

۱

سوال ۱ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

توان لامپ از رابطه $P = \frac{E_{\text{ج}}}{t}$ و انرژی کل گسیلی از لامپ در یک مدت دلخواه از رابطه $E_{\text{ج}} = ne$ بدست می‌آید که n ، تعداد فوتون‌های گسیل‌شده در زمان موردنظر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$E = \frac{hv}{\lambda} \rightarrow E_{\text{ج}} = nE = \frac{nhv}{\lambda} \Rightarrow P = \frac{E}{t} = \frac{\frac{nhv}{\lambda}}{t} = \frac{nhv}{\lambda t}$$

ابتدا نسبت تندی انتشار امواج حاصل از لامپ A در خلأ به تندی انتشار امواج حاصل از لامپ B در محیط به ضریب شکست $\frac{5}{4}$ را بدست می‌آوریم:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{5}{4}}{1} = \frac{5}{4}$$

همچنین برای تعداد فوتون‌های گسیلی می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} n_A &= \frac{125}{100} n_B = \frac{5}{4} n_B \\ P &= \frac{nhv}{\lambda t} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{n_A}{n_B} \times \frac{v_A}{v_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \times \frac{t_B}{t_A} \\ &= \frac{5}{4} \times \frac{5}{4} \times \frac{450}{600} \times \frac{0.5}{1} = \frac{75}{64} \end{aligned}$$

۲

سوال ۲ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با استفاده از رابطه پلانک می‌توانیم تعداد فوتون‌های جذب شده توسط محیط را به‌دست آوریم: $E = nhf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E = nh \frac{c}{\lambda}$

$$\begin{aligned} \xrightarrow{E = 60J} \quad 60 &= n \times 6/6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{0.66 \times 10^{-6}} \\ \Rightarrow n &= \frac{60 \times 0.66 \times 10^{-6}}{3 \times 10^8 \times 6/6 \times 10^{-34}} \Rightarrow n = 2 \times 10^{20} \end{aligned}$$

۳

سوال ۳ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با توجه به این‌که محیط انتشار دو پرتو یکسان است، می‌توان نوشت:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \Rightarrow 5 = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

$$\Rightarrow \lambda_A = 5\lambda_B, \lambda_A - \lambda_B = 1000nm$$

$$\Rightarrow 5\lambda_B - \lambda_B = 1000nm \Rightarrow \begin{cases} \lambda_A = 1000nm \\ \lambda_B = 200nm \end{cases}$$

$$\xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} \begin{cases} f_A = \frac{3 \times 10^8}{1000 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{14} Hz \\ f_B = \frac{3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} = 15 \times 10^{14} Hz \end{cases}$$

$$\Rightarrow f_A - f_B = -12 \times 10^{14} Hz = -1/2 \times 10^{15} Hz$$

۴

گزینه درست: ۲

سوال ۴

گزینه «۲»

ابتدا توان مصرفی لامپ را می‌یابیم:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R = \frac{V_{\text{لامپ}}}{P_{\text{لامپ}}}} \frac{P_{\text{لامپ}}}{P_{\text{لامپ}}} = \left(\frac{V_{\text{لامپ}}}{V_{\text{مصرفی}}}\right)^2$$

$$\xrightarrow{P_{\text{لامپ}} = 600W, V_{\text{لامپ}} = 220V, V_{\text{مصرفی}} = 110V} \frac{P_{\text{لامپ}}}{600}$$

$$= \left(\frac{110}{220}\right)^2 \Rightarrow P_{\text{مصرفی}} = 150W$$

اکنون به صورت زیر، تعداد فوتون‌های تابشی را پیدا می‌کنیم:

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

$$\Rightarrow n = \frac{P_{\text{مصرفی}} t \lambda}{hc} \xrightarrow{t = 60s, \lambda = 660nm = 660 \times 10^{-9}m, h = 6.6 \times 10^{-34}Js, c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}}$$

$$n = \frac{150 \times 60 \times 660 \times 10^{-9}}{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 3 \times 10^{22}$$

۵

گزینه درست: ۱

سوال ۵

گزینه «۱»

ابتدا مساحت کره و سپس انرژی گسیل شده از سطح آن را می‌یابیم:

$$A = 4\pi r^2 \xrightarrow{r = 5 \times 10^{-7}m, \pi = 3} A = 4 \times 3 \times 25 \times 10^{-14} = 3 \times 10^{-12} m^2$$

$$I = \frac{E}{At} \xrightarrow{I = 2 \times 10^5 \frac{W}{m^2}, t = 5s, A = 3 \times 10^{-12} m^2} 2 \times 10^5 = \frac{E}{3 \times 10^{-12} \times 5}$$

$$\Rightarrow E = 3 \times 10^4 J$$

اکنون تعداد فوتون‌های گسیلی را می‌یابیم:

$$E = nh \frac{c}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{E \lambda}{hc} \xrightarrow{\lambda = 6 \times 10^{-7}m, h = 6.6 \times 10^{-34}Js, c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, E = 3 \times 10^4 J}$$

$$n = \frac{3 \times 10^4 \times 6 \times 10^{-7}}{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} \Rightarrow n = 10^{23}$$

۶

گزینه درست: ۴

سوال ۶

گزینه «۴»

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

$$E = 2 \times 10^{-18} eV \xrightarrow{1eV = 1.6 \times 10^{-19} J} E = 2 \times 10^{-18} \times 1.6 \times 10^{-19} J$$

$$\Rightarrow E = 3.2 \times 10^{-37} J$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.2 \times 10^{-37}} \simeq 62m$$

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

7

گزینه درست: ۱

سوال 7

گزینه «۱»

با استفاده از رابطه $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$ انرژی هر فوتون را می‌یابیم:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{6.6 \times 10^{-10} \text{ m}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \rightarrow E = \frac{3 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.875 \text{ eV}$$

برای محاسبه تعداد فوتون‌های تابش شده می‌توان نوشت:

برای محاسبه تعداد فوتون‌های تابش شده می‌توان نوشت:

$$E_{\text{aaaaaaa}} = n E_{\text{bbbbbbb}} \xrightarrow[t=60.8]{E=Pt}$$

$$\Rightarrow n = \frac{Pt}{E_{\text{ccccccc}}} = \frac{FA \times 60}{3 \times 10^{-19}} = 9/6 \times 10^{21}$$

8

گزینه درست: ۱

سوال 8

گزینه «۱»

می‌دانیم در صورتی اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد که بسامد فوتون فرودی بر سطح فلز از بسامد آستانه فلز بیشتر باشد، بنابراین ابتدا بسامد هر کدام از فوتون‌های A، B، C و D را می‌یابیم و با بسامد آستانه فلز مقایسه می‌کنیم:

$$E_A = 4/5 \text{ eV}, E_B = 1 \text{ eV}, E_C = 5/5 \text{ eV}, E_D = 6/5 \text{ eV}$$

$$E = hf \xrightarrow{h=6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}} \left\{ \begin{array}{l} f_A = \frac{E_A}{h} = \frac{4/5}{6.626 \times 10^{-34}} = 1.22 \times 10^{15} \text{ Hz} < f_{\text{آستانه}} \\ f_B = \frac{E_B}{h} = \frac{1}{6.626 \times 10^{-34}} = 1.5 \times 10^{15} \text{ Hz} > f_{\text{آستانه}} \\ f_C = \frac{E_C}{h} = \frac{5/5}{6.626 \times 10^{-34}} = 1.375 \times 10^{15} \text{ Hz} < f_{\text{آستانه}} \\ f_D = \frac{E_D}{h} = \frac{6/5}{6.626 \times 10^{-34}} = 1.625 \times 10^{15} \text{ Hz} > f_{\text{آستانه}} \end{array} \right.$$

می‌بینیم بسامد فرودی دو تا از فوتون‌ها از بسامد آستانه فلز ($f = 1/5 \times 10^{15} \text{ Hz}$) بیشتر است. بنابراین، با ۲ فوتون از چهار فوتون تابیده شده بر فلز، اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

روش دوم: حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از سطح فلز را با استفاده از بسامد آستانه فلز می‌یابیم و انرژی فوتون‌های فرودی را با آن مقایسه می‌کنیم:

$$E \text{ حداقل} = hf_{\text{آستانه}} = 6.626 \times 10^{-34} \times 1/5 \times 10^{15} \Rightarrow E \text{ حداقل} = 1.325 \times 10^{-18} \text{ J}$$

چون انرژی فوتون‌های B و D از حداقل انرژی بیشتر است، به وسیله تاباندن این دو فوتون اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

9

گزینه درست: ۳

سوال 9

گزینه «۳»

قبل از پاسخ به این سوال لازم است بدانیم، وقتی موج از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، بسامد آن ثابت می‌ماند؛ زیرا، بسامد از ویژگی‌های چشمه موج است و به شرایط فیزیکی محیط بستگی ندارد.

* بنا به رابطه $v = \frac{c}{n}$ ، چون c ثابت و n افزایش می‌یابد، تندی نور کاهش خواهد یافت.

* بنا به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، چون f ثابت و v کاهش می‌یابد، طول موج نیز کاهش خواهد یافت.

* بنا به رابطه $E = hf$ ، چون h و f ثابت‌اند، انرژی وابسته به فوتون نیز ثابت می‌ماند.

۱۰

گزینه درست: ۱

سوال ۱۰

گزینه «۱»

بررسی تک تک گزاره‌ها

الف) نادرست است. زیرا انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تنها بستگی به بسامد نور فرودی دارد و افزایش شدت پرتو تابیده شده باعث افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییری نمی‌کند.

ب) نادرست است. با توجه به توضیحات بالا با ثابت ماندن شدت نور و افزایش بسامد، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد، اما تعداد فوتوالکترون‌ها تغییری نمی‌کند.

پ) نادرست است. زیرا با کاهش طول موج نور فرودی، بسامد افزایش می‌یابد و با افزایش بسامد چون ابتدا پدیده فوتوالکتریک رخ داده است، پس الزاماً دوباره نیز پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

۱۱

گزینه درست: ۲

سوال ۱۱

گزینه «۲»

طبق رابطه $K_{\max} = hf - W$ ، به دلیل ثابت بودن W با افزایش f ، $K_{\max}$ نیز افزایش می‌یابد، ولی نه به همان نسبت. بقیه گزینه‌ها، عبارتهای صحیحی هستند.

۱۲



گزینه درست: ۳

سوال ۱۲

چون طول موج فوتون تابیده شده کوچک‌تر از طول موج آستانه کلاهیک برق‌نما است، بنابراین بسامد نور تابیده شده 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.

۱۳

گزینه درست: ۱

سوال ۱۳

انرژی هر فوتون (hf) با بسامد پرتو متناسب است و با طول موج آن نسبت عکس دارد. بنابراین طول موج پرتوی A ، 10 برابر طول موج پرتوی B است و می‌توان نوشت:

$$\lambda_A = 10\lambda_B, \lambda_A - \lambda_B = 450\text{nm}$$

$$\Rightarrow 10\lambda_B - \lambda_B = 450\text{nm} \Rightarrow \lambda_B = 50\text{nm}$$

$$\lambda_B = \frac{c}{f_B} \Rightarrow f_B = \frac{3 \times 10^8}{50 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

۱۴

گزینه درست: ۴

سوال ۱۴

$$E_{out} = nhf = nh \frac{c}{\lambda} \Rightarrow 60 \times 10^{-3} \times 1 = n \times 4 \times 10^{-15} \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\text{فوتون} \times \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} \Rightarrow n = 1/175 \times 10^{17}$$

۱۵

گزینه درست: ۲

سوال ۱۵

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} = \frac{nhc}{\lambda t} = \left(\frac{n}{t}\right) \left(\frac{hc}{\lambda}\right) \Rightarrow \frac{n}{t} = \frac{P\lambda}{hc}$$

$$\Rightarrow \frac{n}{t} = \frac{100 \times 10^{-3} \times 780 \times 10^{-9}}{6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = \frac{78 \times 10^{-3}}{19 \times 10^{-26}}$$

$$\Rightarrow \frac{n}{t} = 2 \times 10^{20} \quad \text{فوتون ثانیه}$$

۱۶

گزینه درست: ۲

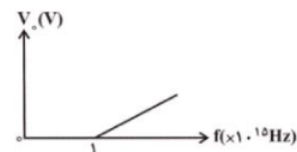
سوال ۱۶

با توجه به رابطه فوتوالکتریک می‌توان نوشت:

$$f = 5f_0 \Rightarrow hf = 5hf_0 = 5W_0$$

$$K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow \lambda = 5W_0 - W_0 \Rightarrow 4W_0 = \lambda \Rightarrow W_0 = 2eV$$

۱۷



گزینه درست: ۱

سوال ۱۷

طبق رابطه اینشتین برای پدیده فوتوالکتریک، می‌دانیم زمانی که ولتاژ متوقف‌کننده برابر با صفر می‌شود، بسامد نور فرودی همان بسامد قطع فلز است. بنابراین داریم:

$$eV_0 = hf - W_0 \xrightarrow[f=f_0]{V_0=0} W_0 = hf_0 = 6/6 \times 10^{-34} \times 10^{15}$$

$$\Rightarrow W_0 = 6/6 \times 10^{-19} J$$

$$\xrightarrow{1eV=1/6 \times 10^{-19} J} W_0 = 4/125 eV$$

۱۸

گزینه درست: ۲

سوال ۱۸

گزینه «۲»

ابتدا توان مفید چشمه نور را می‌یابیم. چون بازده چشمه ۵/۵ درصد است، داریم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times 100 \Rightarrow 5/5 = \frac{P_{\text{مفید}}}{120} \times 100$$

$$\Rightarrow P_{\text{مفید}} = 6/6 W$$

از طرف دیگر، بنا به رابطه‌های $E = nh\frac{c}{\lambda}$ و $E = pt$ می‌توان نوشت:

$$E = nh\frac{c}{\lambda} \xrightarrow{E=pt} pt = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow$$

$$n = \frac{pt\lambda}{ch} \xrightarrow[\substack{c=3 \times 10^8 \frac{m}{s}, h=6/6 \times 10^{-34} J.s, p=6/6 W}]{\substack{\lambda=300nm=300 \times 10^{-9} m, t=0/5 min=30 s}}{}$$

$$n = \frac{6/6 \times 30 \times 300 \times 10^{-9}}{3 \times 10^8 \times 6/6 \times 10^{-34}} \Rightarrow n = 3 \times 10^{20}$$

۱۹

گزینه درست: ۱

سوال ۱۹

گزینه «۱»

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

$$\lambda_1 = \frac{100 \times 6 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{5} = 2/4 \times 10^{-5} m = 24 \mu m$$

$$\lambda_2 = \frac{10 \times 6 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{1} = 1/2 \times 10^{-5} m = 12 \mu m$$

$$\Delta \lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = 12 \mu m$$

۲۰

گزینه درست: ۲

سوال ۲۰

گزینه «۲»

ابتدا توان مفید چشمه نور را می‌یابیم. چون بازده چشمه ۵/۵ درصد است، داریم:

$$\frac{P_{\text{مفید}}}{P} \times 100 = 5/5 \Rightarrow \frac{P_{\text{مفید}}}{130} \times 100 = 5/5$$

$$\Rightarrow p \cdot 6/6 = W_{\text{مفید}}$$

از طرف دیگر، بنا به رابطه‌های $E = nh \frac{c}{\lambda}$ و $E = pt$ می‌توان نوشت:

$$E = nh \frac{c}{\lambda} \xrightarrow{E=pt} pt = nh \frac{c}{\lambda} \Rightarrow$$

$$n = \frac{pt\lambda}{ch} \xrightarrow{\lambda = 300nm = 300 \times 10^{-9}m, t = 0.5 \text{ min} = 30s, c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, h = 6.6 \times 10^{-34} J.s, p = 6/6 W}$$

$$n = \frac{6/6 \times 30 \times 300 \times 10^{-9}}{3 \times 10^8 \times 6.6 \times 10^{-34}} \Rightarrow n = 3 \times 10^9$$

۲۱

گزینه درست: ۱

سوال ۲۱

گزینه «۱»

می‌دانیم وقتی الکترون در تراز n قرار دارد، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی از آن در حالتی است که به تراز $n'=1$ برود و بلندترین طول موج گسیلی از آن در حالتی خواهد بود که به تراز $n'=n-1$ برود، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{n'=1} \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \times \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{15R}{16} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{16}{15R}$$

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

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{144}{5R}$$

اکنون نسبت $\frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{\max}}$ را می‌یابیم:

$$\frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{\max}} = \frac{16}{15R} \times \frac{5R}{144} \Rightarrow \frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{\max}} = \frac{5R \times 16}{15R \times 144} \Rightarrow \frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{\max}} = \frac{5}{27}$$

۲۲

گزینه درست: ۴

سوال ۲۲

گزینه «۴»

در رشته پاشن بیش‌ترین بسامد گسیلی مربوط به گذار الکترون از تراز $n = \infty$ به تراز $n'=3$ و کم‌ترین بسامد گسیلی مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 4$ به تراز $n'=3$ است. با توجه به رابطه ریدبرگ در رشته پاشن و همچنین رابطه بین طول موج و بسامد داریم:

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

$$\xrightarrow{n_{\max} = \infty, n_{\min} = 4} \begin{cases} f_{\max} = Rc \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{\infty^2} \right) \\ f_{\min} = Rc \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta f = f_{\max} - f_{\min} = \frac{Rc}{16} \xrightarrow{c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, R = 0.01nm^{-1} = 0.01 \times 10^9 m^{-1}}$$

$$\Delta f = \frac{3 \times 10^8 \times 0.01 \times 10^9}{16} = 1.875 \times 10^{16} Hz$$

۲۳

گزینه درست: ۲

سوال ۲۳

گزینه «۲»

در سری بالمر ($n'=2$) برای $n=3, 4, 5, 6$ طول‌موج‌های مرئی و برای $n=3$ بلندترین طول‌موج مرئی را داریم. با استفاده از

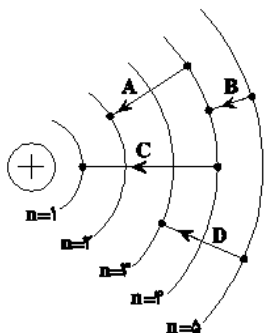
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ می‌توان نوشت:}$$

$$\xrightarrow{n'=2} \frac{1}{\lambda_1} = 0.01 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda_1 = 72nm$$

در سری لیمان ($n'=1$)، تمام طول‌موج‌ها در ناحیه فرابنفش هستند و به ازای $n = \infty$ ، کوتاه‌ترین طول‌موج فرابنفش را خواهیم داشت:

$$\xrightarrow{n'=1} \frac{1}{\lambda_2} = 0.01 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_2 = 100nm$$

$$\text{بنابراین: } \lambda_1 - \lambda_2 = 62nm$$



گزینه درست: ۴

سوال ۲۴

گزینه «۴»

گذار A در ناحیه مرئی (سری بالمر)، گذار B در ناحیه فروسرخ (سری براکت)، گذار C در ناحیه فرابنفش (سری لیمان) و گذار D در ناحیه فروسرخ (سری پاشن) قرار دارد. بنابراین گذارهای A و C در ناحیه فروسرخ قرار ندارند.

۲۵

گزینه درست: ۴

سوال ۲۵

گزینه «۴»

اختلاف بسامد هر دو خط طیفی در هر رشته برابر است با:

$$\Delta f = f_2 - f_1 \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} \Delta f = \frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1} \\ = c \left(R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) - R_H \left(\frac{1}{n_1'^2} - \frac{1}{n_2'^2} \right) \right) \\ \Delta f = c R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

در رشته بالمر ($n' = 2$)، و اولین خط ($n = 3$)، دومین خط ($n = 4$) و سومین خط ($n = 5$) است. بنابراین داریم:

$$\Delta f = 3 \times 10^8 \times 0.01 \times \frac{1}{16} \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \\ = 3 \times 10^8 \times 10^{-2} \times 10^{-9} \times \frac{9}{16 \times 25} \Rightarrow \Delta f = 6.75 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

دقت کنید تمام اعداد برحسب یکاهای SI نوشته شدند.

۲۶

گزینه درست: ۴

سوال ۲۶

گزینه «۴»

می‌دانیم بیشترین بسامد مربوط به کمترین طول موج و کمترین طول موج تابشی در هر رشته مربوط به انتقال الکترون از $n = \infty$ به n' مربوط به هر رشته است. بنابراین با استفاده از رابطه زیر می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n_1'^2} - \frac{1}{n_2'^2} \right) \xrightarrow{n_2' = \infty} \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \times \left(\frac{1}{n_1'^2} - \frac{1}{\infty} \right) \\ \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{n_1'^2}{R} \Rightarrow \frac{\lambda_{\min(\text{لیمان})}}{\lambda_{\min(\text{بالمر})}} = \left(\frac{n_1'(\text{لیمان})}{n_1'(\text{بالمر})} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

از طرف دیگر داریم:

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{f_{\max(\text{لیمان})}}{f_{\max(\text{بالمر})}} = \frac{\lambda_{\min(\text{بالمر})}}{\lambda_{\min(\text{لیمان})}} = 4$$

۲۷

گزینه درست: ۳

سوال ۲۷

گزینه «۳»

خط دوم رشته پاشن مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 3$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1'^2} - \frac{1}{n_2'^2} \right) \xrightarrow{n_2' = 5, n_1' = 3} \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) \\ \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{16}{100 \times 9 \times 25} \Rightarrow \lambda = \frac{25 \times 9 \times 25}{16} \text{ nm} \\ \Rightarrow \lambda = \frac{25 \times 9 \times 25}{16} \times 10^{-9} \times 10^{-6} \text{ m} \\ \Rightarrow \lambda = \frac{25 \times 9 \times 25}{16 \times 1000} \mu\text{m} = \frac{45}{32} \mu\text{m}$$

گزینه «۳»

ابتدا به صورت زیر شماره تراز الکترون را می‌یابیم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{E_R = 13.6 \text{ eV}} -\frac{13.6}{n^2} \xrightarrow{E_n = -0.85 \text{ eV}} -\frac{13.6}{n^2} = -0.85 \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4$$

اکنون تعداد فوتون‌های گسیلی رشته‌های براکت ($n' = 4$) و بالمر ($n' = 2$) را پیدا می‌کنیم. چون الکترون در تراز $n = 4$ قرار دارد برای رشته براکت حداکثر $4 - 2 = 2$ فوتون و برای رشته بالمر، حداکثر $4 - 2 = 2$ فوتون گسیل خواهد شد. بنابراین داریم:

$$\frac{N_{\text{براکت}}}{N_{\text{بالمر}}} = \frac{2}{2} = 1$$

گزینه «۱»

بلندترین طول موج رشته لیمان مربوط به گذار الکترون از $n = 2$ به تراز $n' = 1$ است. کوتاه‌ترین طول موج رشته براکت مربوط به گذار الکترون از تراز $n = \infty$ به تراز $n' = 4$ است.

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

$$\frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{\substack{n' = 4 \\ n = \infty}} \frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{16} - 0 \right) \Rightarrow \lambda' = \frac{16}{R}$$

$$\Rightarrow \lambda' - \lambda = \frac{16}{R} - \frac{4}{3R} = \frac{44}{3R} \xrightarrow{R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}} \lambda' - \lambda = \frac{44}{3 \times 1.097 \times 10^7} \text{ nm}$$

گزینه «۱»

ابتدا تعداد فوتون‌های گسیلی را با استفاده از رابطه زیر می‌یابیم:

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \xrightarrow{n=6} N = \frac{6 \times (6-1)}{2} = 15$$

برای کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی، باید الکترون از تراز $n = 6$ به تراز $n' = 1$ برود، دقت کنید، کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی در حالتی به وجود می‌آید که اختلاف دو تراز که الکترون بین آن‌ها جابه‌جا می‌شود، بیشترین مقدار را داشته باشد.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{\substack{n=6 \\ n'=1}} \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \times \frac{35}{36} \Rightarrow \lambda = \frac{36}{35R}$$

گزینه «۲»

برای بلندترین طول موج باید الکترون از تراز $n = n' + 1$ به تراز n' برود. بنابراین بلندترین طول موج رشته براکت برابر است با:

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

برای کوتاه‌ترین طول موج باید الکترون از تراز $n = \infty$ به تراز n' برود. بنابراین کوتاه‌ترین طول موج رشته براکت برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda_{\text{min}}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{\substack{n=\infty \\ n'=4}} \frac{1}{\lambda_{\text{min}}} = R \left(\frac{1}{16} - 0 \right) \Rightarrow \lambda_{\text{min}} = \frac{16}{R}$$

در آخر داریم:

$$\frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{\frac{400}{9R}}{\frac{16}{R}} = \frac{400}{144} = \frac{25}{9} \Rightarrow \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{25}{9}$$

(۳۲)

سوال ۳۲

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

در گذار از n_U به n_L ، طول موج گسیلی به صورت زیر محاسبه می‌شود (معادله ریذبرگ):

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

$$f = 562 / 5 \times 10^{-18} \text{ Hz}, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\xrightarrow{R = 0.01 (nm)^{-1} = 10^9 \text{ m}^{-1}}$$

$$\frac{562 / 5 \times 10^{-18}}{3 \times 10^8} = 10^9 \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} = \frac{5625}{30000} = \frac{3}{16} = \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \Rightarrow \begin{cases} n_L = 2 \\ n_U = 4 \end{cases}$$

(۳۳)

سوال ۳۳

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نادرست، با دستگاهی به نام طیف‌سنج می‌توان از پرتوهای گسیل شده از مواد اطلاعات ارزشمندی به دست آورد.
عبارت دوم: نادرست، هر چه طول موج یک پرتو بیشتر باشد (انرژی کمتر)، میزان شکست آن هنگام عبور از منشور کمتر خواهد بود.

عبارت سوم: نادرست، چشم ما می‌تواند گستره محدودی از نور (گستره مرئی) را ببیند.
عبارت چهارم: نادرست، در طیف نشری خطی هیدروژن هر چه به سمت طول موج‌های بلندتر می‌رویم، اختلاف طول موج دو نوار رنگی افزایش می‌یابد.

(۳۴)

سوال ۳۴

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

در رشته لیمان $n' = 1$ و دومین خط رشته مربوط به $n = 3$ است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 0.01 \times \left(1 - \frac{1}{9} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \frac{8}{9} \Rightarrow \lambda = \frac{900}{8} \text{ nm}$$

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

(۳۵)

سوال ۳۵

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

با توجه به معادله ریذبرگ $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ ، در دومین حالت برانگیخته که الکترون در $n = 3$ است، برای بلندترین طول موج تابشی، $n' = 2$ و برای کوتاه‌ترین طول موج تابشی، $n' = 1$ است.

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

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

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{36}{5R}}{\frac{9}{8R}} = \frac{32}{5} = 6.4$$

(۳۶)

سوال ۳۶

گزینه درست: ۴

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.

(۳۷)

سوال ۳۷

گزینه درست: ۳

در اتم هیدروژن، هنگامی که الکترون در تراز n قرار دارد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، می‌توان تعداد فوتون‌ها را به صورت ترکیب ۲ تا n تا یعنی

$\binom{n}{2}$ محاسبه کرد. یعنی:

$$\text{تعداد کل فوتون‌های گسیلی} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{6 \times 5}{2} = 6$$

(۳۸)

سوال ۳۸

گزینه درست: ۳

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda_{\min}} &= R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty} \right) \\ \lambda_{\min} &= \frac{n'^2}{R} \simeq 118/18 \text{ nm} \\ \frac{1}{\lambda_{\max}} &= R \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = R \left(\frac{16-9}{144} \right) = R \left(\frac{7}{144} \right) \\ \lambda_{\max} &= \frac{144}{7} \simeq 1870 \text{ nm} \end{aligned}$$

(۳۹)

سوال ۳۹

گزینه درست: ۴

کوتاه‌ترین طول موج اتم هیدروژن برای هر رشته خطی طیف گسیلی تراز n' زمانی اتفاق می‌افتد که $n = \infty$ در نظر گرفته شود. با استفاده از معادله ریذبرگ داریم:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{n'^2}{R} \\ \frac{p}{q} &= \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{16}} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{16}} = \frac{16}{9} = \frac{4}{9} \end{aligned}$$

(۴۰)

سوال ۴۰

گزینه درست: ۴

شعاع مدار الکترون از رابطه $r_n = a_0 n^2$ به دست می‌آید، بنابراین شعاع مدار ثانویه برابر است با:

$$\begin{aligned} \frac{r_2}{r_1} &= \frac{a_0 n_2^2}{a_0 n_1^2} \Rightarrow \frac{1}{9} = \frac{n_2^2}{9} \Rightarrow n_2 = 1 \\ \frac{1}{\lambda} &= R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{n'=1} \frac{1}{\lambda} = 0.01 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) \\ \Rightarrow \frac{1}{\lambda} &= \frac{1}{900} \Rightarrow \lambda = \frac{900}{1} = 112/5 \text{ nm} \end{aligned}$$

(۴۱)

سوال ۴۱

گزینه درست: ۲

اگر الکترون در اتم هیدروژن در تراز n قرار داشته باشد، تعداد فوتون‌هایی که با انرژی‌های مختلف گسیل می‌کند، برابر است با:

$$\begin{aligned} N &= \frac{n(n-1)}{2} \xrightarrow{N=15} 15 = \frac{n^2-n}{2} \Rightarrow n^2 - n - 30 = 0 \\ \Rightarrow (n-6)(n+5) &= 0 \Rightarrow \begin{cases} n = 6 \\ n = -5 \end{cases} \end{aligned}$$

(۴۲)

سوال ۴۲

گزینه درست: ۲

طبق رابطه $E_n - E_{n'} = hf$ ، هرگذاری که تغییر انرژی آن کمتر باشد، فوتون گسیلی آن نیز بسامد کمتری دارد.

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

$$1) E_7 - E_1 = hf_{71} \rightarrow -\frac{E_R}{49} + \frac{E_R}{1} = hf_{71}$$

$$\Rightarrow hf_{71} = \frac{48}{49} E_R \Rightarrow f_{71} = \frac{48}{49} \frac{E_R}{h}$$

$$2) E_6 - E_3 = hf_{63} \Rightarrow -\frac{E_R}{36} + \frac{E_R}{9} = hf_{63}$$

$$\Rightarrow hf_{63} = \frac{5}{12} E_R \Rightarrow f_{63} = \frac{5}{12} \frac{E_R}{h}$$

$$3) E_3 - E_1 = hf_{31} \Rightarrow -\frac{E_R}{9} + \frac{E_R}{1} = hf_{31}$$

$$\Rightarrow hf_{31} = \frac{8}{9} E_R \Rightarrow f_{31} = \frac{8}{9} \frac{E_R}{h}$$

$$4) E_6 - E_7 = hf_{67} \Rightarrow -\frac{E_R}{36} + \frac{E_R}{49} = hf_{67}$$

$$\Rightarrow hf_{67} = \frac{13}{1512} E_R \Rightarrow f_{67} = \frac{13}{1512} \frac{E_R}{h}$$

با توجه به محاسبات انجام شده در گذار از تراز $n = 4$ به تراز $n = 3$ ، فوتون تابشی بسامد کمتری دارد. روش دوم: با توجه به گزینه‌ها، در گزینه «۱» و «۳» که گسیل مربوط به رشته لیمان می‌باشد و به تراز $n = 1$ ختم می‌شود، موج فرابنفش و در گزینه «۴» گسیل مربوط به رشته بالمر و مرئی می‌باشد. ولی در گزینه «۲» که گسیل به تراز $n = 3$ (رشته پاشن) ختم می‌شود، فرورسرخ بوده که در مقایسه با بقیه دارای طول موج بیشتر و بسامد کمتر است.

(۴۳)

سوال ۴۳

گزینه درست: ۱

الکترون ابتدا در تراز $n = 4$ قرار دارد. کوتاه‌ترین طول موجی که تابش می‌کند وقتی است که الکترون به تراز $n = 1$ برود و بلندترین طول موج وقتی تابش می‌شود که به $n = 3$ برود. با استفاده از رابطه‌ی ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{15}{16} R_H \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{16}{15 R_H}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \left(\frac{7 R_H}{144} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{144}{7 R_H}$$

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{144}{7 R_H}}{\frac{16}{15 R_H}} = \frac{15 \times 9}{7} = \frac{135}{7}$$

(۴۴)

سوال ۴۴

گزینه درست: ۳

طیف حاصل از عبور نور سفید از داخل بخار هر عنصر طیف جذبی نام دارد. همچنین طیف حاصل، دارای خطوط سیاه گسسته‌ای است، پس طیف مورد نظر، جذبی خطی است.

(۴۵)

سوال ۴۵

گزینه درست: ۱

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

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

$$n' = 4 \text{ رشته برکت}, \lambda_{\max} \Rightarrow n = n' + 1 = 5$$

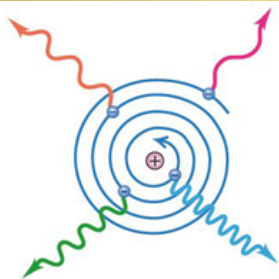
$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{400}{9 R_H}$$

$$n' = 2 \text{ رشته بالمر}, \lambda_{\min} \Rightarrow n = \infty$$

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

بنابراین:

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{400}{9 R_H}}{\frac{4}{R_H}} = \frac{100}{9}$$



سوال ۴۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

شکل داده شده در سؤال، مربوط به مدل اتمی رادرفورد است. بر مبنای این مدل اتمی، الکترون در حین گردش به دور هسته موج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند و طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته می‌باشد.

۴۷

سوال ۴۷ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا درصد تغییرات شعاع را به دست می‌آوریم:

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow \text{درصد تغییرات شعاع} = \frac{n'^2 - n^2}{n^2} \times 100 = \frac{25 - n^2}{n^2} \times 100$$

اکنون با استفاده از معادله ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{n'=5} \Delta E = \frac{hc}{\lambda} = Rhc \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\xrightarrow{\Delta E = 0.45 \text{ eV}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad 45 \times 10^{-2}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}, R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$= 10^7 \times 4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8 \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{15}{4} \times 10^{-2} = \frac{n^2 - 25}{25n^2} \Rightarrow \frac{15}{400} = \frac{n^2 - 25}{25n^2}$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات شعاع} = \frac{-15 \times 25}{400} \times 100 = -93.75$$

۰ eV	n = ∞
-۱/۵۱ eV	n = ۲
-۳/۴ eV	n = ۲
-۱۳/۶ eV	n = ۱

سوال ۴۸ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

چون الکترون از تراز انرژی $-1/51 \text{ eV}$ به اولین تراز انرژی برانگیخته جهش می‌کند، باید به تراز انرژی $-3/4 \text{ eV}$ برود. بنابراین داریم:

$$E_U - E_L = hf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \xrightarrow{E_U = -1/51 \text{ eV}, hc = 1240 \text{ eV.nm}} \xrightarrow{E_L = -3/4 \text{ eV}}$$

$$-1/51 - (-3/4) = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1240}{1/89} = 656.6 \text{ nm} \approx 656 \text{ nm}$$

۴۹

سوال ۴۹ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

شعاع مدار الکترون از رابطه $r_n = a_0 n^2$ به دست می‌آید. بنابراین شعاع مدار در حالت دوم برابر است با:

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{a_0 n_2^2}{a_0 n_1^2} \xrightarrow{r_2 = \frac{1}{9} r_1} \frac{1}{9} = \frac{n_2^2}{9} \Rightarrow n_2 = 1$$

ابتدا طول موج فوتون تابش شده را می‌یابیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \xrightarrow{n_1=3, R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}} \frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{900}{900} \Rightarrow \lambda = \frac{900}{1} \text{ nm} = 900 \times 10^{-9} \text{ m}$$

بسامد فوتون تابش شده، با معلوم بودن طول موج (λ) و تندی نور (c) به صورت زیر به دست می‌آید:

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

۵۰

گزینه درست: ۳

سوال ۵۰

گزینه «۳»

با استفاده از رابطه‌های $E_n = -\frac{13.6\text{eV}}{n^2}$ و $E_U - E_L = hf$ به صورت زیر، n را می‌یابیم:

$$E_n - E_1 = hf \Rightarrow -\frac{13.6\text{eV}}{n^2} - \left(-\frac{13.6\text{eV}}{1}\right) = hf$$

$$\Rightarrow 13.6\left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = hf \quad (1)$$

$$E_f - E_n = \frac{1}{17}hf \Rightarrow -\frac{13.6}{36} - \left(-\frac{13.6}{n^2}\right) = \frac{1}{17}hf$$

$$\Rightarrow 13.6\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36}\right) = \frac{1}{17}hf \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} 13.6\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36}\right) = \frac{1}{17} \times 13.6\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{17}{n^2} - \frac{17}{36} = 1 - \frac{1}{n^2} \Rightarrow \frac{18}{n^2} = 1 + \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{18}{n^2} = \frac{7}{4} = \frac{7}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{n^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4$$

۵۱

گزینه درست: ۲

سوال ۵۱

گزینه «۲»

در دماهای معمولی، بیش‌تر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیه فروسرخ قرار دارد نه فرابنفش. بقیه گزینه‌ها با توجه به متن کتاب درسی عبارت‌های صحیحی هستند.

۵۲

گزینه درست: ۴

سوال ۵۲

گزینه «۴»

با استفاده از رابطه شعاع مدارهای الکترون در اتم هیدروژن، داریم:

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow \frac{r_f}{r_i} = \left(\frac{r_i}{r_i}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_f}{r_i} = 4$$

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

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow \frac{E_f}{E_i} = \left(\frac{r_i}{r_f}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

۵۳

گزینه درست: ۳

سوال ۵۳

گزینه «۳»

ابتدا با استفاده از رابطه 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 گسیل می‌شود که الکترون به تراز $n' = 3$ برود. بنابراین:

$$E_{n'} = \frac{-E_R}{n'^2} \Rightarrow E_3 = \frac{-13.6}{3^2} \simeq -1.51\text{eV}$$

بنابراین: $\Delta E = E_f - E_3 = -0.85 - (-1.51) = 0.66\text{eV}$

$$\Rightarrow \Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 0.66 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda \simeq 1878\text{nm}$$

۵۴

گزینه درست: ۱

سوال ۵۴

گزینه «۱»

در مدل اتمی رادرفورد، چون حرکت الکترون‌ها به دور هسته یک حرکت شتابدار است، این حرکت باعث گسیل امواج الکترومغناطیسی می‌شود که در نتیجه آن انرژی الکترون‌ها کاهش یافته و در نتیجه شعاع مدار حرکت آن‌ها به دور هسته کوچک‌تر و بسامد حرکت آن‌ها بیش‌تر می‌شود و در نهایت باعث می‌شود تا الکترون‌ها به درون هسته سقوط کنند و بنابراین طبق این نظریه اتم‌ها پایدار نخواهند بود.

۵۵

گزینه درست: ۳

سوال ۵۵

گزینه «۳»

اگر الکترون در اتم هیدروژن در تراز n قرار داشته باشد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن برای آن، تعداد فوتون‌هایی که با انرژی‌های مختلف می‌تواند گسیل شود، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \xrightarrow{n=6} N = \frac{6 \times (6-1)}{2} \Rightarrow N = 15$$

کم‌ترین طول موج گسیلی این گذارها، در حالتی است که انرژی فوتون تابشی بیش‌ترین مقدار را داشته باشد و این در حالتی

است که الکترون از تراز $n=6$ به تراز $n'=1$ برود. $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

$$\xrightarrow{n=6, n'=1} \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(1 - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \frac{35}{36} \Rightarrow \lambda = \frac{3600}{35} = \frac{720}{7} \text{ nm}$$

۵۶

گزینه درست: ۳

سوال ۵۶

گزینه «۳»

وقتی طیف از خورشید خارج شده، پس طبیعتاً گسیلی است. طیف ناشی از نور خورشید به دلیل عبور نور خورشید از گازهای اتمسفر خورشید و جو زمین و جذب بعضی از طول موج‌های آن، گسیلی خطی دیده می‌شود.

۵۷

گزینه درست: ۴

سوال ۵۷

گزینه «۴»

روش اول:

با توجه به مدل اتمی بور داریم:

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

$$r_n = a_0 n^2 \quad \text{شعاع مدار الکترون در تراز } n \text{ در اتم هیدروژن}$$

می‌دانیم که معادله گسیل فوتون از اتم، $E_U - E_L = hf$ ، برای جذب فوتون نیز برقرار است. لذا داریم:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow \frac{-13.6}{n_U^2} - \frac{-13.6}{n_L^2} = 2/856$$

$$13.6/6 \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) = 2/856 \Rightarrow \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} = \frac{2/856}{13.6/6} = 0.21$$

$$\xrightarrow{\frac{1}{100} = \frac{1}{F} - \frac{1}{25}} \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{25} \Rightarrow n_L = 2, n_U = 5$$

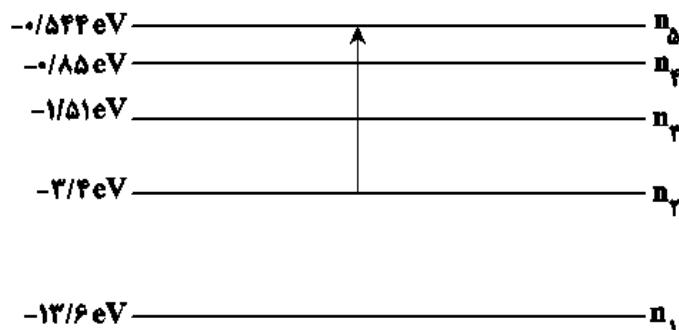
$$\Rightarrow \frac{r^i}{r} = \frac{(n_U)^2 a_0}{(n_L)^2 a_0} = \frac{(n_U)^2}{(n_L)^2} = \frac{25}{4}$$

روش دوم:

انرژی الکترون را برای تعدادی از ترازهای اتم هیدروژن را می‌نویسیم. چون انرژی فوتون جذب شده دارای ۳ رقم اعشار است،

پس قابل حدس است که $n_U = 5$ است. اکنون باید ببینیم، اختلاف انرژی کدام تراز با تراز $n_U = 5$ برابر با انرژی فوتون جذب

شده $(2/856 \text{ eV})$ است که به راحتی به تراز $n_L = 2$ می‌رسیم.



۵۸

گزینه درست: ۴

سوال ۵۸

گزینه «۴»

مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد و همچنین، توجیه شدت خط‌های طیف گسیلی مختلف کاربرد ندارد.

۵۹

گزینه درست: ۳

سوال ۵۹

گزینه «۳»

ابتدا انرژی الکترون در مدار n ام را به دست می آوریم:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \xrightarrow{r_n=a_0 n^2} E_n = \frac{-E_R a_0}{r_n}$$

$$\xrightarrow[r'=4a_0]{r=16a_0} E' - E = \frac{-E_R a_0}{4a_0} - \left(\frac{-E_R a_0}{16a_0} \right)$$

$$\Rightarrow E' - E = \frac{-3}{16} E_R$$

۶۰

گزینه درست: ۳

سوال ۶۰

گزینه «۳»

الف) درست

ب) درست

پ) نادرست - طیف گسیلی خطی برای اتم های هر گاز منحصر به فرد است.

ت) درست

بنابراین ۳ عبارت درست است.

۶۱

$n=\infty$	=====
$n=4$	----- -0.85eV
$n=3$	----- -1.51eV
$n=2$	----- -3.4eV
$n=1$	----- -13.6eV

گزینه درست: ۱

سوال ۶۱

گزینه «۱»

چون طول موج فوتون گسیلی $\lambda = 660\text{nm}$ است، مربوط به ناحیه مرئی و رشته بالمر ($n'=2$) می باشد. بنابراین باید گذار

الکترون به $n'=2$ ختم شود. (گزینه های ۳ و ۴ حذف می شوند.)

از طرف دیگر، چون طول موج 660nm ، جزء طول موج های بلند ناحیه مرئی است، باید انرژی فوتون گسیلی کم باشد؛ لذا لازم

است، گذار الکترون بین ترازهای نزدیک به هم رخ دهد؛ بنابراین این گذار باید از تراز $n=3$ به $n'=2$ ختم شود.

اگر با استفاده از انرژی این دو تراز، طول موج فوتون گسیل شده را بیابیم، مطابق محاسبات زیر، تقریباً 660nm می شود.

$$E_3 - E_2 = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2} \xrightarrow[E_3 = -1.51\text{eV}, E_2 = -3.4\text{eV}]{hc = 1240\text{eV}\cdot\text{nm}}$$

$$\lambda = \frac{1240}{-1.51 - (-3.4)} = \frac{1240}{1.89} \Rightarrow \lambda = 656.0\text{nm} \simeq 660\text{nm}$$

گزینه «۲»

ابتدا انرژی فوتون را به دست می آوریم:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \xrightarrow{\lambda = 112 \text{ nm} = 112 \times 10^{-9} \text{ m}} \xrightarrow{h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

$$E = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{112 \times 10^{-9}} = \frac{198}{112} \Rightarrow E = \frac{9}{\lambda} \text{ eV}$$

از طرف دیگر، چون طول موج $\lambda = 112 \text{ nm}$ مربوط به طیف امواج فروسرخ است، لذا گسیل یا جذب الکترون باید به مدار $n > 2$ ختم شود. در این حالت الکترون نمی تواند از تراز $n = 3$ به تراز $n = 1$ یا تراز $n = 2$ برود. بنابراین گزینه های (۳) و (۴) حذف می شوند. برای یافتن گزینه درست، باید مشخص کنیم در کدام حالت انرژی فوتون برابر $\frac{9}{\lambda} \text{ eV}$ می شود:

$$\Delta E = E_f - E_i \xrightarrow{E_i = -\frac{E_R}{n^2}} \Delta E = -\frac{E_R}{16} - \left(-\frac{E_R}{9}\right) \quad \text{گزینه «۱»}$$

$$= \frac{5 \times E_R}{144} \xrightarrow{E_R = 13.6 \text{ eV}} \Delta E = \frac{5 \times 13.6}{144} \neq \frac{9}{\lambda} \text{ eV}$$

$$\Delta E = E_f - E_i \Rightarrow \Delta E = -\frac{E_R}{36} - \left(-\frac{E_R}{9}\right) = \frac{3E_R}{36} \quad \text{گزینه «۲»}$$

$$\Rightarrow \Delta E = \frac{3 \times 13.6}{36} = \frac{13.6}{12} \Rightarrow \Delta E = \frac{9}{\lambda} \text{ eV}$$

می بینیم، الکترون در تراز $n = 3$ ، با جذب $\frac{9}{\lambda} \text{ eV}$ انرژی به تراز $n = 6$ می رود.

دقت کنید، الکترون در رفتن از تراز n' به n همان قدر انرژی جذب می کند، که وقتی از تراز n به n' می رود آزاد می کند.

گزینه «۲»

برای چهار خط اول رشته بالمر که مرئی هستند، باید $(n = 3, 4, 5, 6)$ باشد، با توجه به این که در رشته بالمر $n' = 2$ است، برای کوتاه ترین طول موج باید فاصله n و n' زیاد باشد. بنابراین باید الکترون از تراز $n = 6$ به تراز $n' = 2$ برود. در این حالت داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{n'=2, n=6} \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36} \right) = \frac{9-1}{100 \times 36}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{100 \times 36}{8} \Rightarrow \lambda = 450 \text{ nm}$$

گزینه «۴»

با توجه به رابطه های $E_U - E_L = hf$ و $E = -\frac{E_R}{n^2}$ برای حالت اولی که الکترون از تراز $n = 1$ به تراز n می رود داریم:

$$E_U - E_L = hf \xrightarrow{U=n, L=1} E_n - E_1 = hf \xrightarrow{E = -\frac{E_R}{n^2}} -\frac{E_R}{n^2} - \left(-\frac{E_R}{1}\right) = hf \Rightarrow hf = E_R - \frac{E_R}{n^2}$$

$$\Rightarrow hf = E_R \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \quad (1)$$

در حالت دوم که الکترون از تراز n به تراز $n = 6$ می رود، داریم:

$$E_f - E_n = hf \xrightarrow{hf = \frac{1}{18} hf} -\frac{E_R}{36} - \left(-\frac{E_R}{n^2}\right) = \frac{1}{18} hf$$

$$\Rightarrow \frac{E_R}{n^2} - \frac{E_R}{36} = \frac{1}{18} hf \Rightarrow E_R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36}\right) = \frac{1}{18} hf \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} E_R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36}\right) = \frac{1}{18} \times E_R \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} - \frac{1}{36} = \frac{1}{18} - \frac{1}{18n^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} + \frac{1}{18n^2} = \frac{1}{18} + \frac{1}{36} \Rightarrow \frac{27+1}{18 \times 36} = \frac{36+27}{18 \times 36} \Rightarrow \frac{28}{18} = \frac{63}{36}$$

$$n^2 = \frac{36 \times 28}{63} \Rightarrow n^2 = 4 \times 4 \Rightarrow n = 4$$

۶۵

سوال ۶۵

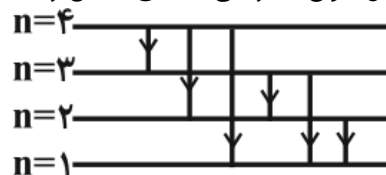
گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا انرژی فوتون جذب شده را به شکل $12/75 eV = \frac{15}{16} E_R$ می نویسیم.

$$E_{\text{فوتون}} = E_2 - E_1 \Rightarrow + \frac{15}{16} E_R = \frac{-E_R}{n^2} - \frac{-E_R}{1^2} \Rightarrow n = 4$$

حال انواع گذارهای گسیلی ممکن را مشخص می کنیم.



بنابراین در مجموع ۶ نوع فوتون با انرژی های مختلف گسیل می شود.

۶۶

سوال ۶۶

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در تراز n به صورت زیر است:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \begin{cases} n=2 \rightarrow E_2 = -\frac{1}{4} E_R = -\frac{1}{4} \text{ ریبرگ} \\ n=3 \rightarrow E_3 = -\frac{1}{9} E_R = -\frac{1}{9} \text{ ریبرگ} \end{cases}$$

۶۷

سوال ۶۷

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در ابتدا با معلوم بودن انرژی یونش الکترون، شماره مدار آن را می یابیم.

$$E_n = \frac{E_R}{n^2} \frac{E_{n=\infty} / 13.6 eV}{E_R = 13.6 eV} \rightarrow 0.185 = \frac{13.6}{n^2}$$

$$\Rightarrow n^2 = \frac{13.6}{0.185} = 16 \Rightarrow n = 4$$

حال برای پیدا کردن انرژی لازم برای گذار از $n=4$ به $n+1=5$ داریم:

$$\Delta E = E_u - E_l = -E_R \left(\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{n^2} \right) = -13.6 \times \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 0.306 eV$$

۶۸

سوال ۶۸

گزینه درست: ۱

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.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \Delta E = E_U - E_L = -\frac{E_R}{n^2} - \left(-\frac{E_R}{n_1^2} \right) = \frac{E_R}{n_1^2} - \frac{E_R}{n^2}$$

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

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

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

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

۶۹

سوال ۶۹

گزینه درست: ۴

انرژی فوتون مورد نظر، $10/2 eV$ برابر اختلاف انرژی تراز $n=1$ و $n=2$ در اتم هیدروژن است. یعنی:

$$hf = E_U - E_L = \frac{-E_R}{2^2} - \frac{-E_R}{1^2} = \frac{-13.6}{4} + 13.6 = 10.2 eV$$

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

(۷۰)

گزینه درست: ۱

سوال ۷۰

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 گسیل شده از اتم با نتایج تجربی سازگار نبود.

(۷۱)

گزینه درست: ۲

سوال ۷۱

گزینه «۲»

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

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

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

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \xrightarrow[E_R = 13.6 \text{ eV}]{\Delta E = \frac{9}{400} E_R, hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}} \frac{9}{400} \times 13.6 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cong 3900 \text{ nm} = 3.9 \mu\text{m}$$

(۷۲)

گزینه درست: ۱

سوال ۷۲

گزینه «۱»

بررسی موارد:

مورد «آ»: درست. فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

مورد «ب»: نادرست. تندی انتشار پرتوهای لیزر، مانند پرتوهای عادی است..

مورد «پ»: نادرست. در ترازهای شبه‌پایدار الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-9} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

(۷۳)

گزینه درست: ۳

سوال ۷۳

گزینه «۳»

پرتوهای لیزر در اثر گسیل القایی ایجاد می‌شوند و از کاربردهای آن می‌توان به اصلاح دید چشم در حرفة پزشکی اشاره کرد.

(۷۴)

گزینه درست: ۳

سوال ۷۴

گزینه «۳»

گسیل القایی اساس کار لیزر است و رابطه آن به‌صورت زیر است:

۲ فوتون + اتم → فوتون + اتم*

(۷۵)

گزینه درست: ۲

سوال ۷۵

گزینه «۲»

در فرایند گسیل القایی، وقتی فوتون با انرژی‌ای که برابر اختلاف انرژی دو تراز است، به الکترون برانگیخته تابیده شود، دو فوتون هم انرژی، هم بسامد و هم فاز تولید می‌شود. بنابراین ابتدا، اختلاف انرژی دو تراز $n' = 1$ و $n = 4$ را که برابر انرژی فوتون تابشی است، می‌یابیم:

$$\Delta E = E_R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow[n=4]{n'=1} \Delta E = E_R \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \Delta E = \frac{15}{16} E_R$$

اکنون می‌توان انرژی خروجی از مجموعه را به‌دست آورد.

انرژی فوتون تابیده شده + مجموع انرژی ۵ فوتون تولید شده = کل E

$$\Rightarrow E_{\text{کل}} = 5 \times \frac{15}{16} E_R + \frac{15}{16} E_R \Rightarrow E_{\text{کل}} = 6 \times \frac{15}{16} E_R$$

$$E_{\text{کل}} = \frac{45}{8} E_R$$

(۷۶)

سوال ۷۶ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

انرژی فوتون تابیده شده برابر با اختلاف انرژی دو تراز است. بنابراین انرژی فوتون گسیل شده برابر است با:

$$E = hf \xrightarrow{f=5 \times 10^{15} \text{ Hz}} E = 6/6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{15} \Rightarrow E = 3/3 \times 10^{-18} \text{ J}$$

10^{15} فوتون در هر ثانیه تابش می‌شود. در این حالت داریم:

$$P = \frac{E_{\Sigma}}{t} \xrightarrow{E_{\Sigma}=nE} P = \frac{nE}{t} \xrightarrow{n=10^{15}, t=1 \text{ s}} P = \frac{3 \times 10^{-18} \times 10^{15}}{1} \Rightarrow P = 3/3 \times 10^{-3} \text{ W} \xrightarrow{10^{-3} \text{ W}=1 \text{ mW}} P = 3/3 \text{ mW}$$

(۷۷)

سوال ۷۷ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

الف) درست

ب) درست

پ) درست

ت) درست - در ترازهای شبه پایدار، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-3} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی (10^{-8} s) باقی می‌مانند. یعنی $\frac{10^{-3}}{10^{-8}} = 10^5$ برابر.

(۷۸)

سوال ۷۸ گزینه درست: ۴

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 و درست است.

گزینه «۲»: گسیل القایی را نمایش می‌دهد و درست است. دقت کنید که فوتون گسیل شده 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.

(۷۹)

سوال ۷۹ گزینه درست: ۲

$$J \text{ انرژی مفید در مدت یک دقیقه} = 100 \times 60 \times 10^{-4} = 6 \times 10^{-1}$$

$$E = hf = h \times \text{انرژی هر فوتون}$$

$$\Rightarrow E = 6/6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{132 \times 10^{-10}} = 1/5 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$\text{فوتون } n = \frac{6 \times 10^{-1}}{1/5 \times 10^{-18}} = 4 \times 10^{17}$$

(۸۰)

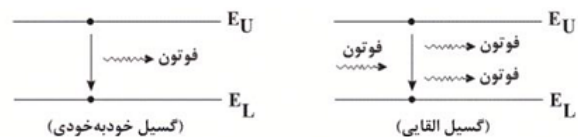
سوال ۸۰ گزینه درست: ۴

سه ویژگی عمده گسیل القایی مطابق گزینه‌های «۱» و «۲» و «۳» می‌باشد.

(۸۱)

سوال ۸۱

گزینه درست: ۳



اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است.

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهای موسوم به تراز شبه پایدار نسبت به تراز پایین بسیار بیشتر باشند. در این ترازها الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-3} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی (10^{-8} s) باقی می‌مانند.

این زمان طولانی‌تر فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. (صحت گزینه‌های «۱» و «۴»)

در لیزر فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. (صحت گزینه «۲»)

(۸۲)

سوال ۸۲

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «آ»: نادرست. در یک هسته مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده آن از جرم هسته بیشتر است. زیرا در هنگام تشکیل هسته بخشی از جرم به انرژی تبدیل شده و آزاد شده است. (انرژی بستگی هسته)

عبارت «ب»: درست. ترازهای انرژی نوکلئون‌ها همانند ترازهای مربوط به الکترون‌های اطراف هسته کوانتیده هستند.

عبارت «پ»: نادرست. در یک هسته ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در محدوده keV تا MeV است.

عبارت «ت»: نادرست. با افزایش تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) در ایزوتوپ‌های پایدار، نسبت تعداد نوترون به پروتون ($\frac{N}{Z}$) افزایش می‌یابد.

بنابراین، تعداد یک عبارت درست است.

(۸۳)

سوال ۸۳

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

ابتدا با توجه به این که در هر مول اتم هیدروژن به تعداد عدد آووگادرو اتم وجود دارد، جرم یک اتم هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

$$m = \frac{M}{N_A} \Rightarrow m = \frac{10^{-3}}{6 \times 10^{23}} \Rightarrow m = \frac{1}{6} \times 10^{-26} \text{ kg}$$

حال با استفاده از رابطه اینشتین، داریم:

$$E = mc^2 = \frac{1}{6} \times 10^{-26} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow E = 1/5 \times 10^{-10} \text{ J}$$

(۸۴)

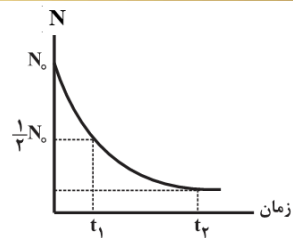
سوال ۸۴

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

هر نوکلئون فقط به نزدیکترین نوکلئونهای مجاورش نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. بنابراین گزینه «۲» صحیح نیست.

(۸۵)



گزینه درست: ۱

سوال ۸۵

گزینه «۱»

با توجه به نمودار، چون پس از گذشت زمان t_1 ، تعداد هسته‌های باقی‌مانده نصف شده است، پس $T_{1/2} = t_1$ است. یعنی $3T_{1/2} = 3t_1 = t_2$ خواهد بود و در نتیجه تعداد هسته‌های باقی‌مانده پس از زمان t_2 از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \xrightarrow{t=t_2} n = \frac{3T_{1/2}}{T_{1/2}} = 3$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=3} N = \frac{1}{8} N_0$$

یعنی تعداد هسته‌های واپاشی شده بعد از زمان t_2 برابر با $N' = \frac{7}{8} N_0$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{N'}{N_0} \times 100 = \frac{7}{8} \times 100 = 87.5\%$$

(۸۶)

گزینه درست: ۲

سوال ۸۶

گزینه «۲»

با توجه به رابطه $E = mc^2$ می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow E = (0.1 \times 10^{-3}) \times (3 \times 10^8)^2 = 10^{-4} \times 9 \times 10^{16} = 9 \times 10^{12} \text{ J}$$

$$\xrightarrow{1 \text{ KWh} = 10^3 \times 3600 \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}} E = \frac{9 \times 10^{12}}{3.6 \times 10^6} = 2.5 \times 10^6 \text{ KWh}$$

(۸۷)

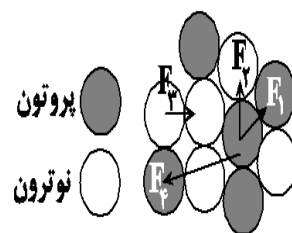
گزینه درست: ۲

سوال ۸۷

گزینه «۲»

ایزوتوپ‌ها دارای عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت می‌باشند. بنابراین تنها در گزینه «۲» عنصر X و Y ایزوتوپ یکدیگرند.

(۸۸)



گزینه درست: ۳

سوال ۸۸

گزینه «۳»

در هسته، هر نوکلئون (پروتون و نوترون) فقط به نزدیک‌ترین نوکلئون‌های مجاورش نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. از طرفی نیروی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. بنابراین نیروهای F_3 , F_4 , F_5 هر سه نیروی هسته‌ای هستند.

۸۹

گزینه درست: ۲

سوال ۸۹

گزینه «۲»

ابتدا با استفاده از رابطه $E = mc^2$ ، اختلاف جرم نوکلئون‌ها و جرم هسته را می‌یابیم:

$$E = mc^2 \xrightarrow[c=3 \times 10^8 \frac{m}{s}]{E=9 \times 10^{-13} J} 9 \times 10^{-13} = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow 9 \times 10^{-13} = m \times 9 \times 10^{16}$$

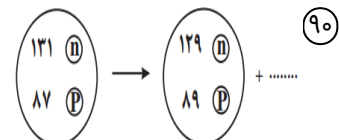
$$\Rightarrow m = 10^{-29} kg = 0.01 \times 10^{-27} kg$$

اکنون جرم نوکلئون‌ها را می‌یابیم. چون جرم نوکلئون‌ها از جرم هسته بیشتر است، داریم:

$$\xrightarrow{\text{جرم هسته} = 3/34 \times 10^{-27} kg} \text{جرم نوکلئون‌ها} = 3/34 \times 10^{-27} kg$$

$$0.01 \times 10^{-27} = \text{جرم نوکلئون‌ها}$$

$$\Rightarrow \text{جرم نوکلئون‌ها} = 3/35 \times 10^{-27} kg$$

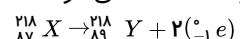


گزینه درست: ۱

سوال ۹۰

گزینه «۱»

با توجه به معادله واپاشی داده شده، عدد جرمی هسته مادر $A = 131 + 87 = 218$ و عدد اتمی آن $Z = 87$ می‌باشد. از طرف دیگر، عدد جرمی هسته دختر $A = 129 + 89 = 218$ و عدد اتمی آن $Z = 89$ است. بنابراین، عدد جرمی هسته تغییر نکرده اما به عدد اتمی آن ۲ واحد اضافه شده است. با توجه به این‌که در واپاشی بتای منفی (β^-) عدد جرمی ثابت و به عدد اتمی یک واحد اضافه می‌شود، لذا در این فرایند واپاشی، ذره β^- گسیل شده است.



دقت کنید، β^- همان $({}_{-1}^0e)$ است.

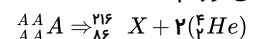
۹۱

گزینه درست: ۲

سوال ۹۱

گزینه «۲»

با توجه به اینکه ذره α هسته اتم هلیم 4_2He است با نوشتن معادله واپاشی عنصر A، عدد جرمی و عدد اتمی آن را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} A_A = 216 + 8 = 224 \\ Z_A = 86 + 4 = 90 \end{cases} \Rightarrow {}^{224}_{90}A$$

از طرف دیگر، چون عدد جرمی عنصر B، ۲۵ درصد بیشتر از عدد جرمی عنصر A است، می‌توان نوشت:

$$A_B = A_A + \frac{25}{100}A_A = \frac{125}{100}A_A$$

$$\Rightarrow A_B = \frac{5}{4}A_A \xrightarrow{A_A=224} A_B = \frac{5}{4} \times 224 \Rightarrow A_B = 280$$

با توجه به اینکه عنصر A و B ایزوتوپ هستند عدد اتمی آنها یکسان است، بنابراین داریم:

$$A_B = Z_B + N_B \xrightarrow{Z_B=Z_A=90} 280 = 90 + N_B \Rightarrow N_B = 190$$

$$\xrightarrow{A_B=280} N_B - Z_B = 190 - 90 = 100$$

در آخر، اختلاف Z_B و N_B برابر است با: $N_B - Z_B = 190 - 90 = 100$

۹۲

گزینه درست: ۴

سوال ۹۲

گزینه «۴»

عدد جرمی و عدد اتمی طرفین را با یکدیگر برابر قرار می‌دهیم:

$$A: 238 = 234 + A \rightarrow A = 4 \rightarrow {}^4_2X$$

$$Z: 92 = 90 + Z \Rightarrow Z = 2$$

در نتیجه ذره 4_2X ، ذره آلفا می‌باشد.

۹۳

سوال ۹۳

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

جدا سازی ایزوتوپ های مختلف یک عنصر به روش های فیزیکی صورت می گیرد.

۹۴

سوال ۹۴

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

نیروی هسته ای در مقایسه با نیروی کولنی بسیار قوی بوده ولی کوتاه برد است، یعنی هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود نیروی جاذبه وارد می کند. اما نیروی کولنی یک نیروی بلند برد است، زیرا علاوه بر این که یک پروتون بر پروتون مجاور خود نیروی رانشی وارد می کند، بر پروتون های دیگر نیز نیروی رانشی وارد می کند.

۹۵

سوال ۹۵

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

بررسی عبارت های نادرست:

(ب) چون نوکلئون ها شامل نوترون ها نیز می شوند و از طرفی نوترون ها از لحاظ الکتریکی خنثی هستند. بنابراین نمی توانند به نوکلئون های دیگر نیروی الکتریکی وارد کنند.

(پ) با افزایش تعداد پروتون نسبت $\frac{Z}{N}$ کاهش می یابد.

(ت) جرم هسته در حالت برانگیخته برابر با جرم هسته در حالت پایه است.

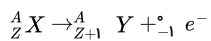
۹۶

سوال ۹۶

گزینه درست: ۴

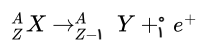
گزینه «۴»

در واپاشی β^- یک نوترون درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می شود و داریم:



در این واپاشی بار هسته به اندازه $C = 10^{-19} \times 1/6$ افزایش می یابد.

در واپاشی β^+ یکی از پروتون های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود و داریم:



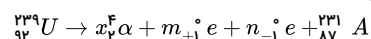
در این واپاشی بار هسته به اندازه $C = 10^{-19} \times 1/6$ کاهش می یابد.

۹۷

سوال ۹۷

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»



بررسی عدد جرمی: $239 = 4x + 0 + 231 \Rightarrow x = 1$

بررسی عدد اتمی: $92 = 2x + m - n + 87 \xrightarrow{x=1} m - n = 1$

گزینه «۱»: $m = 2$ و $n = 3 \Rightarrow m - n = -1$

گزینه «۲»: $m = 2, n = 4 \Rightarrow m - n = -2$

گزینه «۳»: $m = 4, n = 3 \Rightarrow m - n = 1$

گزینه «۴»: $m = 5, n = 3 \Rightarrow m - n = 2$

پس گزینه «۳» می تواند درست باشد.

۹۸

سوال ۹۸

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا انرژی حاصل را بر حسب ژول محاسبه می کنیم:

$$E = mc^2 \quad \begin{matrix} m = 2 \text{ mg} = 2 \times 10^{-3} \text{ g} = 2 \times 10^{-6} \text{ kg} \\ c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \end{matrix}$$

$$E = (2 \times 10^{-6}) \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow E = 18 \times 10^{10} \text{ J}$$

از طرفی، یک کیلووات ساعت برابر $3/6 \times 10^6$ ژول است:

$$1 \text{ kWh} = 10^3 \left(\frac{\text{J}}{\text{s}} \right) \times 3600 \text{ s} = 3/6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$E = \frac{18 \times 10^{10}}{3/6 \times 10^6} \Rightarrow E = 5 \times 10^4 \text{ kWh}$$

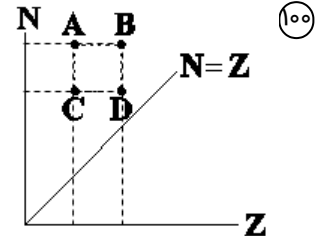
بنابراین:



سوال ۹۹ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

این مدل همان مدل رادرفورد است که براساس آن طیف گسیلی اتم باید پیوسته باشد.



سوال ۱۰۰ گزینه درست: ۳

در نمودار سؤال B و D و همچنین A و C که دارای Z برابر هستند با هم ایزوتوپ بوده و مشخصات شیمیایی یکسانی دارند. پس گزینه «۲» غلط است.

در این نمودار A و B و همچنین C و D دارای تعداد نوترون یکسان و پروتون نابرابر هستند پس عدد جرمی آن‌ها متفاوت است. پس گزینه «۱» غلط است.

بین عناصر B و C، B هم تعداد نوترون بیشتر و هم تعداد پروتون بیشتر دارد. پس عدد جرمی آن‌ها نمی‌تواند برابر باشد و گزینه «۴» غلط است.

سوال ۱۰۱

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: ابعاد هسته در حدود $10^{-15} m$ و چگالی هسته حدود $10^{14} \frac{g}{cm^3}$ یا همان $10^{11} \frac{kg}{cm^3}$ است.

گزینه «۳»: اساس کار لیزر گسیل القایی یا تحریک شده است.

گزینه «۴»: پس از سه نیمه عمر $\frac{1}{8}$ از هسته‌های پرتوزای اولیه باقی می‌ماند و $\frac{7}{8}$ آن واپاشیده می‌شود. $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{1}{8} N_0$ تعداد هسته‌های باقی‌مانده

سوال ۱۰۲

گزینه درست: ۲

می‌دانیم جرم هسته اندکی کمتر از مجموع جرم نوکلئون‌های آن است و این اختلاف جرم بنابر رابطه‌ی معروف اینشتین به انرژی تبدیل و صرف تشکیل پیوندهای هسته‌ای می‌شود که آن را انرژی بستگی هسته‌ای اتم می‌نامند. در این سؤال هسته‌ی دوتریم، یک نوترون و یک پروتون دارد و می‌توان نوشت:

$$\Delta m = (1/67 \times 10^{-27} + 1/68 \times 10^{-27} - 3/34 \times 10^{-27}) = 10^{-29} kg$$

$$E = \Delta mc^2 = 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{-13} J$$

$$\Rightarrow E = \frac{9 \times 10^{-13}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.625 \times 10^6 eV \Rightarrow E = 5.625 MeV$$

گزینه «۳»

ابتدا معادله واپاشی را می‌نویسیم و سپس مجموع عددهای اتمی و مجموع عددهای جرمی دو طرف معادله واکنش را به طور جداگانه مساوی هم قرار می‌دهیم و تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌ها را می‌یابیم:

$${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{82}^{214}\text{Pb} + {}_{82}^{214}\text{Pb}$$

$$238 = 4 + (2 \times 82) + A \Rightarrow A = 234$$

$$92 = 2 + (2 \times 82) + Z \Rightarrow Z = 88$$

$$A = N + Z \Rightarrow 234 = N + 88 \Rightarrow N = 146$$

هسته دختر، ۸۸ پروتون و ۱۴۶ نوترون دارد.

گزینه «۲»

ابتدا تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده دو ماده را می‌یابیم:

$$m_A = \frac{m_{0A}}{2^{n_A}} \xrightarrow{m_A = m_{0A} - \frac{1}{2}m_{0A} = \frac{1}{2}m_{0A}} \frac{1}{2}m_{0A} = \frac{m_{0A}}{2^{n_A}}$$

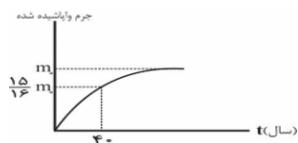
$$\Rightarrow 2^{n_A} = 2 = 2^1 \Rightarrow n_A = 1$$

$$m_B = \frac{m_{0B}}{2^{n_B}} \xrightarrow{m_B = m_{0B} - \frac{3}{4}m_{0B} = \frac{1}{4}m_{0B}} \frac{1}{4}m_{0B} = \frac{m_{0B}}{2^{n_B}}$$

$$\frac{m_{0B}}{4} = \frac{m_{0B}}{2^{n_B}} \Rightarrow 2^{n_B} = 4 = 2^2 \Rightarrow n_B = 2$$

اکنون با استفاده از رابطه $n = \frac{t}{T_{1/2}}$ نسبت نیمه‌عمر دو ماده پرتوزا را می‌یابیم:

$$\frac{T_{1/2A}}{T_{1/2B}} = \frac{t_A}{t_B} \times \frac{n_B}{n_A} \xrightarrow{t_A = t_B} \frac{T_{1/2A}}{T_{1/2B}} = 1 \times \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{T_{1/2A}}{T_{1/2B}} = 2$$



گزینه «۱»

با توجه به نمودار داده شده بعد از گذشت مدت زمان ۴۰ سال $\frac{15}{16}m_0$ جرم اولیه واپاشیده شده است، در نتیجه، در این مدت جرم باقیمانده برابر $m = m_0 - \frac{15}{16}m_0 = \frac{1}{16}m_0$ است. بنابراین، ابتدا به صورت زیر، نیمه‌عمر ماده پرتوزا را حساب می‌کنیم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m = \frac{1}{16}m_0} \frac{1}{16}m_0 = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 = 2^4 \Rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \xrightarrow{t=40 \text{ سال}} 4 = \frac{40}{T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = 10 \text{ سال}$$

اکنون مدت‌زمانی را که $\frac{1}{16}$ جرم اولیه فعال می‌ماند، می‌یابیم:

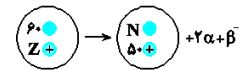
$$m = \frac{m_0}{2^{n'}} \xrightarrow{m = \frac{1}{64}m_0} \frac{1}{64}m_0 = \frac{m_0}{2^{n'}} \Rightarrow 2^{n'} = 64 = 2^6 \Rightarrow n' = 6$$

$$n' = \frac{t'}{T_{1/2}} \Rightarrow 6 = \frac{t'}{10} \Rightarrow t' = 60 \text{ سال}$$

گزینه «۴»

در این سؤال چون تمام کمیت‌ها به صورت پارامتری داده شده است، فقط می‌توان از رابطه‌ها استفاده کرد و مسئله را حل نمود، برای این منظور چون نسبت تعداد هسته‌های باقی‌مانده دو عنصر مطرح است، باید از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ استفاده کرد. بنابراین، چون تعداد هسته‌های باقی‌مانده A، برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده B است، می‌توان نوشت:

$$N_A = 4N_B \xrightarrow{N = \frac{N_0}{2^n}} \frac{N_{0A}}{2^{n_A}} = 4 \frac{N_{0B}}{2^{n_B}} \xrightarrow{N_{0A} = N_{0B}} \frac{2^{n_B}}{2^{n_A}} = 4 \Rightarrow 2^{n_B - n_A} = 2^2 \Rightarrow n_B - n_A = 2$$



گزینه درست: ۳

سوال ۱۰۷

گزینه «۳»

در واپاشی α ، عدد اتمی و عدد نوترونی هر کدام ۲ واحد کاهش می‌یابد، و در واپاشی β^- ، عدد اتمی یک واحد افزایش و عدد نوترونی یک واحد کاهش می‌یابد.

$$60 - 2(2) - 1 = N \Rightarrow N = 55 \quad (I)$$

$$Z - 2(2) + 1 = 50 \Rightarrow Z = 53 \quad (II)$$

$$I, II \Rightarrow N + Z = 55 + 53 = 108$$

گزینه درست: ۱

سوال ۱۰۸

گزینه «۱»

پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای یعنی حدوداً 100mm عبور کنند. و همچنین یکی از کاربردهای گسترده پرتو α در آشکارسازهای دود است.

گزینه درست: ۴

سوال ۱۰۹

گزینه «۴»

مجموع تعداد واپاشی شده و هسته‌های باقیمانده برابر با تعداد هسته‌های اولیه است. اکنون تعداد هسته‌های باقیمانده را به دست می‌آوریم.
تعداد هسته باقیمانده N_1 و تعداد واپاشی شده N_2

$$N_2 - N_1 = 175000 \xrightarrow{N_1 + N_2 = 200000} N_1 = 12500$$

اکنون مدت زمان فروپاشی را به دست می‌آوریم:

$$N_1 = \frac{N_1 + N_2}{2^n} \xrightarrow{N_1 = 12500, N_1 + N_2 = 2 \times 10^5} \frac{12500}{2 \times 10^5} = \frac{1}{2^n}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 4 \xrightarrow{T_{1/2} = 5h} t = 20h$$

گزینه درست: ۳

سوال ۱۱۰

گزینه «۳»

ابتدا با توجه به صورت مسأله معادله واکنش انجام شده را می‌نویسیم:



همان‌طور که می‌دانیم باید مجموع اعداد جرمی و مجموع اعداد اتمی دو طرف واکنش با هم برابر باشد. بنابراین داریم:

$$A = 208 + 4 + 0 \Rightarrow A = 212$$

تعداد پروتون و نوترون

$$Z = 81 + 2 + 1 \Rightarrow Z = 84$$

تعداد پروتون

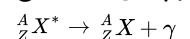
از طرف دیگر، عدد جرمی برابر مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی است. در این حالت داریم:

$$A = Z + N \Rightarrow 212 = 84 + N \Rightarrow N = 128$$

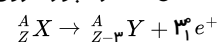
بنابراین، عنصر مادر تعداد ۸۴ پروتون و ۱۲۸ نوترون دارد.

گزینه «۳»

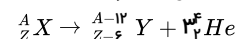
وایشی گاما هیچ تأثیری در تغییر عدد اتمی و عدد جرمی ندارد و پرتوی گاما جزء امواج الکترومغناطیسی است.



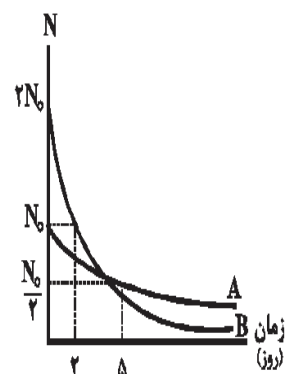
با گسیل ۳ ذره پوزیترون، عدد اتمی ۳ واحد کاهش می‌یابد و عدد جرمی ثابت می‌ماند.



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



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



گزینه «۳»

با توجه به نمودار، نیمه عمر هر عنصر را محاسبه می‌کنیم: $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$

$$\text{عنصر A: } \frac{N_0}{2} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \Rightarrow n_A = \frac{t}{T_{1/2A}} = 1 \xrightarrow{t=5 \text{ روز}} T_{1/2A} = 5$$

$$\text{عنصر B: } N_0 = 2N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \Rightarrow n_B = 1 \Rightarrow \frac{t}{\left(T_{1/2}\right)_B} = 1 \xrightarrow{t=2 \text{ روز}} T_{1/2B} = 2$$

حال پس از گذشت ۳۰ روز برای عناصر A و B داریم:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow \begin{cases} n'_A = \frac{30}{5} = 6 \\ n'_B = \frac{30}{2} = 15 \end{cases}$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{N_{0A}}{N_{0B}} \times \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{n'_B}}{\left(\frac{1}{2}\right)^{n'_A}} = \frac{N_0}{2N_0} \times \frac{2^{15}}{2^6} = \frac{1}{2} \times 2^9 = 2^8 \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = 256$$

گزینه «۱»

ابتدا جرم اولیه ماده پرتوزا را می‌یابیم. دقت کنید، چون $150g$ از ماده پرتوزا متلاشی شده است، جرم باقی‌مانده آن در مدت ۴

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \xrightarrow{t=4T_{1/2}} n = \frac{4T_{1/2}}{T_{1/2}} = 4 \quad \text{نیمه عمر برابر } m = m_0 - 150 \text{ است.}$$

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m=m_0-150} m_0 - 150 = \frac{m_0}{2^4} \Rightarrow 16m_0 - 16 \times 150 = m_0 \Rightarrow 15m_0 = 16 \times 150 \Rightarrow m_0 = 160g$$

اکنون تعداد نیمه عمرهای لازم برای باقی‌ماندن ۵ گرم را می‌یابیم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m=5g} 5 = \frac{160}{2^n} \Rightarrow 2^n = 32 = 2^5 \Rightarrow n = 5$$

چون برای وایشی $150g$ تعداد ۴ نیمه عمر و برای باقی‌ماندن ۵g تعداد ۵ نیمه عمر لازم است، بنابراین پس از وایشی $150g$ ، تنها یک نیمه عمر دیگر باید بگذرد تا تنها ۵ گرم آن باقی بماند.

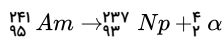
۱۱۴

گزینه درست: ۳

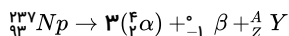
سوال ۱۱۴

گزینه «۳»

می‌دانیم، در گسیل α از یک هسته، عدد جرمی ۴ واحد و عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد. در این حالت با استفاده از رابطه (۱) عدد جرمی و عدد اتمی N_p را می‌یابیم:



از طرف دیگر، در واپاشی β ، عدد جرمی تغییر نمی‌کند ولی عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد. بنابراین با استفاده از رابطه (۲)، عدد جرمی و عدد اتمی هسته دختر (A_ZY) را می‌یابیم:



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

در آخر عدد نوترونی هسته دختر برابر است با:

$$A = N + Z \Rightarrow N = A - Z = 225 - 88 = 137$$

۱۱۵

گزینه درست: ۱

سوال ۱۱۵

گزینه «۱»

چون 30 گرم از جرم ماده پرتوزا واپاشیده شده است، جرم باقیمانده آن برابر $m = m_0 - 30$ و یا جرم اولیه برابر $m_0 = m + 30$ است. بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} T_{1/2} &= 16 \text{ s} \\ n &= \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{t}{16} \Rightarrow n = \frac{64}{16} = 4 \\ m &= \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{n=4} m = \frac{m_0}{16} \Rightarrow 16m = m_0 \Rightarrow 15m = 30 \Rightarrow m = 2 \text{ g} \end{aligned}$$

۱۱۶

گزینه درست: ۳

سوال ۱۱۶

گزینه «۳»

ابتدا با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ ، تعداد نیمه‌عمر سپری شده دو عنصر را می‌یابیم:

$$N_A = \frac{N_{0A}}{2^{n_A}} \xrightarrow{N_A = \frac{1}{16} N_{0A}} \frac{N_{0A}}{16} = \frac{N_{0A}}{2^{n_A}} \Rightarrow 2^{n_A} = 16 = 2^4 \Rightarrow n_A = 4$$

$$N_B = \frac{N_{0B}}{2^{n_B}} \xrightarrow{N_B = \frac{1}{128} N_{0B}} \frac{N_{0B}}{128} = \frac{N_{0B}}{2^{n_B}} \Rightarrow 2^{n_B} = 128 = 2^7 \Rightarrow n_B = 7$$

اکنون، با استفاده از رابطه $n = \frac{t}{T_{1/2}}$ و با توجه به این که $t_A = t_B$ است، می‌توان نوشت:

$$T_{1/2} = \frac{t}{n} \xrightarrow{t_A = t_B} \frac{T_{1/2A}}{n_A} = \frac{T_{1/2B}}{n_B} \Rightarrow \frac{T_{1/2A}}{4} = \frac{T_{1/2B}}{7} = \frac{7}{4}$$

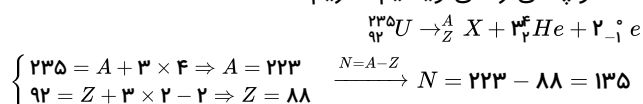
۱۱۷

گزینه درست: ۲

سوال ۱۱۷

گزینه «۲»

معادله واپاشی را می‌نویسیم، داریم:



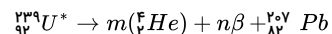
۱۱۸

گزینه درست: ۱

سوال ۱۱۸

گزینه «۱»

چون با گسیل ذره β عدد جرمی تغییر نمی‌کند، ابتدا با استفاده از پایستگی مجموع عددهای جرمی دو طرف معادله، تعداد ذره‌های آلفا (یعنی m) را حساب می‌کنیم.



$$\Rightarrow 239 = m \times 4 + (n \times 0) + 207 \Rightarrow m = 8$$

اکنون با استفاده از پایستگی مجموع عددهای اتمی دو طرف معادله، نوع ذره β و تعداد آن را به دست می‌آوریم.

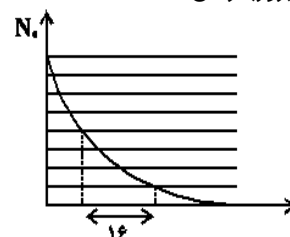
$$92 = m \times 2 + n + 82 \xrightarrow{m=8} 92 = 8 \times 2 + 82 + n \Rightarrow n = -6$$

چون n یک عدد منفی به دست آمده است، باید بار ذره β منفی باشد. بنابراین نوع ذره β الکترون یا بتای منفی است.

۱۱۹

تعداد

هسته‌ها
(روز) زمان

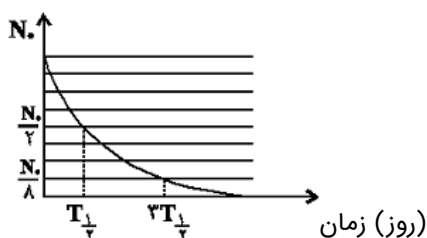


گزینه درست: ۴

سوال ۱۱۹

گزینه «۴»

تعداد هسته‌ها



با توجه به نمودار فوق داریم:

$$3T_{1/2} - T_{1/2} = 16 \Rightarrow T_{1/2} = 8 \text{ روز}$$

پس از گذشت روز $t = 32$ داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{32}{8}}} = \frac{N_0}{16}$$

تعداد هسته‌های واپاشیده برابر است با:

$$N_0 - \frac{N_0}{16} = \frac{15}{16} N_0$$

در نتیجه درصد هسته‌های واپاشیده برابر است با:

$$\frac{15}{16} \times 100 = 93.75\%$$

۱۲۰

گزینه درست: ۱

سوال ۱۲۰

گزینه «۱»

با استفاده از مساوی بودن مجموع عددهای اتمی و مجموع عددهای جرمی دو طرف واکنش، (n) تعیین می‌شود:

$${}_n^{10}\text{B} \rightarrow {}_3^7\text{Li} + {}_Z^AX \Rightarrow \begin{cases} 1+10=7+A \\ 0+5=3+Z \end{cases} \Rightarrow A=4, Z=2$$

بنابراین X ذره آلفا است.