_R) = \frac{8}{9} E_R = \frac{8}{9} \quad (\text{ریذبرگ زیاد})$$

۱۱۳ گزینه ۳ با توجه به معادله ریذبرگ و همچنین رابطه شعاع مدار $r_n = a_0 n^2$ برحسب شعاع بور داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R(n'^2 - n^2)}{n^2 n'^2} \xrightarrow{r_n = a_0 n^2 \Rightarrow r'_n - r_n = a_0 (n'^2 - n^2)} \frac{1}{\lambda} = R \frac{(r'_n - r_n)}{a_0} \frac{1}{n^2 n'^2} \xrightarrow{r'_n - r_n = t} \frac{1}{\lambda} = \frac{Rt}{a_0} \frac{1}{n^2 n'^2} \Rightarrow \frac{\lambda}{a_0} = \frac{n^2 n'^2}{Rt}$$

۱۱۴ گزینه ۴

چهارمین تراز برانگیخته یعنی $n = 5$ ، بنابراین مطابق شکل روبه‌رو، ده فوتون با انرژی‌های مختلف می‌تواند گسیل شود.



بنابراین از خط‌های طیفی رشته بالمر ($n' = 2$)، سه خط می‌تواند گسیل شود.

۱۱۵ گزینه ۳ ناحیه طیفی قابل رؤیت مربوط به رشته بالمر ($n' = 2$) است. در هر رشته طیفی، کوتاه‌ترین طول‌موج به ازای $n = \infty$ و بلندترین طول‌موج به ازای $n = n' + 1$ به دست می‌آید. اما نکته قابل توجه آن است که در رشته طیفی بالمر فقط ۴ خط اول در ناحیه مرئی قرار دارند یعنی ۶ و ۵ و ۴ و ۳. بنابراین کوتاه‌ترین طول‌موج قابل رؤیت به ازای $n = 6$ به دست می‌آید.

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\frac{1}{(\lambda_{min})_{مرئی}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.01 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right) \Rightarrow (\lambda_{min})_{مرئی} = 450 nm \quad (1)$$

$$\frac{1}{(\lambda_{max})_{بالمر}} = 0.01 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \Rightarrow (\lambda_{max})_{بالمر} = 720 nm \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{(\lambda_{min})_{مرئی}}{(\lambda_{max})_{بالمر}} = \frac{450}{720} = \frac{5}{8}$$

۱۱۶ گزینه ۴ در گذار الکترونی از لایه n به n' ، انرژی آزاد شده توسط فوتون برابر است با:

$$\Delta E = E_R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{\Delta E = \frac{9}{400} E_R, n=5} \frac{9}{400} = \left(\frac{25 - n'^2}{25n'^2} \right) \Rightarrow n' = 4$$

$$\frac{9}{400} E_R = E_R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

شعاع بور اتم هیدروژن: $r_1 = a_0$

$n' = 4$ شعاع مدار n' ام: $r_n = a_0 n'^2 \xrightarrow{n'=4} r_4 = 16a_0$

۱۱۷ گزینه ۲

$$\Delta E_{5 \rightarrow 3} = E_5 - E_3 \quad (I)$$

$$\Delta E_{5 \rightarrow 6} = E_5 - E_6 \quad (II)$$

$$\Delta E_{3 \rightarrow 6} = E_3 - E_6 \quad (III)$$

$$(I), (II), (III) \Rightarrow \Delta E_{5 \rightarrow 3} = \Delta E_{5 \rightarrow 6} - \Delta E_{3 \rightarrow 6}$$

۱۱۸ گزینه ۱ با توجه به رابطه بور اختلاف انرژی الکترون در دو تراز $n_1 = 2$ و $n_2 = 5$ را به دست می آوریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \Delta E = E_U - E_L = -\frac{E_R}{n_2^2} - \left(-\frac{E_R}{n_1^2} \right) = \frac{E_R}{n_1^2} - \frac{E_R}{n_2^2} \xrightarrow{n_1=2, n_2=5} \Delta E = E_R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right) \Rightarrow \Delta E = \frac{21}{100} E_R \quad (I)$$

انرژی یونش الکترون در اتم هیدروژن برابر گذار الکترون از تراز $n = 1$ به تراز $n = \infty$ است، بنابراین داریم:

$$\Delta E' = -\frac{E_R}{n^2} + E_R \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \Delta E' = E_R \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow \frac{\Delta E}{\Delta E'} = \frac{21}{100}$$

۱۱۹ گزینه ۳ با توجه به نمودار ترازهای انرژی برای الکترون، $n = 1$ حالت پایه، $n = 2$ اولین حرکت برانگیخته و در حالت کلی، تراز n ام معادل $(n - 1)$ امین حالت برانگیخته می باشد، پس

سومین حالت برانگیخته معادل $n = 4$ است و بلندترین طول موج یعنی الکترون به نزدیک ترین خط طیفی یعنی $n' = 3$ گذر کند. با استفاده از معادله ریدبرگ می توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{14400}{7} nm \Rightarrow \lambda = \frac{72}{35} \mu m$$

۱۲۰ گزینه ۳ ابتدا فرکانس فوتون گسیل شده را محاسبه می کنیم و سپس طول موج را به دست می آوریم:

$$E = hf \Rightarrow 1.9 = 4.14 \times 10^{-15} \times f \Rightarrow f = \frac{1.9}{4.14} \times 10^{15} \Rightarrow \lambda f = c \Rightarrow \lambda \times \frac{1.9}{4.14} \times 10^{15} = 3 \times 10^8 \Rightarrow \lambda = \frac{3 \times 4.14}{1.9} \times 10^{-7} = 653 nm$$

مشاهده می شود که طول موج گسیل شده در محدوده $400 nm$ و $720 nm$ است؛ پس در ناحیه مرئی قرار دارد.

۱۲۱ گزینه ۴ بلندترین طول موج جذب شده برای الکترون هنگامی است که الکترون به یک مدار بالاتر جهش کند؛ بنابراین در این جا الکترون از $n = 1$ (حالت پایه) به $n = 2$ جهش می کند.

طول موج گسیل فوتون توسط اتم از $n = 2$ به $n = 1$ برابر با طول موج جذب فوتون توسط اتم از $n = 1$ به $n = 2$ است؛ پس:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_U - E_L}$$

$$\lambda = \frac{1240}{\frac{-13.6}{2^2} - \frac{-13.6}{1^2}} = \frac{1240 eV \cdot nm}{10.2 eV} \simeq 122 nm$$

۱۲۲ گزینه ۱ فرض می کنیم الکترون در تراز n قرار دارد. با جذب فوتون با انرژی E الکترون به تراز $n + 1$ جهش می کند؛ پس:

$$E = \frac{E_R}{n^2} - \frac{E_R}{(n+1)^2} = E_R \left(\frac{n+1}{n^2(n+1)^2} \right) \quad (I)$$

با گسیل فوتون با انرژی $\frac{20}{9} E$ ، الکترون از تراز n به تراز $n - 1$ جهش می کند؛ پس:

$$\frac{20}{9} E = \frac{E_R}{(n-1)^2} - \frac{E_R}{n^2} = E_R \left(\frac{n-1}{(n-1)^2 n^2} \right) \quad (II)$$

با توجه به معادله‌های (I) و (II) و تقسیم این دو معادله به هم داریم:

$$\frac{Y}{Y_0} = \frac{\frac{2n+1}{n^2(n+1)^2}}{\frac{2n-1}{n^2(n-1)^2}} \Rightarrow n = 3$$

بنابراین در ابتدا الکترون در مدار $n = 3$ یعنی دومین حالت برانگیخته ($m = 2$) قرار داشته است.

۱۲۳ گزینه ۱ دومین حالت برانگیخته الکترون اتم هیدروژن تراز $n = 3$ است. در این صورت E_1 برابر است با:

$$E_1 = E_{(n=5)} - E_{(n=3)} = \frac{-E_R}{5^2} - \frac{-E_R}{3^2} = -E_R \left(\frac{25-9}{25 \times 9} \right) = \frac{16E_R}{9 \times 25}$$

انرژی E_2 برابر با اختلاف انرژی تراز $n = 3$ و تراز پایه یعنی $n = 1$ است.

$$E_2 = E_{(n=3)} - E_{(n=1)} = \frac{-E_R}{3^2} - \frac{-E_R}{1^2} = \frac{8E_R}{9}$$

نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{16E_R}{25 \times 9}}{\frac{8E_R}{9}} = \frac{2}{25} = 0.08$$

۱۲۴ گزینه ۲

$$\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1 = E_R \left(1 - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{9} E_R$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = E_2 - E_1 = E_R \left(1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{3}{4} E_R$$

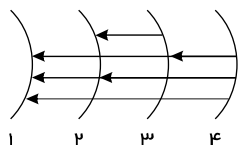
$$\frac{hc}{\lambda_3} = E_2 - E_2 = E_R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{5}{36} E_R$$

با توجه به انرژی‌های فوتون‌ها داریم:

$$\frac{3}{4} E_R + \frac{5}{36} E_R = \frac{8}{9} E_R \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{hc}{\lambda_3} = \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1}$$

۱۲۵ گزینه ۳ تعداد گذارهای ممکن طبق رابطه $\frac{n(n-1)}{2}$ محاسبه می‌شود:

$$\text{تعداد تمام گذارهای ممکن} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{4 \times 3}{2} = 6$$



۱۲۶ گزینه ۳ طبق شکل چون الکترون از لایه بالاتر ($n = 4$) به لایه پایین‌تر ($n = 2$) می‌رود، در حال تابش انرژی است که انرژی فوتون تابشی آن برابر اختلاف انرژی دو مدار است. داریم:

$$\Delta E = E_4 - E_2 = \frac{-13.6}{4^2} - \frac{-13.6}{2^2} = -0.85 + 3.4 = 2.55 \text{ eV}$$

حال طول موج فوتون تابشی را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 2.55 = \frac{1242 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1242}{2.55} \simeq 486 \text{ nm}$$

۱۲۷ گزینه ۳ طبق رابطه $E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$ انرژی هر تراز و اختلاف انرژی آن‌ها را به دست می‌آوریم.

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= -13.6 \text{ eV} \\ E_4 &= \frac{-13.6 \text{ eV}}{16} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{انرژی فوتون } (E) = E_4 - E_1 = \frac{-13.6 \text{ eV}}{16} + 13.6 \text{ eV} = 12.75 \text{ eV}$$

از رابطه $E = hf$ بسامد هر فوتون را محاسبه می‌کنیم (با توجه به اینکه h برحسب $J \cdot s$ داده شده است، ابتدا آن را به eV تبدیل می‌کنیم):

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot s \times \frac{1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} \simeq 4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot s$$

$$E = hf \Rightarrow 12.75 = 4.14 \times 10^{-15} \times f \Rightarrow f \simeq 3.08 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

۱۲۸ گزینه ۲ پراثری‌ترین فوتون در طیف نور مرئی که توسط هیدروژن تابش می‌شود، خط چهارم سری بالمر می‌باشد، بنابراین:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$n' = ۲, n - n' = ۴ \rightarrow n = ۶$$

$$r_n = n^۲ a_o \rightarrow \begin{cases} r_۶ = ۳۶ a_o \\ r_۲ = ۴ a_o \end{cases}$$

$$\Delta r = (۳۶ - ۴) a_o \rightarrow \frac{\Delta r}{a_o} = ۳۲$$

۱۲۹ گزینه ۴ می‌دانیم که انرژی مجاز الکترون در تراز m به صورت زیر بر حسب eV محاسبه می‌شود.

$$E_n = -\frac{۱۳,۶}{n^۲}$$

حال اگر نور گسیلی مرئی باشد باید $n = ۲$ باشد، بنابراین در اینجا داریم:

$$E_L = -\frac{۱۳,۶}{(۲)^۲} = -۳,۴ eV$$

در نهایت داریم:

$$\lambda = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{۱۲۳۹,۳}{-۰,۸۵ - (-۳,۴)} = \frac{۱۲۳۹,۳}{۲,۵۵} \rightarrow \lambda = ۴۸۶ nm$$

۱۳۰ گزینه ۱ در ابتدا باید m و n را تعیین کنیم. یعنی:

$$E_n = -\frac{۱۳,۶}{n^۲} \xrightarrow{E_n = -۰,۵۴۴ eV} -۰,۵۴۴ = -\frac{۱۳,۶}{n^۲} \rightarrow n = ۵$$

چون $n = ۵$ است، الکترون در چهارمین حالت برانگیخته خود قرار دارد یعنی $m = ۴$ است. از طرفی می‌دانیم که بلندترین طول موج گسیلی در اینجا، در کوتاه‌ترین گذار یعنی به ازای

$$\begin{cases} n = ۵ \\ n' = ۴ \end{cases} \text{ محاسبه می‌شود. با توجه به رابطه ریدبرگ داریم:}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^۲} - \frac{1}{n^۲} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{۱۰۰} \left(\frac{1}{۱۶} - \frac{1}{۲۵} \right)$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{۱۶ \times ۲۵ \times ۱۰۰}{۹} \rightarrow \lambda = \frac{۴۰۰۰۰}{۹} nm \rightarrow \lambda = \frac{۴۰}{۹} \mu m$$

۱۳۱ گزینه ۴ انرژی $۱۲,۷۵ eV$ باید برابر با اختلاف انرژی دو تراز باشد که الکترون بین آن‌ها گذار انجام داده است. با توجه به این اختلاف معلوم می‌شود که $n_L = ۱$ است. داریم:

$$۱۲,۷۵ = E_U - E_L = \left(-\frac{E_R}{n_U^۲} \right) - \left(-\frac{E_R}{۱^۲} \right) = ۱۳,۶ eV - \frac{۱۳,۶ eV}{n_U^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۳,۶ eV}{n_U^۲} = ۱۳,۶ eV - ۱۲,۷۵ eV = ۰,۸۵ eV \rightarrow n_U^۲ = \frac{۱۳,۶ eV}{۰,۸۵ eV} = ۱۶ \rightarrow \boxed{n_U = ۴}$$

* یعنی اتم هیدروژن با جذب $۱۲,۷۵ eV$ می‌تواند از $n_L = ۱$ به $n_U = ۴$ برود که بلافاصله از این حالت برانگیخته تمایل دارد به حالت پایه $n_L = ۱$ گذار کند. برای این کار ممکن است حالات زیر انجام شود:

$$\left. \begin{array}{l} \nearrow \text{خط اول پاشن } ۳ \\ \text{خط دوم بالمر } ۲ \rightarrow ۴ \\ \searrow \text{خط سوم لیمان } ۱ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \nearrow \text{خط اول بالمر } ۲ \\ \searrow \text{خط دوم لیمان } ۱ \end{array} \left. \begin{array}{l} ۳ \\ ۲ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{خط اول لیمان } ۱ \\ ۲ \end{array}$$

* به طور خلاصه این طول موج، امکان تولید و گسیل خواهد داشت.

(۱) خطوط اول، دوم و سوم سری لیمان

(۲) خطوط اول و دوم سری بالمر

(۳) خط اول پاشن

۱۳۲ گزینه ۴ اگر الکترون با یک گذار از مدار $n_۱ = ۵$ به $n_۲ = ۲$ برود یک فوتون با انرژی زیر گسیل می‌شود.

$$E_{(۵ \rightarrow ۲)} = E_۵ - E_۲ = \left(-\frac{E_R}{۵^۲} \right) - \left(-\frac{E_R}{۲^۲} \right) = E_R \left(\frac{1}{۴} - \frac{1}{۲۵} \right)$$

$$E_{(۵ \rightarrow ۲)} = E_۵ - E_۲ = \frac{۲۱}{۱۰۰} E_R$$

* الکترون می‌تواند گذارهای زیر را هم انجام دهد:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\left. \begin{array}{l} \delta \rightarrow \varphi \Rightarrow E = E_{\delta} - E_{\varphi} \\ \varphi \rightarrow \varpi \Rightarrow E' = E_{\varphi} - E_{\varpi} \\ \varpi \rightarrow \psi \Rightarrow E'' = E_{\varpi} - E_{\psi} \\ \delta \rightarrow \varpi \Rightarrow E''' = E_{\delta} - E_{\varpi} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{سه نوع فوتون} \\ E_{(\delta \rightarrow \varphi)} + E_{(\varphi \rightarrow \varpi)} + E_{(\varpi \rightarrow \psi)} = E_{(\delta \rightarrow \psi)} \\ \text{دو نوع فوتون} \\ E_{(\delta \rightarrow \varpi)} + E_{(\varpi \rightarrow \psi)} = E_{(\delta \rightarrow \psi)} \\ E_{(\delta \rightarrow \varphi)} + E_{(\varphi \rightarrow \psi)} = E_{(\delta \rightarrow \psi)} \\ \text{دو نوع فوتون} \end{array} \right.$$

۱۳۳ گزینه ۲ برای اینکه الکترون از یک تراز به تراز بالاتر برود، باید به آن انرژی‌ای به اندازه اختلاف انرژی آن دو تراز بدهیم. پس طبق معادله داده شده E_1 و E_{ϖ} را محاسبه کرده و اختلاف آن‌ها را به دست می‌آوریم. داریم:

$$hf = E_U - E_L = E_{\varpi} - E_1 = \left(\frac{\varpi^2 h^2}{\lambda a^2 m} \right) - \left(\frac{1^2 \times h^2}{\lambda a^2 m} \right) = \frac{h^2}{a^2 m}$$

$$\rightarrow f = \frac{h}{a^2 m} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{10^{-20} \times 9.1 \times 10^{-31}} \Rightarrow f \simeq 7.3 \times 10^{16} \text{ Hz}$$

۱۳۴ گزینه ۳ خط m هر رشته یعنی الکترون از تراز n' به تراز $n' + m$ رفته است. داریم:

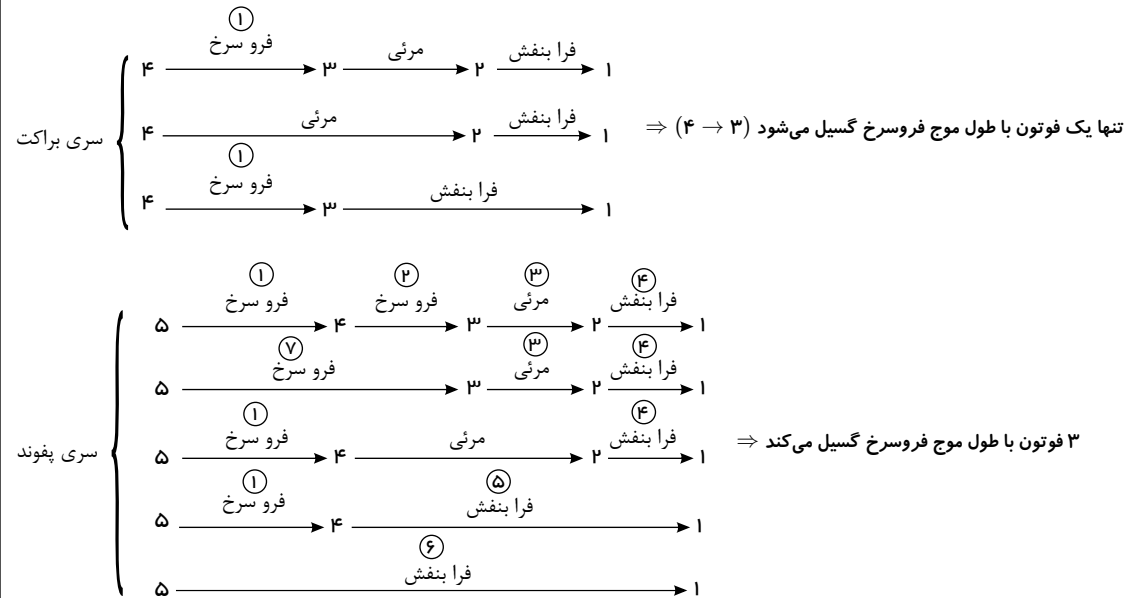
$$\begin{aligned} E_{(\varphi \rightarrow \psi)} &= E_1 \\ E_{(\varpi \rightarrow \psi)} &= E_{\varpi} \\ E_{(\varphi \rightarrow \varpi)} &= E_{\varphi} \\ E_{(\varphi \rightarrow \varphi)} &= E_{\varphi} \end{aligned}$$

با کمی دقت در تساوی‌های بالا مشاهده می‌شود که:

$$\underbrace{E_{(\varphi \rightarrow \psi)}}_{E_1} = \underbrace{E_{(\varphi \rightarrow \varpi)}}_{E_{\varphi}} + \underbrace{E_{(\varpi \rightarrow \psi)}}_{E_{\varpi}} \rightarrow E_1 = E_{\varphi} + E_{\varpi} \Rightarrow \text{گزینه ۳}$$

در گزینه (۱) E_1 و E_{ϖ} مربوط به خطوط مرئی رشته بالمر است که میانگین آن‌ها نیز طبعاً در ناحیه مرئی است ولی E_{φ} مربوط به سری پاشن و در ناحیه فروسرخ می‌باشد که نادرست است.

۱۳۵ گزینه ۲ می‌دانیم در سری لیمان و بالمر، فقط طول موج‌های فرابنفش و مرئی گسیل می‌شود. پس n نمی‌تواند برابر $n = 1$ یا $n = 2$ باشد. باید الکترون از ترازهای بالاتر یا به تراز $n = 3$ (سری پاشن) و یا به تراز $n = 4$ (سری براکت) و یا به تراز $n = 5$ (سری پفوند) گذار انجام دهد. ترازی که به $n = 3$ انجام پذیرد:



۱۳۶ گزینه ۴ ابتدا مدار m را می‌یابیم. می‌دانیم پرنرژی‌ترین فوتون گسیلی هنگامی است که الکترون از مدار m به مدار $n = 1$ برود. اختلاف انرژی این دو تراز به صورت یک فوتون گسیل می‌شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_n - E_1 = \left(-\frac{E_R}{n^2} \right) - \left(-\frac{E_R}{1^2} \right) = E_R \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) = \left(\frac{n^2 - 1}{n^2} \right) E_R \quad (1) \\ E_n - E_1 = \frac{\lambda}{9} E_R \quad (2) \end{array} \right.$$

$$(1), (2) \Rightarrow \left(\frac{n^2 - 1}{n^2} \right) E_R = \frac{\lambda}{9} E_R \rightarrow \frac{n^2 - 1}{n^2} = \frac{\lambda}{9} \rightarrow 9n^2 - 9 = \lambda n^2 \Rightarrow n^2 = 9$$

$$\rightarrow 1, 2 \left\{ \begin{array}{l} n_L = 3 \\ n_U = 3 + 2 = 5 \end{array} \right. \rightarrow \Delta E = E_U - E_L = \left(-\frac{E_R}{5^2} \right) - \left(-\frac{E_R}{3^2} \right) = \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) E_R$$

$$E = \frac{16}{225} E_R \quad \text{فوتون}$$

۱۳۷ گزینه ۱ انرژی فوتون تابش شده برابر با اختلاف تراز انرژی مربوط به این دو مدار است. در اتم هیدروژن:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \rightarrow \Delta E = E_U - E_L = E_R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$$\Delta E = \frac{15}{16} E_R$$

(E_R را یک ریدبرگ می‌گویند.)

پرانرژی‌ترین فوتون تابشی زمانی است که الکترون به تراز $n_L = 1$ برود.

$$\begin{cases} n_L = 1 \\ \Delta E = \frac{15}{16} E_R = E_R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \rightarrow \frac{1}{n_U^2} = 1 - \frac{15}{16} = \frac{1}{16} \rightarrow n_U = 4 \end{cases}$$

کم‌ترین انرژی فوتون تابشی زمانی است که الکترون از مدار $n_U = 4$ به یک مدار پائین‌تر گذار نماید:

$$E = E_R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) = E_R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{7}{144} E_R \quad \text{فوتون}$$

۱۳۸ گزینه ۳ می‌دانیم اختلاف سطح انرژی دو تراز انرژی برابر انرژی فوتون گسیلی است و انرژی فوتون گسیلی نیز با بسامد رابطه مستقیم دارد:

$$E_f - E_1 = (E_f - E_p) + (E_p - E_1) \Rightarrow E_a = E_b + E_c$$

$$\Rightarrow \mathcal{K} f_a = \mathcal{K} f_b + \mathcal{K} f_c \rightarrow f_a = f_b + f_c$$

در مورد گزینه ۴:

$$f_a + f_d > 2f_c \rightarrow f_a - f_c > f_c - f_d$$

$$\xrightarrow{\times h} E_a - E_c > E_c - E_d \Rightarrow (E_f - E_1) - (E_p - E_1) > (E_p - E_1) - (E_p - E_1)$$

$$\rightarrow E_f - E_p > E_p - E_p$$

غلط است چون هرچه به ترازهای بالاتر می‌رویم اختلاف ترازهای انرژی کمتر می‌شود نه بیشتر

۱۳۹ گزینه ۴ قدم اول انتقال الکترونی A از تراز $n_U = 4$ به $n_L = 2$ صورت گرفته است، که مربوط به خط دوم رشته بالمر است. ۴ خط اول رشته بالمر همگی مرئی هستند.

قدم دوم) اگر به طیف نشری خطی مشخص شده در متن تست نگاه کنیم، می‌بینیم که $X_2 > X_1$ است. این یعنی اینکه در خط طیفی X_2 باز هم با سری بالمر سروکار داریم ($n_L = 2$) و باز هم X_2 مرئی است ولی با طول موج بیشتر.

قدم سوم) حال معلوم شد $n_L = 2$ و از طرفی می‌دانیم که هر چه n_U بزرگتر باشد، λ (در این جا یعنی X) کمتر خواهد بود. چون $X_2 > X_1$ ($\lambda_2 > \lambda_1$) پس n_U نسبت به حالت اول باید کمتر باشد. در X_1 ، $n_U = 4$ بوده پس در این جا $n_U = 3$ خواهد بود. یعنی گذار از $n_U = 3$ به $n_L = 2$ صورت می‌گیرد، یعنی گذار E .

۱۴۰ گزینه ۲ برای اینکه فوتون‌های تابشی مرئی نباشند، نباید گذارها به $n' = 2$ ختم شوند.

$$\text{تعداد نوع فوتون گسیلی} = \binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} = 10$$

تعداد کل ۱۰ فوتون با انرژی‌های مختلف گسیل می‌کند که از این تعداد فوتون‌ها اگر مربوط به ۴ خط اول سری بالمر مرئی باشند، از ۱۰ کم می‌شوند. ۴ خط اول (مرئی) سری بالمر:

$$1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 5$$

می‌باشند که فقط ۳ مورد اول جزو ده فوتون نامبرده شده است:

$$10 - 3 = 7$$

۱۴۱ گزینه ۱ ابتدا باید ببینیم که هر گذار مربوط به کدام رشته است و طول موج آن در چه ناحیه‌ای از موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد:

$$1 \rightarrow 3 \text{ مربوط به سری لیمان است و در ناحیه فرابنفش}$$

$$3 \rightarrow 7 \text{ مربوط به سری پاشن است و در ناحیه فروسرخ}$$

$$3 \rightarrow 2 \text{ نیز مربوط به سری لیمان است و در ناحیه فرابنفش}$$

$$4 \rightarrow 2 \text{ نیز مربوط به سری بالمر است در سری بالمر: (مرئی): } 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 5$$

بنابراین از بین شماره‌های ۱ و ۳ یکی قابل قبول است: زیرا انرژی فوتون فرابنفش از فوتون مرئی و فروسرخ بیشتر است. می‌دانیم در یک رشته طیف با n_L ثابت، هرچه n_U بیشتر باشد λ کم‌تر و انرژی فوتون بیشتر است. بنابراین گزینه صحیح گزینه ۱ خواهد بود.

۱۴۲ گزینه ۳ پرانرژی‌ترین فوتون رشته پاشن ($n' = 3$) مربوط به کوتاه‌ترین طول موج آن است که با انتقال الکترون از $n = \infty$ به $n' = 3$ حاصل می‌شود.

با توجه به اینکه انرژی الکترون در هر لایه از رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ به دست می‌آید و انرژی فوتون تابشی برابر اختلاف انرژی بین دو تراز است که الکترون بین آن‌ها گذار انجام داده است، داریم:

$$\begin{cases} E_{(n=\infty)} = 0 \\ E_{\text{فوتون}} = E_{\infty} - E = 0 - (-\frac{1}{9} E_R) = \frac{1}{9} E_R \end{cases}$$

۱۴۳ گزینه ۴

کوتاه‌ترین طول موج هر رشته به ازای $n_U = \infty$ به دست می‌آید. داریم:

$$\begin{aligned} E_n &= -\frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{n=1} E_1 = -E_R \rightarrow E_R = -E_1 \quad (1) \\ \begin{cases} n_L = 2 \\ n_U = \infty \end{cases} &\rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{R}{4} \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{R} \\ R &= \frac{E_R}{hc} \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{\frac{E_R}{hc}} \xrightarrow{(1)} \lambda_{\min} = \frac{4}{-E_1} \\ \rightarrow \lambda_{\min} &= \frac{4hc}{-E_1} \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{-4hc}{E_1} \end{aligned}$$

۱۴۴ گزینه ۴ بیشترین انرژی فوتون هنگامی که الکترون در مدار n است زمانی رخ می‌دهد که الکترون به حالت پایه ($n' = 1$) بوده به کمک رابطهٔ رید برگ و بالمر ابتدا λ موج گسیل را حساب می‌کنیم:

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = 0.01\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9}\right) \Rightarrow \lambda = 112.5 nm$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{112.5 \times 10^{-9}} = \frac{32}{3} eV$$

۱۴۵ گزینه ۳

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{1}{\lambda_{\min}}}{\frac{1}{\lambda_{\max}}} = \frac{R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)}{R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{5}{36}} = \frac{9}{5} = 1.8$$

۱۴۶ گزینه ۲ ابتدا طبق رابطهٔ $E \propto \frac{1}{n^2} \leftarrow E = \frac{-E_R}{n^2}$ داریم:

$$\frac{E'}{E} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2 \rightarrow 25 = \left(\frac{n}{1}\right)^2 \rightarrow \boxed{n = 5}$$

حال اگر از مدار $n = 5$ به $n' = 2$ سقوط کند.

موجی در رشته بالمر گسیل خواهد کرد از آن جایی که ۴ خط اول بالمر ($n = 3, 4, 5, 6$) نور مرئی و بقیهٔ خطوط با ($n = 7, 8, \dots, \infty$) فرابنفش است.

در نتیجه این گذار مرئی خواهد بود.

۱۴۷ گزینه ۲ برای انتقال الکترون از یک تراز به تراز بالاتر، الکترون باید به اندازه اختلاف انرژی آن دو تراز، انرژی دریافت کند. در گسیل القایی الکترون باید به یک تراز بالاتر منتقل شود، از

طرف دیگر می‌دانیم انرژی الکترون در هر تراز از رابطهٔ $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ به دست می‌آید؛ پس داریم:

$$E_3 - E_2 = -\frac{13.6}{3^2} - \left(-\frac{13.6}{2^2}\right) \Rightarrow E_3 - E_2 = \frac{-13.6}{9} + \frac{13.6}{4} \Rightarrow E_3 - E_2 = 1.9 eV$$

۱۴۸ گزینه ۲ شرط اصلی این که فوتون گسیل‌شده، تحریک شده باشد این است که انرژی داده شده به فوتون برابر اختلاف انرژی بین آن دو تراز باشد. در واقع باید به الکترون انرژی بدهیم تا به تراز بالاتر برود که این مقدار انرژی به اندازه اختلاف انرژی دو تراز است. داریم:

$$\Delta E = E_3 - E_2 = -1.5 - (-3.4) = 1.9 eV$$

چون انرژی الکترون در لایه $n = 2$ برابر $-3.4 eV$ است، اختلاف انرژی آن با لایه‌های بالاتر حداکثر برابر $+3.4 eV$ می‌باشد. بنابراین گزینه‌های ۱، ۳ و ۴ نمی‌توانند صحیح باشند.

۱۴۹ گزینه ۲ کم انرژی‌ترین فوتون مربوط به بلندترین طول موج رشته است که با گذار الکترون از $n_U = 3$ به $n_L = 2$ ایجاد می‌شود. ($E_{\min} = hf = \frac{hc}{\lambda_{\max}}$)

$$\text{فوتون } E = E_3 - E_2 = \left(-\frac{E_R}{3^2}\right) - \left(-\frac{E_R}{2^2}\right) = E_R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = E_R\left(\frac{5}{36}\right)$$

* E_R را یک ریدبرگ گوئیم.

$$\text{فوتون } E = \frac{5}{36} E_R$$

۱۵۰ گزینه ۳ هرچه اختلاف n_U و n_L بیشتر باشد انرژی و در نتیجه بسامد فوتون گسیل شده بیشتر خواهد بود.

۲) با بررسی طیف‌های گسیلی خطی و جذبی عناصر، می‌توان عناصر را شناسایی کرد.

۴) علت جذب فوتون گذار الکترون از یک تراز به ترازهای بالاتر است. اما در نظریه کلاسیک، نوسان میدان الکتریکی نور فرودی باعث ارتعاش الکترون‌ها می‌شود و در نتیجه نور فرودی جذب می‌شود.

۱۵۱ گزینه ۳ چون الکترون از مدار پایین به مدار بالاتری رفته پس فوتون را جذب کرده (رد گزینه های ۱ و ۲).

از طرفی هم طبق رابطه بور، بسامد فوتون جذب شده برابر است با:

$$hf = \Delta E \Rightarrow 4 \times 10^{-15} \times f = (-0.85 - (-3.4)) \rightarrow f = \frac{2.55}{4 \times 10^{-15}} = 63.75 \times 10^{13} \text{ Hz} = 637.5 \times 10^{12} \text{ Hz} \xrightarrow{\text{تبدیل به تراهرتز}} f = 637.5 (THz)$$

۱۵۲ گزینه ۳ طبق متن کتاب درسی، بسیاری از خطوط تاریک در طیف خورشید ناشی از جذب طول موج‌های خطوط توسط گازهای جو خورشید و مقدار کمی از آن جو زمین است. بنابراین عبارت ۱ و ۲ و ۴ نادرست است.

۱۵۳ گزینه ۱ طیف جذبی طیفی است که برخی از طول موج‌های آن توسط گازها یا بخار عناصر جذب شده باشد.

۱۵۴ گزینه ۳ عبارتهای «الف» و «ج» و «د» صحیح هستند، و علت نادرستی عبارت «ب» به دلیل آن است که طیف گسیلی و جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست!

۱۵۵ گزینه ۳ پرتو لیزر در اثر گسیل القایی ایجاد می‌شود و از کاربردهای آن می‌توان به اصلاح دید چشم در چشم‌پزشکی اشاره کرد.

۱۵۶ گزینه ۴ محیط لیزر یا همان منبع تولید نور لیزری، می‌تواند گاز، مایع یا جامد باشد.

۱۵۷ گزینه ۴ در گسیل خودبه‌خود، الکترون از تراز انرژی بالاتر به‌طور خودبه‌خودی به تراز انرژی پایین‌تر جهش می‌کند و یک فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل می‌کند.

در گسیل القایی الکترون با جذب یک فوتون مناسب از تراز برانگیخته به تراز پایدار انتقال می‌یابد و یک فوتون در جهت فوتون ورودی گسیل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: گسیل القایی را نمایش می‌دهد.

گزینه ۲: گسیل القایی را نمایش می‌دهد و درست است. دقت کنید که فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی است.

گزینه ۳: گسیل خودبه‌خود را نمایش می‌دهد و درست است.

گزینه ۴: فوتون‌های خروجی باید در جهت فوتون ورودی یعنی افقی باشد. این شکل نمایش درستی از گسیل القایی نمی‌باشد و نادرست است.

۱۵۸ گزینه ۲ گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد. اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. دوم این‌که فوتون گسیل‌شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند، سوم این‌که فوتون‌های ورودی و گسیل‌شده همگام هستند.

۱۵۹ گزینه ۲ انرژی الکترون در تراز n م اتم هیدروژن برابر است با:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} n=1 \rightarrow E_1 = -E_R & (1) \\ n=2 \rightarrow E_2 = -\frac{1}{4}E_R & (2) \\ n=3 \rightarrow E_3 = -\frac{1}{9}E_R & (3) \\ n=4 \rightarrow E_4 = -\frac{1}{16}E_R & (4) \end{cases}$$

$$(1), (2) \Rightarrow E_2 - E_1 = \left(-\frac{1}{4}E_R\right) - (-E_R) = \frac{3}{4}E_R \quad \checkmark$$

$$(1), (3) \Rightarrow E_3 - E_1 = \left(-\frac{1}{9}E_R\right) - (-E_R) = \frac{8}{9}E_R \quad \checkmark$$

می‌بینیم که انرژی فوتون تابیده به مجموعه $\left(\frac{8}{9}E_R\right)$ با اختلاف انرژی ترازهای $n=1$ و $n=3$ برابر است و این سبب گسیل القایی می‌شود.

مفهوم مطلب بالا این است که اتم در حالت $n=3$ به حالت $n=1$ می‌رود و فوتونی با انرژی $\frac{8}{9}E_R$ گسیل می‌کند. انرژی خروجی از مجموعه $72E_R$ است به طوری که $\frac{8}{9}E_R$ آن مربوط به

فوتون اولیه‌ای است که به مجموعه تابانده شده است و باقی آن مربوط به گسیل‌های القایی است:

$$72E_R - \frac{8}{9}E_R = N\left(\frac{8}{9}E_R\right) \rightarrow \frac{640}{9} \cancel{E_R} = N\left(\frac{8}{9} \cancel{E_R}\right) \rightarrow \boxed{N = \frac{640}{8} = 80}$$

چون گفته شده فوتون‌هایی هم‌انرژی تولید می‌شوند حالت $n=3$ تا $n=2$ را لحاظ نکردیم.

۱۶۰ گزینه ۴

نکته: دانش آموزان گرامی توجه فرمایید؛ طبق متن کتاب درسی، به جای n می‌توانیم از n_U و بالعکس و به جای n' می‌توانیم از n_U استفاده نماییم و بالعکس.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{\text{انرژی تراز اولین حالت برانگیخته: } n^2} E_2 = -\frac{E_R}{n^2} = -\frac{E_R}{4} \Rightarrow \text{فوتون } E = \frac{E_R}{n_L^2} - \frac{E_R}{n_U^2}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

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

بررسی گزینه‌ها:

$$(۱) \begin{cases} n_L = ۲ \\ n_U = ۵ \end{cases} \rightarrow E = E_R \left(\frac{1}{۲^2} - \frac{1}{۵^2} \right) = \frac{۲۱ E_R}{۱۰۰}$$

$$(۲) \begin{cases} n_L = ۲ \\ n_U = ۴ \end{cases} \rightarrow E = E_R \left(\frac{1}{۲^2} - \frac{1}{۴^2} \right) = \frac{۱۲ E_R}{۶۴} = \frac{۳ E_R}{۱۶}$$

$$(۳) \begin{cases} n_L = ۲ \\ n_U = \infty \end{cases} \rightarrow E = E_R \left(\frac{1}{۲^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{۱}{۴} E_R$$

$$(۴) \begin{cases} n_L = ۱ \\ n_U = ۲ \end{cases} \rightarrow E = E_R \left(\frac{1}{۱^2} - \frac{1}{۲^2} \right) = \frac{۳ E_R}{۴}$$

۱۶۱ گزینه ۳ در گسیل القایی ما با یک فوتون تابشی، فوتون برانگیخته را به تراز پایین تر منتقل می کنیم و وادار به تابش فوتون می کنیم. پس دو نوترون خروجی داریم. سایر موارد عبارت های درستی در مورد لیزر هستند.

۱۶۲ گزینه ۴ $\frac{۵}{۳۶} E_R$ اختلاف دو مدار $n = ۲$ و $n = ۳$ خواهد بود.

$$E_۳ - E_۲ = \left(-\frac{E_R}{۹} \right) - \left(-\frac{E_R}{۴} \right) = \frac{۵}{۳۶} E_R$$

بنابراین اتم این فوتون را جذب نکرده بلکه به حالت پایه برمی گردد و یک فوتون مشابه (هم انرژی، هم گام، هم جهت) گسیل می کند که به آن گسیل القایی می گویند.

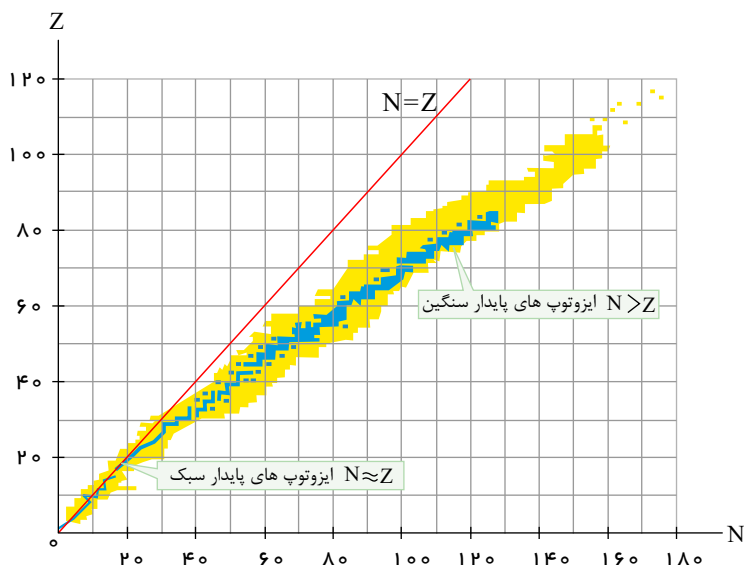
۱۶۳ گزینه ۴ برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی دو تراز برابر باشد، بنابراین چون الکترون در ابتدا در تراز $n = ۲$ قرار دارد، برای گسیل القایی باید فوتونی با انرژی $E_۳ - E_۱$ به آن بتابانیم تا گسیل القایی رخ دهد.

۱۶۴ گزینه ۴ فوتون هایی که تشکیل یک باریکه لیزر می دهند هم جهت، هم بسامد و هم فاز هستند.

۱۶۵ گزینه ۱ در گسیل القایی الکترون از مدار بالاتر به مدار پایین تر می رود و فوتون های ورودی در جهتی کاتوره ای گسیل می شوند.

۱۶۶ گزینه ۳ هسته هایی که دارای عدد اتمی یکسان (تعداد پروتون های یکسان) هستند ولی تعداد نوترون های متفاوت دارند، ایزوتوپ نامیده می شوند. بنابراین هسته های A و B ایزوتوپ یکدیگرند. چون خط واصل دو هسته A و C بر خط $N = Z$ عمود است، بنابراین طبق تعریف عدد جرمی $N = -Z + A$ ، دو هسته A و C دارای عدد جرمی یکسان هستند. با توجه به این که در هسته C ، تعداد پروتون های هسته از تعداد نوترون های آن بیش تر است، بنابراین هسته C نمی تواند یک هسته پایدار در طبیعت باشد. هسته های B و C دارای تعداد نوترون های یکسانی هستند.

۱۶۷ گزینه ۳ طبق متن کتاب و شکل زیر از سبک ترین به سنگین ترین هسته نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می یابد.



۱۶۸ گزینه ۴ در هسته اتم ها، مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده هسته مقداری بیشتر از جرم واقعی هسته بوده که این اختلاف جرم ضرب در مربع تندی نور معادل با انرژی بستگی هسته ای می شود.

۱۶۹ گزینه ۲ A و B عدد اتمی یکسان دارند، پس ایزوتوپ های یک عنصر هستند و خواص شیمیایی یکسان دارند و با روش های شیمیایی قابل جداسازی نیستند، اما ماده شیمیایی دیگری است

چون عدد اتمی آن با A و B متفاوت است.

$$N = A - Z \Rightarrow \begin{cases} N_A = 28 \\ N_B = 29 \\ N_C = 29 \end{cases}$$

پس نوترون‌های B و C با هم برابر است.

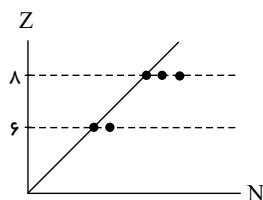
۱۷۰ گزینه ۲ موارد «الف» و «ب» درست هستند.

به کمک این نمودار می‌توان تعداد ایزوتوپ‌های یک عنصر را مشخص کرد.

۱۷۱ گزینه ۳ برای تشخیص تعداد ایزوتوپ‌های یک عنصر از روی نمودار $Z - N$ ، کافی است خطی افقی از روی محور Z از عنصر مربوطه رسم کنیم. تعداد نقاط تلاقی این خط با نقطه‌های روی

نمودار، تعداد ایزوتوپ‌های آن عنصر را نشان می‌دهد.

می‌دانیم عدد اتمی کربن ۶ و عدد اتمی اکسیژن ۸ است.



پس:

$$\frac{\text{تعداد ایزوتوپ } C}{\text{تعداد ایزوتوپ } O} = \frac{2}{3}$$

۱۷۲ گزینه ۲ طبق نمودار کتاب با افزایش عدد اتمی نسبت نوترون (N) به پروتون (P) افزایش می‌یابد. توجه کنیم که سؤال نسبت $\frac{Z}{N}$ را خواسته که کاهش می‌یابد.

۱۷۳ گزینه ۱ ابتدا انرژی حاصل از تبدیل سه گرم ماده به انرژی را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$E_{\text{ورودی}} = mc^2 = 3 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow E_{\text{ورودی}} = 3^3 \times 10^{13} J$$

حال با توجه به تعریف بازده می‌توان نوشت:

$$Ra = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} = \frac{nPt}{E_{\text{ورودی}}} \Rightarrow \frac{30}{100} = \frac{n \times 200 \times 15 \times 60}{3^3 \times 10^{13}} \Rightarrow n = 4.5 \times 10^8 \text{ لامپ}$$

۱۷۴ گزینه ۴ مطابق نمودار عدد جرمی عناصر A و C با یکدیگر برابر است. زیرا:

$$A_A = Z_A + N_A \xrightarrow[N_C = Z_A + 2]{N_A = N_C + 2} A_C = A_A$$

با توجه به نمودار عنصر A دو پروتون کمتر از اتم C دارد، با واپاشی ذرات β^- (الکترون) عدد جرمی تغییر نمی‌کند و عدد اتمی به اندازه تعداد ذرات β^- افزایش می‌یابد. بنابراین عنصر A با واپاشی دو ذره β^- به عنصر C تبدیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱، : عدد جرمی اتم B بزرگ‌تر از عدد جرمی اتم C است.

گزینه ۲، : عنصر B با عنصر C و همچنین عنصر A با عنصر D ایزوتوپ هستند.

گزینه ۳، : عنصر C با تابش دو ذره β^+ به عنصر A تبدیل می‌شود.

۱۷۵ گزینه ۱ برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه الکترواستاتیکی پروتون‌ها با نیروی جاذبه بین نوکلئون‌ها، که ناشی از نیروی هسته‌ای است، موازنه شده باشد. ولی به دلیل بلندبرد بودن نیروی

الکترواستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند، در حالی که یک پروتون با یک نوترون، فقط نزدیک‌ترین نوکلئون‌های مجاور خود را با نیروی هسته‌ای جذب می‌کند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون‌های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد.

۱۷۶ گزینه ۴

ابتدا مقدار انرژی معادل جرم را حساب می‌کنیم:

$$E = mc^2 = (6 \times 10^{-6})(3 \times 10^8)^2 = 6 \times 9 \times 10^{10} J$$

انرژی الکتریکی مصرفی مجموعه‌ای از مقاومت‌های موازی مشابه برابر است با:

$$U = P \times t = \frac{V^2}{R_{eq}} \times t \xrightarrow{R_{eq} = \frac{R}{n}} U = n \frac{V^2}{R} t = n \times \frac{200^2}{10} \times (5 \times 3600)$$

از برابر قرار دادن E و U ، تعداد مقاومت‌ها (n) به‌دست می‌آید:

$$U = E \Rightarrow n \times 4 \times 10^3 \times 18 \times 10^3 = 6 \times 9 \times 10^{10} \Rightarrow n = \frac{15000}{2} = 7500$$

۱۷۷ گزینه ۱ در واپاشی ۲ تعداد Z و N هر دو کاهش یافته $\leftarrow$ واپاشی آلفا (α)

در واپاشی ۱ تعداد Z افزایش و تعداد N کاهش یافته $\leftarrow$ واپاشی بتازا (β^- الکترون)

۱۷۸ گزینه ۲ اختلاف ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه keV تا MeV است. پس باید بررسی کنیم عدد کدام گزینه در این بازه قرار می‌گیرد.
بررسی گزینه‌ها:

$$\text{گزینه ۱: } 4 \times 10^{-10} J \left(\frac{1e}{1.6 \times 10^{-19} C} \right) = 2.5 \times 10^9 eV = 2.5 GeV \quad \times$$

$$\text{گزینه ۲: } 4 \times 10^{-14} J \left(\frac{1e}{1.6 \times 10^{-19} C} \right) = 2.5 \times 10^5 eV = 250 keV \quad \checkmark$$

$$\text{گزینه ۳: } 500 pJ = 500 \times 10^{-12} J \left(\frac{1e}{1.6 \times 10^{-19} C} \right) = 3.125 \times 10^9 eV = 3.125 GeV \quad \times$$

$$\text{گزینه ۴: } 8 nJ = 8 \times 10^{-9} J \left(\frac{1e}{1.6 \times 10^{-19} C} \right) = 5 \times 10^{10} eV = 50 GeV \quad \times$$

۱۷۹ گزینه ۱ انرژی بستگی هسته از رابطه اینشتین به دست می‌آید که آن را با B نمایش می‌دهیم:

$$B = mc^2 = (32 \times 10^{-3} \times 10^{-3}) (3 \times 10^8)^2 = 32 \times 9 \times 10^{10} J$$

برای تبدیل ژول (همان کولن ولت) به الکترون ولت از تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم.

$$B = 32 \times 9 \times 10^{10} \cancel{J} V \left(\frac{1e}{1.6 \times 10^{-19} \cancel{C}} \right) = 1.8 \times 10^{31} eV$$

۱۸۰ گزینه ۲ نیروی الکترواستاتیکی از نوع رانشی است، بنابراین جمله «الف» نادرست است.

نیروی الکترواستاتیکی بلندبرد است بنابراین جمله «د» نیز نادرست است.

۱۸۱ تک پله: سرعت واپاشی دو عنصر توریم و اورانیوم چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومه شمسی در چندین میلیارد سال پیش، فقط مقدار کمی از آن‌ها بر اثر واپاشی، به عنصرهای سبک‌تر تبدیل شده‌اند.

۱۸۲ گزینه ۱ اختلاف بین جرم هسته و جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن را کاستی جرم می‌نامیم.

انرژی بستگی از حاصل ضرب کاستی جرم در c^2 به دست می‌آید.

$$E = mc^2$$

$$\frac{B_B}{B_A} = \frac{m_B c^2}{m_A c^2} = \frac{m_B}{m_A} = 2$$

۱۸۳ گزینه ۴ نیروی هسته‌ای بین یک نوکلئون و تنها نوکلئون‌های مجاورش وارد می‌شود.

درستی سایر گزینه‌ها با توجه به متن کتاب درسی واضح است.

۱۸۴ گزینه ۲ گزینه «۱» نادرست است. انرژی بستگی انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته است.

گزینه «۳» نادرست است. انرژی بستگی طبق رابطه $E = mc^2$ محاسبه می‌شود.

گزینه «۴» نادرست است. اختلاف جرم کوچک وقتی در مربع تندی نور (c^2) ضرب می‌شود، عدد قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت.

۱۸۵ گزینه ۱ طبق رابطه اینشتین $E = mc^2$ ، انرژی حاصل از تغییر جرم برابر است با:

$$E = mc^2 = 8 \times 10^{-29} \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 72 \times 10^{-16} J$$

$$\xrightarrow[\div e]{\text{تبدیل به } eV} E = \frac{72 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19}} = 45000 eV = 45 KeV$$

۱۸۶ گزینه ۲ توجه کنیم که هر نوکلئون به نزدیک‌ترین نوکلئون‌هایی اطرافش (نوکلئون‌های کناری) نیروی هسته‌ای وارد می‌کند.

۱۸۷ گزینه ۲ نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته، نوکلئون نامیده می‌شوند. بنابراین تعداد نوکلئون‌های هر هسته برابر با عدد جرمی آن است.

$$332 + 1 = 181 + A + 3 \Rightarrow A = 149$$

۱۸۸ گزینه ۲ ذره آلفا همان هسته هلیوم دو بار مثبت است. با موازنه اعداد جرمی و اتمی در دو طرف واکنش داریم:

$$78 = 90 - 2m \Rightarrow m = \frac{12}{2} = 6$$

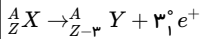
$$n = 240 - 4 \times 6 \Rightarrow n = 216$$

$$N = A - Z \xrightarrow{A=216, Z=78} N = 216 - 78 = 138$$

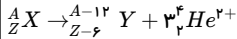
۱۸۹ گزینه ۳ پرتوی گاما هیچ تأثیری در عدد اتمی و عدد جرمی ندارد و جزو امواج الکترومغناطیسی است. هسته برانگیخته با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می‌رسد.

$${}_Z^A X^* \rightarrow {}_Z^A X + \gamma$$

با گسیل ۳ ذرهٔ پوزیترون، عدد اتمی ۳ واحد کاهش می‌یابد و عدد جرمی ثابت می‌ماند.



با گسیل ۳ ذرهٔ آلفا، عدد جرمی ۱۲ واحد و عدد اتمی ۶ واحد کاهش می‌یابد.



پس با در نظر گرفتن همهٔ موارد فوق، عدد اتمی ۹ واحد و عدد جرمی ۱۲ واحد کاهش می‌یابد.

۱۹۰ گزینه ۲ طبق متن کتاب، با افزایش وارونی جمعیت، نور لیزر قوی‌تر می‌شود.

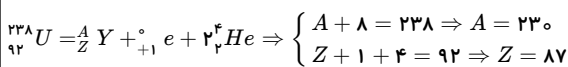
بررسی گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ ۱: ذرهٔ آلفا دارای بار $|e| + 2$ است. پس هنگامی‌که هسته‌ای یک ذرهٔ آلفا از دست می‌دهد، بارش به اندازهٔ $2|e|$ کاهش می‌یابد.

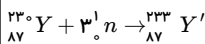
گزینهٔ ۳: بسیاری از خطوط تاریک فرانیهوفر در طیف خورشید، ناشی از جذب طول‌موج‌های مربوط به این خط‌ها توسط گازهای جو خورشید است. خط‌های دیگر به سبب جذب نور در گازهای جو زمین پدید می‌آیند. براین‌اساس، طیف نور خورشید، طیف جذبی است.

گزینهٔ ۴: طبق رابطهٔ کتاب $[r_n = a_0 \times n^2]$ و هم‌چنین شکل ۵-۱۲ کتاب درسی، هر چه شمارهٔ مدار بیشتر می‌شود، فاصلهٔ مدارها از یکدیگر نیز بیشتر می‌شود.

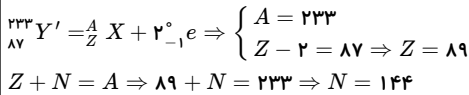
۱۹۱ گزینه ۲ در اولین واپاشی، معادلهٔ این واپاشی به‌صورت زیر است:



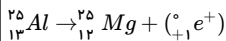
پس هستهٔ به‌دست آمده به‌صورت ${}^{234}_{90}Y$ است. اگر سه نوترون جذب این هسته گردد:



اکنون اگر این هسته دو الکترون گسیل کند، معادلهٔ زیر را خواهیم داشت:



۱۹۲ گزینه ۳ ابتدا معادلهٔ واپاشی را می‌نویسیم:



بنابراین محصول نهایی منیزیم است. طبق رابطهٔ $A = Z + N$ ، تعداد نوترون‌های محصول نهایی برابر است با:

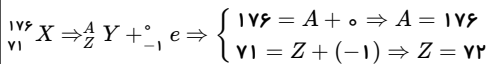
$$25 = 12 + N \Rightarrow N = 13$$

۱۹۳ گزینه ۱

با نوشتن معادلهٔ واپاشی داریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} 237 = 3 \times 4 + (1 \times 0) + A \Rightarrow A = 237 - 12 = 225 \\ 93 = 3 \times 2 + (1 \times (-1)) + Z \Rightarrow Z = 93 - 5 = 88 \end{cases} \Rightarrow N = A - Z \Rightarrow N = 225 - 88 = 137$$

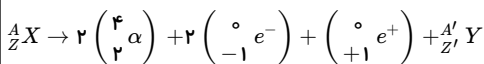
۱۹۴ گزینه ۲ فرآیند واپاشی عنصر را می‌نویسیم:



بنابراین هسته دختر ${}^{176}_{72}Y$ است و تعداد نوترون‌های آن برابر است با:

$$N_Y = A - Z = 176 - 72 = 104$$

۱۹۵ گزینه ۳ معادله واپاشی را با فرض هسته مادر X و هسته دختر Y می‌نویسیم.



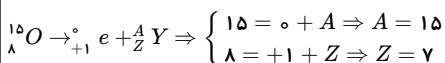
با توجه به معادله واپاشی داریم:

$$\begin{cases} A = 2 \times 4 + 0 + 0 + A' \\ Z = 2 \times 2 + 2(-1) + (+1) + Z' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 8 + A' \\ Z = 3 + Z' \end{cases}$$

می‌دانیم $A = Z + N$ و $A' = Z' + N'$ پس:

$$\begin{cases} A = 8 + A' \\ Z = 3 + Z' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z + N = 8 + Z' + N' \\ Z = 3 + Z' \end{cases} \Rightarrow 3 + Z' + N = 8 + Z' + N' \Rightarrow N - N' = 8 - 3 = 5$$

۱۹۶ گزینه ۴ معادله واپاشی را می‌نویسیم:



تعداد نوترون‌های هسته مادر $({}^{15}_8O)$ و هسته دختر $({}_7^{15}Y)$ برابر است با:

$$\begin{cases} N_O = A_O - Z_O = 15 - 8 = 7 \\ N_Y = A_Y - Z_Y = 15 - 7 = 8 \end{cases} \Rightarrow N_Y = N_O + 1$$

۱۹۷ گزینه ۱

اگر هستهٔ مادر را با A_ZX و هستهٔ دختر را ${}^{A'}_{Z'}Y$ بنامیم، داریم:

$${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{20}_{11}e^+ + {}^0_0\gamma + {}^{A'}_{Z'}Y$$

$$\begin{cases} A = 4 + 20 + 0 + A' \\ Z = 2 + 11 + 0 + Z' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A' = A - 4 \\ Z' = Z - 6 \end{cases}$$

تعداد نوترون‌های هسته مادر (X) و هسته دختر (Y) برابر است با:

$${}^A_ZX \Rightarrow N = A - Z$$

$${}^{A-4}_{Z-6}Y \Rightarrow N' = A - 4 - (Z - 6) = A - Z - 2$$

بنابراین تعداد نوترون‌های هسته مادر ۲ عدد بیشتر از هسته دختر است.

۱۹۸ گزینه ۴ در تمام فرآیندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرآیند واپاشی هسته‌ای پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرآیند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرآیند مساوی است.

۱۹۹ گزینه ۴

$${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{20}_{11}e + {}^{A'}_{Z'}Y \Rightarrow \begin{cases} A = 4 + 0 + A' \rightarrow A' = A - 4 \\ Z = 2 + 1 + Z' \rightarrow Z' = Z - 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 3 \text{ پروتون و } 1 \text{ نوترون از هسته کم شده است} \end{matrix}$$

۲۰۰ گزینه ۱ می‌دانیم که با گسیل پرتوی بتا عدد جرمی تغییر نمی‌کند، اما به عدد اتمی ۱ واحد افزوده می‌شود. همچنین با گسیل ذرهٔ آلفا از عدد اتمی ۲ واحد و از عدد جرمی ۴ واحد کاسته می‌شود. با تبدیل سرب ۲۱۴ به بیسموت ۲۱۰ از عدد جرمی ۴ واحد کاسته شده و به عدد اتمی ۱ واحد اضافه شده است. بنابراین سرب ۲۱۴، ۱ ذرهٔ آلفا و ۳ ذرهٔ بتای منفی گسیل کرده است.

$${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{210}_{83}Bi + m {}^4_2\alpha + n {}^0_{-1}\beta$$

$$4m + 210 = 214 \Rightarrow m = 1$$

$$83 + 2m + (-1)n = 82 \Rightarrow n = 3$$

۲۰۱ گزینه ۱ می‌دانیم که در پرتوزایی طبیعی همراه با گسیل یک پوزیترون، عدد اتمی هستهٔ مادر یک واحد کاهش یافته و عد نوترونی‌اش یک واحد افزایش می‌یابد.

۲۰۲ گزینه ۱ ابتدا واکنش β^+ را می‌نویسیم:

$${}^A_ZX \rightarrow {}^0_{+1}\beta + {}^A_{Z-1}Y$$

همان‌طور که می‌بینیم عدد جرمی عنصر به‌دست آمده برابر عدد جرمی X است، بنابراین عنصر موردنظر یا A است یا D . اما با توجه به اینکه عدد اتمی عنصر موردنظر به اندازهٔ ۱ واحد کمتر از عدد اتمی X است، پس عنصر موردنظر نمی‌تواند D باشد و جواب این سؤال A خواهد بود.

۲۰۳ گزینه ۴ تابش β^+ (${}^0_{+1}e^+$) یکی از تعداد پروتون‌ها کم می‌کند، بدون اینکه تغییری در عدد جرمی حاصل شود و این مستلزم افزایش تعداد نوترون‌هاست.

۲۰۴ گزینه ۴ ذرهٔ (۲) چون منحرف نشده پس فاقد بار است. $\leftarrow$ اشعهٔ گاما

براساس قانون دست راست مشخص است که ذرهٔ (۱) بار مثبت و ذرهٔ (۳) دارای بار منفی است. که تنها گزینهٔ «۴» می‌تواند درست باشد.

در ضمن می‌دانیم به دلیل سنگین‌تر بودن ذرهٔ α از β (پوزیترون یا الکترون) انحراف α از β کمتر است.

که با توجه به این نکته نیز می‌توانیم گزینهٔ درست را پیدا کنیم.

۲۰۵ گزینه ۳ معادلهٔ واپاشی را برای هستهٔ مادر A_ZX می‌نویسیم و با موازنه، عنصر دختر y را مشخص می‌کنیم.

$${}^A_ZX \rightarrow y + 3 {}^0_0\gamma + 3 {}^{20}_{11}e + 3 {}^4_2\alpha \Rightarrow {}^{A-12}_{Z-9}y$$

۲۰۶ گزینه ۱ طبق $F_B = qvB \sin \theta$ چون بار ذره آلفا بیشتر است (دو برابر است) نیروی دو برابر بر آن وارد می‌شود ولی شتاب β^- بیشتر است.

۲۰۷ گزینه ۲ این واکنش به‌صورت مقابل است:

$${}^{29}_{14}Si \rightarrow {}^{29}_{15}P + {}^0_{-1}e^-$$

پس واکنش از نوع β^- است و الکترون با بار منفی ایجاد می‌شود.

۲۰۸ گزینه ۱ در واپاشی گاما، هستهٔ برانگیخته به حالت پایه می‌رسد و عدد اتمی و عدد جرمی هستهٔ مادر و هستهٔ دختر یکسان است.

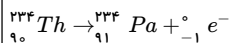
۲۰۹ گزینه ۱ متداول‌ترین نوع واپاشی، واپاشی β است و ذرات گسیل‌شده می‌توانند الکترون (${}^0_{-1}e^-$) یا پوزیترون (${}^0_{+1}e^+$) باشند.

۲۱۰ گزینه ۴ چون تنها یک واحد از عدد اتمی کاسته شده، اتم یک ذره‌ی پوزیترون e^+ گسیل کرده است.

۲۱۱ گزینه ۲ عدد اتمی عنصر مادر (اکسیژن) ۸ است و پس از واپاشی β^+ ، یک پروتون هستهٔ مادر، به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود. بنابراین هستهٔ دختر از جنس نیتروژن است که عدد اتمی‌اش یک واحد کمتر از عدد اتمی اکسیژن است.

۲۱۲ گزینه ۴ در واکنش اول از عدد اتمی هستهٔ مادر، یک واحد کم شده، پس m یک پوزیترون (${}^0_{+1}e^+$) است. ${}^{124}_{53}I \rightarrow {}^{124}_{52}Te + {}^0_{+1}e^+$

در واکنش دوم عدد اتمی هسته دختر، یک واحد بیشتر از عدد اتمی هسته مادر است، پس n یک الکترون (${}_{-1}^0e^{-}$) است.

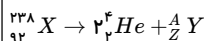


۲۱۳ گزینه ۴ پوزیترون و الکترون کمترین جرم را دارند. بار الکتریکی ذره‌های پوزیترون و الکترون و پروتون هم‌اندازه‌اند. بنابراین طبق $F_E = E \cdot q$ نیروی یکسانی بر هر سه ذره وارد می‌شود، ولی جرم پروتون بیشتر از β^{+} و β^{-} است، پس بزرگی شتاب پروتون کمتر از پوزیترون است. نیروی وارد بر آلفا به دلیل وجود ۲ بار مثبت از همه ذره‌ها بیشتر است. ولی بزرگی شتاب آن به دلیل جرم بالاتری که دارد، کمترین شتاب است. بر ذره گاما به دلیل خنثی بودن نیرو وارد می‌شود. بنابراین می‌توان بزرگی نیروها و بزرگی شتاب‌ها را به صورت زیر مرتب کرد.

$$F_{\alpha} > F_{\beta^{+}} = F_{\beta^{-}} = F_P > F_N = 0$$

$$a_{\beta^{+}} = a_{\beta^{-}} > a_P > a_{\alpha} > a_N = 0$$

۲۱۴ گزینه ۲



$$238 = (2 \times 4) + A \Rightarrow A = 230$$

$$92 = (2 \times 2) + Z \Rightarrow Z = 88$$

$$N = 230 - 88 = 142 \text{ هسته دختر}$$

$$N = 238 - 92 = 146 \text{ هسته مادر}$$

بنابراین گزینه‌های ب و پ درست است.

۲۱۵ گزینه ۴ تعداد هسته‌های اولیه هر ماده را N_0 در نظر می‌گیریم. برای ماده A داریم:

$$N_A = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \Rightarrow \frac{1}{32} N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \Rightarrow n_A = 5 \Rightarrow \frac{t}{\left(T_{\frac{1}{2}}\right)_A} = 5 \Rightarrow \left(T_{\frac{1}{2}}\right)_A = \frac{t}{5} \quad (*)$$

چون ۷۵٪ از هسته‌های اولیه ماده B دچار فروپاشی شده‌اند، ۲۵٪ از هسته‌های آن باقی مانده‌اند، بنابراین برای ماده B داریم:

$$N_B = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \Rightarrow \frac{1}{4} N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \Rightarrow n_B = 2 \Rightarrow \frac{t}{\left(T_{\frac{1}{2}}\right)_B} = 2 \Rightarrow \left(T_{\frac{1}{2}}\right)_B = \frac{t}{2} \quad (**)$$

در نتیجه:

$$\xrightarrow{(*),(**)} \frac{\left(T_{\frac{1}{2}}\right)_B}{\left(T_{\frac{1}{2}}\right)_A} = \frac{\frac{t}{2}}{\frac{t}{5}} = \frac{5}{2}$$

۲۱۶ گزینه ۴

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2^n}\right) \rightarrow \frac{25}{100} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{25}{100} = \frac{1}{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}} \cdot 2}} \Rightarrow 2 \cdot \frac{t}{T_{\frac{1}{2}} \cdot 2} = 4 = 2^2$$

$$\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = 2 \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{1,5h}{2} = \frac{90min}{2} = 45min = 2700s$$

۲۱۷ گزینه ۱ ابتدا با توجه به نمودار نیمه عمر A و B را به دست می‌آوریم:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$N_{\text{باقی مانده}} = \frac{N_0}{2^n} \left\{ \begin{array}{l} t = 4h_0, \left(\frac{N_{\text{باقی مانده}}}{N_0} \right)_A = \frac{1}{2} \\ \xrightarrow{\quad} \frac{1}{2} = \frac{1}{\frac{4}{2^{\frac{1}{2}}}} \\ n_A = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \\ \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 4h \\ t = 4h_0, \left(\frac{N_{\text{باقی مانده}}}{N_0} \right)_B = \frac{1}{4} \\ \xrightarrow{\quad} \frac{1}{4} = \frac{1}{\left(\frac{4}{T_{\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}}} \right)} \\ n_B = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}'} \\ \Rightarrow T_{\frac{1}{2}}' = 2h \end{array} \right.$$

$$N_{\text{وایشی}} = N_0 - \frac{N_0}{2^n} \left\{ \begin{array}{l} t = 4h, n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}} \frac{1}{2}} \\ \xrightarrow{\quad} (N_{\text{وایشی}})_A \\ T_{\frac{1}{2}} = 4h \\ = N_0 \left(1 - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{4} N_0 \quad (I) \\ t = 4h, n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}' \frac{1}{2}} \\ \xrightarrow{\quad} (N_{\text{وایشی}})_B \\ T_{\frac{1}{2}}' = 2h \\ = N_0 \left(1 - \frac{1}{2^4} \right) = \frac{15}{16} N_0 \quad (II) \end{array} \right.$$

$$I \text{ و } II \Rightarrow \frac{(N_{\text{وایشی}})_A}{(N_{\text{وایشی}})_B} = \frac{\frac{3}{4} N_0}{\frac{15}{16} N_0} = \frac{4}{5}$$

۲۱۸ گزینه ۱ با استفاده از رابطه نیمه عمر و نمودار، داریم:

$$\frac{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}} \frac{1}{2}}}{2} = \frac{m_0}{m} \Rightarrow 2^{\frac{48}{12}} = \frac{8}{m} \Rightarrow 16 = \frac{8}{m} \Rightarrow m = 0.5g$$

۲۱۹ گزینه ۲

$$t = nT \Rightarrow 4 = n \times 1 \Rightarrow n = 4 \Rightarrow m_{\text{باقی مانده}} = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow m_0 - 45 = \frac{m_0}{2^4} \Rightarrow 16m_0 - 16 \times 45 = m_0 \Rightarrow 15m_0 = 16 \times 45 \Rightarrow m_0 = 48g$$

$$m_{\text{باقی مانده}} = m_0 : \text{جرم فعال باقی مانده پس از سه ساعت دیگر یعنی پس از گذشت ۳ نیمه عمر دیگر} \\ \frac{m_0}{2^{4+3}} = \frac{m_0}{128} = \frac{48}{128} = 0.375g$$

۲۲۰

گزینه ۲ زمانی که تعداد هسته ها $\frac{N_0}{2}$ شده باشد، یک نیمه عمر سپری شده است. اگر از تعداد هسته ها $\frac{7N_0}{16}$ واپاشیده شود، باقی مانده ها برابرند با:

$$\frac{N_0}{2} - \frac{7N_0}{16} = \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^4} \Rightarrow 4 \text{ نیمه عمر باید سپری شده باشد.}$$

پس بین این دو مقدار باید سه نیمه عمر دیگر سپری شده باشد.

$$3T = 9 \Rightarrow T = 3 \text{ روز نیمه عمر}$$

۲۲۱ گزینه ۴ جرم باقی مانده پس از ۳ نیمه عمر برابر است با:

$$m = \left(\frac{1}{2} \right)^n \times m_0 = \frac{m_0}{8} \quad (1)$$

جرم اولیه (m_0) برابر با مجموع جرم واپاشی شده و جرم باقی مانده است؛ پس:

$$m_0 = m + 70 \quad (2)$$

حال با توجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\xrightarrow{(2),(1)} m_o - v_o = \frac{m_o}{\lambda} \Rightarrow \lambda m_o - 56_o = m_o \Rightarrow m_o = \lambda o g$$

روش دوم: پس از گذشت ۳ نیمه عمر، $\frac{1}{\lambda}$ هسته های اولیه باقی می ماند، پس $\frac{v}{\lambda}$ هسته های اولیه واپاشیده می شود؛ بنابراین:

$$\frac{v}{\lambda} m_o = v_o \rightarrow m_o = \lambda o \text{ گرم}$$

۲۲۲ گزینه ۱ پس از گذشت ۶۰ ساعت داریم:

$$N_A = N_B \Rightarrow \frac{N_o}{v^{n_A}} = \frac{2N_o}{v^{n_B}} \Rightarrow n_A + 1 = n_B$$

چون $\frac{12_o h}{6h} = 2$ است، بنابراین تعداد نیمه عمرها پس از گذشت مدت زمان $12_o h$ ، دو برابر نیمه عمر پس از گذشت $6_o h$ است.

$$\left. \begin{array}{l} N_A = \frac{N_o}{v^{2n_A}} \\ n_B = \frac{2N_o}{v^{2n_B}} \end{array} \right\} \xrightarrow{n_A+1=n_B} \left\{ \begin{array}{l} N_A = \frac{N_o}{v^{2n_A}} \\ N_B = \frac{2N_o}{v^{2n_A+2}} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = 2$$

۲۲۳ گزینه ۳ از رابطه $m = m_o \left(\frac{1}{v}\right)^n$ تعداد نیمه عمرهای سپری شده در مدت ۲۴ ساعت را می یابیم:

$$\frac{1}{\lambda} m_o = m_o \cdot \frac{1}{v^n} \Rightarrow v^n = v^3 \Rightarrow n = 3$$

حال از رابطه $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ نیمه عمر را به دست می آوریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 3 = \frac{24}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 8$$

۲۲۴ گزینه ۳ با توجه به نمودار پس از گذشت ۶۴ شبانه روز، از ۲۰۰۰ هسته اولیه تعداد ۱۲۵ هسته باقی مانده است؛ پس:

$$N = N_o \left(\frac{1}{v}\right)^n \Rightarrow 125 = 2000 \left(\frac{1}{v}\right)^n \Rightarrow n = 4 \text{ شبانه روز}$$

نیمه عمر عنصر برابر است با:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 4 = \frac{64}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 16 \text{ شبانه روز}$$

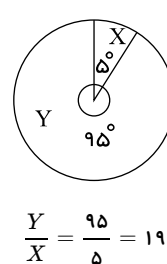
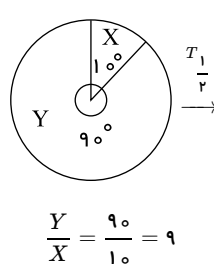
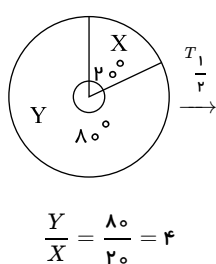
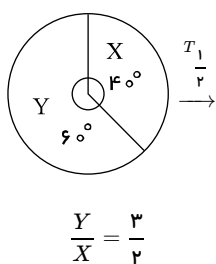
پس از گذشت زمان t ، از ۲۰۰۰ هسته اولیه تعداد ۵۰۰ هسته باقی مانده است؛ پس:

$$N = N_o \left(\frac{1}{v}\right)^{n'} \Rightarrow 500 = 2000 \left(\frac{1}{v}\right)^{n'} \Rightarrow n' = 2$$

زمان t برابر است با:

$$n' = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 2 = \frac{t}{16} \Rightarrow t = 32 \text{ شبانه روز}$$

۲۲۵ گزینه ۲ پس از هر نیمه عمر درصد هسته های X نصف می شود.



۲۲۶ گزینه ۱ از شکل برمی آید نیمه عمر A برابر 100 سال ولی نیمه عمر B برابر 50 سال است. پس:

$$\left\{ \begin{array}{l} n_A = \frac{200}{100} = 2 \\ n_B = \frac{200}{50} = 4 \end{array} \right.$$

$$N = \frac{N_o}{v^n} \text{ باقی مانده}$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$N_A = \frac{8 \times 10^{20}}{2^2} = 2 \times 10^{20} \text{ باقی‌مانده}$$

$$N_B = \frac{8 \times 10^{20}}{2^4} = 0.5 \times 10^{20}$$

$$N'_A = 6 \times 10^{20} \text{ واپاشیده} \Rightarrow \frac{N'_A}{N'_B} = \frac{6}{7.5} = \frac{4}{5}$$

$$N'_B = 7.5 \times 10^{20} \text{ واپاشیده}$$

۲۲۷ گزینه ۳ با توجه به تمرین کتاب درسی نسبت کربن ۱۴ به کربن ۱۲ در هر نمونه زنده تقریباً مقداری معین و ثابت است که با مرگ آن نمونه و واپاشی کربن ۱۴ این نسبت رو به کاهش می‌گذارد. بنابراین در محاسبه کسر باقیمانده ماده رادیواکتیو به جای محاسبه خارج قسمت مقدار ماده اولیه به مقدار فعلی، خارج قسمت نسبت ماده اولیه به نسبت ماده فعلی را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\text{نسبت کربن ۱۴ به کربن ۱۲ در استخوان یافت شده}}{\text{نسبت کربن ۱۴ به کربن ۱۲ در نمونه زنده}} = \frac{1}{2^n} = \frac{3.25 \times 10^{-13}}{1.3 \times 10^{-12}} = \frac{1}{4} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{2^n}$$

$$n = 2, t = nT_{\frac{1}{2}} = 5730 \times 2 = 11460 \text{ years}$$

۲۲۸ گزینه ۲ با توجه به فرض سوال، تعداد هسته‌های باقی‌مانده A دو برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده B است. بنابراین داریم:

$$N_A = 2N_B \xrightarrow{N = \frac{N_0}{2^n}} \frac{N_{0A}}{2^{nA}} = \frac{2N_{0B}}{2^{nB}} \xrightarrow{N_{0B} = 4N_{0A}} \frac{N_{0A}}{2^{nA}} = \frac{2 \times 4N_{0A}}{2^{nB}}$$

$$\rightarrow 2^{nB} = 2^{nA} \times 8 = 2^{nA} \times 2^3 = 2^{nA+3} \rightarrow n_B = n_A + 3$$

حال اگر زمان واپاشی را t بنامیم، داریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$n_B = n_A + 3 \xrightarrow{n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} \frac{t}{T_{\frac{1}{2}B}} = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}A}} + 3 \rightarrow \frac{t}{1} - \frac{t}{3} = 3 \rightarrow 2t = 9 \rightarrow t = 4.5 \text{ سال}$$

۲۲۹ گزینه ۳

ابتدا نیمه‌عمر ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{N}{N_0} = 1 - \frac{93.75}{100} = \frac{6.25}{100} = \frac{6.25}{100 \times 100} = \frac{1}{16}$$

$$N_0 \xrightarrow{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{16}$$

$$4T = 1 \text{ ساعت} = 60 \text{ دقیقه} \Rightarrow T = 15 \text{ دقیقه}$$

نیمه‌عمر ماده ۱۵ دقیقه است (گزینه‌های ۲ و ۴ نادرست هستند)، پس برای رسیدن تعداد هسته‌ها از N_0 به $\frac{N_0}{4}$ ، دو نیمه‌عمر یعنی ۳۰ دقیقه زمان لازم است.

۲۳۰ گزینه ۱

وقتی در مدت ۱۵ روز ۸۷.۵٪ هسته‌ها واپاشی شده‌اند، پس ۱۲.۵٪ (معادل $\frac{1}{8}$) باقی می‌مانند؛ پس نیمه‌عمر آن ۵ روز است.

$$\frac{N}{N_0} = \frac{12.5}{100} = \frac{12.5}{1000} = \frac{1}{8}$$

$$N_0 \xrightarrow{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{8}$$

$$3T = 15 \Rightarrow T = 5 \text{ روز}$$

حال مراحل واپاشی را ادامه می‌دهیم تا تعداد هسته‌های باقیمانده به $\frac{1}{16}$ هسته‌های اولیه برسد.

$$\frac{N_0}{8} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{16}$$

بنابراین پس از ۵ روز دیگر (یک نیمه‌عمر ۵ روز) طول می‌کشد تا مجدداً تعداد هسته‌های باقیمانده نصف ($\frac{1}{16}$) شود.

۲۳۱ گزینه ۳ ابتدا ببینیم در لحظه t' تعداد هسته‌های باقی‌مانده ماده A چقدر می‌شود.

$$\frac{N}{N_0} = 1 - \frac{96.875}{100} = \frac{3.125}{100} \xrightarrow{N_0 = 4000} N = 4000 \times \frac{3.125}{100} = 125$$

تا لحظه t' ، تعداد هسته‌های ماده B از ۵۰۰ به ۱۲۵ می‌رسد، یعنی دو بار نصف شده و دو نیمه‌عمر سپری شده است.

۲۳۲ گزینه ۱ ابتدا مدت زمان x را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{N}{N_0} = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$$

$$N_0 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} \frac{N_0}{4}$$

پس x برابر ۴ ساعت است. اگر ۴ ساعت دیگر بگذرد، ۲ نیمه عمر دیگر سپری می‌شود و تعداد هسته‌های باقیمانده به $\frac{N_0}{16}$ می‌رسد؛ پس:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{16} \xrightarrow{\times 100} \frac{N}{N_0} = 6.25\%$$

و درصد هسته‌های واپاشی‌شده برابر است با:

$$100\% - 6.25\% = 93.75\%$$

۲۳۳ گزینه ۲ در ابتدا باید مقدار n (تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده) را بیابیم:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{12.5}{100} = \frac{125}{1000} = \frac{1}{8}$$

$$N_0 \xrightarrow{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{8}$$

پس ۳ نیمه‌عمر طول کشیده است. اگر ۳ نیمه‌عمر دیگر بگذرد:

$$\frac{N_0}{8} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{16} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{32} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{64}$$

یعنی $\frac{1}{64}$ هسته اولیه باقی مانده‌اند و $\frac{63}{64}$ هسته‌های اولیه دچار واپاشی شده‌اند.

۲۳۴ گزینه ۲ در بازه زمانی ۱۲ ساعت داده‌شده، ۲ نیمه‌عمر سپری شده است، زیرا:

$$N_0 = 64 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 32 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 16 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 8 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 4 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 2 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 10^9 \xrightarrow{2T} 0.5 \times 10^9 \xrightarrow{2T} 0.25 \times 10^9$$

۱۲ ساعت

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدت زمان کاهش هسته‌های پرتوزا از 10^9 به 0.25×10^9 اندازه دو نیمه‌عمر است.

$$2T = 12 \Rightarrow T = 6 \text{ ساعت}$$

۲۳۵ گزینه ۲ ابتدا طبق رابطه $\frac{m_0}{2^{(\frac{t}{T})}} = \text{باقی مانده}$ ، مقدار اولیه را حساب می‌کنیم:

$$3 = \frac{m_0}{2^{(\frac{84}{14})}} = \frac{m_0}{64} \Rightarrow m_0 = 192g$$

از طرفی هم می‌دانیم:

$$189g = 192g - 3g = \text{واپاشی شده} \rightarrow \text{باقی مانده} - \text{اولیه} = \text{واپاشی شده}$$

۲۳۶ گزینه ۲ برای زمان‌های t و $t + 5$ داریم: $\frac{m_0}{2^{(\frac{t}{T})}} = \text{باقی مانده}$

$$\left. \begin{aligned} t \rightarrow 0.5m_0 &= \frac{m_0}{2^{(\frac{t}{T})}} \\ t + 5 \rightarrow 0.125m_0 &= \frac{m_0}{2^{(\frac{t+5}{T})}} \end{aligned} \right\} \xrightarrow[\text{ساده کردن } m_0]{\text{تقسیم دو رابطه}} \frac{0.5}{0.125} = \frac{\frac{1}{2^{(\frac{t}{T})}}}{\frac{1}{2^{(\frac{t+5}{T})}}} = 2^{\frac{5}{T}} \Rightarrow 4 = 2^{\frac{5}{T}} \Rightarrow T = 2.5$$

با جایگذاری از رابطه اول داریم:

$$0.5m_0 = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{2.5}}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2^{\frac{t}{2.5}}} \rightarrow \frac{t}{2.5} = 1 \Rightarrow t = 2.5$$

۲۳۷ گزینه ۴

$$\text{تعداد باقی‌مانده پس از ۵ روز ۴ ام (۲۰ روز)} = \frac{m_0}{2^{\frac{20}{5}}} = \frac{m_0}{16} \rightarrow \text{واپاشی‌شده} = \frac{1}{16}m_0 = m$$

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$\text{تعداد باقی‌مانده پس از } \frac{m_o}{\frac{25}{2^5}} = \frac{m_o}{32} = \frac{m_o}{32} \rightarrow \text{واپاشی شده} = \frac{1}{32} m_o = m'$$

$$m - m' = 50 \rightarrow \frac{1}{16} m_o - \frac{1}{32} m_o = 50 \rightarrow \frac{(2-1)m_o}{32} = 50 \Rightarrow m_o = 50 \times 32 = 1600 \text{ gr}$$

۲۳۸ گزینه ۲ طبق گفته سؤال (باقی‌مانده $15m$ واپاشی m). از طرفی می‌دانیم (باقی‌مانده m - اولیه m) واپاشی m ، پس:

$$\frac{1}{16} m_{\text{اولیه}} = m_{\text{باقی‌مانده}} - m_{\text{باقی‌مانده}} = 15m$$

$$\text{طبق رابطه } \left(\frac{m_{\text{اولیه}}}{2^{\frac{t}{T}}} = m_{\text{باقی‌مانده}} \right) \text{ داریم:}$$

$$16 = 2^{\frac{t}{T}} \rightarrow 2^4 = 2^{\frac{t}{T}} \rightarrow 4 = \frac{t}{T} \xrightarrow{T=8} 4 = \frac{t}{8} \rightarrow t = 32 \text{ ساعت}$$

۲۳۹ گزینه ۳ با توجه به نمودار وقتی $t = 2$ ، (باقی‌مانده = ۱۰۰) و وقتی $t = 10$ ، (باقی‌مانده = ۲۵) است. با جایگذاری داریم:

$$\left. \begin{aligned} t=2 \rightarrow 100 &= \frac{m_o}{2^{\frac{2}{T}}} \\ t=10 \rightarrow 25 &= \frac{m_o}{2^{\frac{10}{T}}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{100}{25} = \frac{\frac{m_o}{2^{\frac{2}{T}}}}{\frac{m_o}{2^{\frac{10}{T}}}} \Rightarrow 4 = \frac{2^{\frac{10}{T}}}{2^{\frac{2}{T}}} = 2^{\left(\frac{10}{T} - \frac{2}{T}\right)} \Rightarrow 2^2 = 2^{\frac{8}{T}} \Rightarrow 2 = \frac{8}{T} \rightarrow T_{\text{نیمه‌عمر}} = 4$$

حال با جایگذاری در رابطه اول داریم:

$$100 = \frac{m_o}{2^{\frac{2}{4}}} = \frac{m_o}{2^{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{\frac{1}{2^{\frac{1}{2}}} = \sqrt{2}} 100 = \frac{m_o}{\sqrt{2}} \Rightarrow m_o = 100\sqrt{2}$$

۲۴۰ گزینه ۳ برای سادگی کار می‌توانیم پارامتری که نسبتی است را عدد جایگذاری کنیم:

$$\begin{aligned} T_A &= 2 \rightarrow T_A = 2T_B \\ T_B &= 1 \\ N_{oA} &= 100 \rightarrow N_{oA} = \frac{1}{4} N_{oB} \\ N_{oB} &= 400 \end{aligned}$$

$$\text{طبق رابطه نیمه‌عمر داریم: } \left(\frac{\text{اولیه}}{2^{\frac{t}{T}}} = \text{اولیه} - \text{واپاشی} \right)$$

$$\xrightarrow{\text{پس از } t} \left\{ \begin{aligned} A : A_{\text{واپاشی}} &= 100 - \frac{100}{2^{\frac{t}{2}}} \\ B : B_{\text{باقی‌مانده}} &= \frac{400}{2^t} \end{aligned} \right.$$

طبق گفته سؤال داریم:

$$\xrightarrow{\text{باقی‌مانده } B = 2A_{\text{واپاشی}}} 100 - \frac{100}{2^{\frac{t}{2}}} = \frac{12}{2^t} \xrightarrow[\text{تغییر متغیر } 2^{\frac{t}{2}} = x]{2^t = (2^{\frac{t}{2}})^2} 1 - \frac{1}{x} = \frac{12}{x^2} \rightarrow x^2 - x = 12 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -3 \times \\ x_2 = 4 \checkmark \end{cases}$$

$$\text{پس: } \frac{t}{2} = 4 \rightarrow 2^2 = 2^{\frac{t}{2}} \rightarrow t = 4$$

حالا پس از زمان $t = 4$ درصد واپاشی B را بدست می‌آوریم:

$$\text{اولیه} - \frac{\text{اولیه}}{2^{\frac{t}{T}}} \rightarrow \text{واپاشی} = 400 - \frac{400}{2^{\frac{4}{2}}} = 400 - \frac{400}{2} = \frac{15 \times 400}{16}$$

$$\text{تبدیل به درصد} = \frac{\text{واپاشی}}{\text{اولیه}} \times 100 = \frac{\frac{15 \times 400}{16}}{400} \times 100 = \frac{15}{16} \times 100 = 93.75\%$$

۲۴۱ گزینه ۲ روش اول:

$$\text{وقتی } \frac{15}{16} \text{ ماده اولیه واپاشی شده، یعنی } \frac{1}{16} \text{ هسته‌های اولیه باقی می‌ماند.}$$

$$N_o \xrightarrow{T} \frac{N_o}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_o}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_o}{8} \xrightarrow{T} \frac{N_o}{16}$$

$$4T = 2 \text{ شبانه‌روز} = 48 \text{ ساعت} \Rightarrow T = \frac{48}{4} = 12 \text{ ساعت}$$

روش دوم:

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2 \times 24}{T}} \Rightarrow 4 = \frac{48}{T} \Rightarrow T = 12 \text{ ساعت}$$

۲۴۲ گزینه ۳ وقتی ۳۷٫۵ گرم واپاشی می‌شود، تنها ۲٫۵ گرم باقی می‌ماند. بنابراین داریم:

$$\frac{m}{m_0} = \frac{2.5}{40} = \frac{25}{400} = \frac{1}{16}$$

$$m_0 \xrightarrow{T} \frac{m_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{m_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{m_0}{8} \xrightarrow{T} \frac{m_0}{16}$$

$$t = 4T = 4 \times 12 = 48 \text{ دقیقه} = 8 \text{ ساعت}$$

۲۴۳ گزینه ۱ روش اول: ابتدا مقدار هسته‌های باقی‌مانده را محاسبه، سپس تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده را می‌یابیم.

$$8 \times 10^{12} - 7.875 \times 10^{12} = 0.125 \times 10^{12}$$

$$N_0 = 8 \times 10^{12} \xrightarrow{T} 4 \times 10^{12} \xrightarrow{T} 2 \times 10^{12} \xrightarrow{T} 1 \times 10^{12} \xrightarrow{T} 0.5 \times 10^{12} \xrightarrow{T} 0.25 \times 10^{12} \xrightarrow{T} 0.125 \times 10^{12}$$

۶ نیمه‌عمر طول می‌کشد.

روش دوم:

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{0.125 \times 10^{12}}{8 \times 10^{12}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{64} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{1}{2^6} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \frac{t}{T} = 6$$

۲۴۴ گزینه ۳ با توجه به نمودار، مدت زمان رسیدن تعداد هسته‌ها از N_0 به $\frac{N_0}{2}$ برابر ۸ روز است که همان نیمه‌عمر این ماده را نشان می‌دهد.

$$N_0 \xrightarrow{8 \text{ روز}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{8 \text{ روز}} \frac{N_0}{4}$$

پس از ۱۶ روز که معادل ۲ نیمه‌عمر است، $\frac{1}{4}$ هسته‌های اولیه باقی‌مانده و $\frac{3}{4}$ هسته‌های اولیه متلاشی می‌شود.

$$\frac{3}{4} \times 100 = 75\%$$

۲۴۵ گزینه ۱ ماده A پس از گذشت (۱۲ - ۶ = ۱۸) ساعت از ۴۸۰۰ به ۱۲۰۰ رسیده، یعنی ۲ بار نصف شده، پس:

$$2T = 12 \rightarrow T_{\text{نیمه عمر A}} = 6(h)$$

ماده B نیز در زمان ۱۲ ساعت از ۴۸۰۰ به ۳۰۰ رسید، یعنی ۴ بار نصف شده، پس:

$$4T = 12 \rightarrow T_{\text{نیمه عمر B}} = 3(h)$$

سؤال نسبت نیمه‌عمرها را خواسته:

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{6}{3} = 2$$

۲۴۶ گزینه ۱ مطابق شکل پس از زمان t_1 ، تعداد هسته‌ها نصف شده است پس نیمه‌عمر همان $T = t_1$ است. در زمان $t_2 = 3t_1 = 3T$ سه بار نیمه‌عمر طی شده، پس:

$$\text{باقی مانده} = \frac{N_0}{2^{\frac{3T}{T}}} = \frac{N_0}{8}$$

$$\text{باقی مانده} - \text{واپاشی شده} = N_0 - \frac{N_0}{8} = \frac{7}{8}N_0 = 87.5\%N_0$$

۲۴۷ گزینه ۳

پس از ۸۰ روز $\frac{1}{16}$ تعداد هسته‌های اولیه مادر باقی مانده. در این مدت ۴ نیمه‌عمر سپری شده، بنابراین نیمه‌عمر آن ۲۰ روز است؛ یعنی:

$$\frac{N_T}{16} = \frac{N_0}{2^{\frac{80}{T}}} \Rightarrow T = 20 \text{ روز}$$

پس از گذشت ۲۰ روز، ۵۰ درصد هسته‌های اولیه باقی مانده:

فیزیک دوازدهم فصل چهار

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{20}{20} = 1$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{2} N_0 \rightarrow \% \frac{N}{N_0} = 50\%$$

بنابراین ۵۰ درصد از هسته‌های اولیه متلاشی شده‌اند.

۲۴۸ گزینه ۲ رد گزینه ۳: گسیل القایی اساس کار لیزر است.

درستی گزینه ۲: چگالی هسته حدود $10^{17} kg/m^3$ یا همان $10^{11} kg/cm^3$.

رد گزینه ۱: ابعاد هسته $10^{-15} m$ و یا $10^{-13} cm$ است.

رد گزینه ۴: پس از گذشت ۳ نیمه‌عمر، $\frac{1}{8}$ هسته‌های اولیه باقی‌مانده و $\frac{7}{8}$ آن‌ها واپاشی می‌شود.

۲۴۹ گزینه ۳

دو دقیقه و نیم برابر است با ۱۵۰ ثانیه که معادل ۳ نیمه‌عمر است.

$$N_0 \xrightarrow{\frac{T}{2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{\frac{T}{2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{\frac{T}{2}} \frac{N_0}{8}$$

$\frac{1}{8}$ هسته‌های اولیه باقی می‌ماند و $\frac{7}{8}$ هسته‌های اولیه متلاشی می‌شود. این مقدار برحسب درصد برابر است با:

$$\frac{7}{8} \times 100 = \frac{700}{8} = 87.5\%$$

۲۵۰ گزینه ۳

مدت زمانی که معادل دو برابر نیمه‌عمر ماده A است، تعداد ۶ نیمه‌عمر برای ماده B سپری می‌شود، زیرا:

$$T_A = 3T_B \text{ و } t = 2T_A = 2(3T_B) = 6T_B$$

$$\frac{m_{0A}}{m_{0B}} = ? \text{ و } \frac{t}{T_A} = 2 \text{ و } \frac{t}{T_B} = 6 \rightarrow n_A = 2 \text{ و } n_B = 6$$

حال چون جرم باقی‌مانده هر دو ماده پس از این مدت یکسان است، داریم:

$$\begin{cases} m_A = \frac{m_{0A}}{2^{n_A}} \\ m_B = \frac{m_{0B}}{2^{n_B}} \end{cases} \Rightarrow m_A = m_B \rightarrow \frac{m_{0A}}{2^2} = \frac{m_{0B}}{2^6} \rightarrow \frac{m_{0B}}{m_{0A}} = \frac{2^6}{2^2} \rightarrow \frac{m_{0B}}{m_{0A}} = 2^4 = 16$$