① انرژی فوتونی با طول موج λ_1 برابر ۲eV و انرژی فوتونی با طول موج λ_2 برابر ۳eV است. بسامد فوتونی با طول موج $(2\lambda_1 + 3\lambda_2)$ چند هرتز است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19}\ C\ ,\ h = 6/4 \times 10^{-34}\ J.s)$

۱) $12/5 \times 10^{13}$ **۲)** 25×10^{13} **۳)** 4×10^{19} **۴)** 5×10^{20}

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

انرژی هر فوتون با توجه به طول موج به‌کمک رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \begin{cases} 2 = \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{hc}{2} \\ 3 = \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{hc}{3} \\ E = \frac{hc}{2\lambda_1 + 3\lambda_2} = \frac{hc}{2(\frac{hc}{2}) + 3(\frac{hc}{3})} = \frac{1}{2}eV \end{cases}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 1/6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-20}\ J$$

$$E = hf \Rightarrow 8 \times 10^{-20} = 64 \times 10^{-35} f$$

$$f = \frac{8 \times 10^{-20}}{64 \times 10^{-35}} = \frac{1}{8} \times 10^{15} = 0/125 \times 10^{15} = 12/5 \times 10^{13}\ Hz$$

② تعداد فوتون‌های گسیلی یک منبع نور با طول‌موج ۳۰۰nm و توان ۱۲۰W در هر ثانیه برابر با کدام گزینه است؟ $(h = 6/4 \times 10^{-34}\ J.s\ ,\ c = 3 \times 10^{8}\ \frac{m}{s})$

۱) 3×10^{20} **۲)** $1/875 \times 10^{20}$ **۳)** $1/875 \times 10^{15}$ **۴)** 3×10^{17}

پاسخ: گزینه ۲

انرژی هر فوتون:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6/4 \times 10^{-34}\ J.s)(3 \times 10^{8}\ \frac{m}{s})}{300\ nm} = \frac{1/92 \times 10^{-25}\ J.m}{300 \times 10^{-9}\ m}$$

$$\Rightarrow E = 6/4 \times 10^{-19}\ J$$

انرژی کل منبع نور:

$$E_{کل} = P\Delta t = 120(1) = 120J = 120$$

تعداد فوتون‌ها:

$$n_{فوتون} = \frac{E_{کل}}{E} = \frac{120}{6/4 \times 10^{-19}} = 18/75 \times 10^{19} = 1/875 \times 10^{20}$$

③ اختلاف طول موج پرتوهای A و B برابر با ۵۰ nm است. اگر انرژی هر فوتون پرتوی B، ۶ برابر انرژی هر فوتون پرتوی A باشد، بسامد پرتوی A چند مگاهرتز است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$

۱) ۳×۱۰^{۱۶} ۲) ۵×۱۰^{۱۵} ۳) ۳×۱۰^{۱۰} ۴) ۵×۱۰^{۹}

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با توجه به این‌که انرژی هر فوتون با رابطه $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ به‌دست می‌آید، داریم:

$$E_B = ۶E_A \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_B} = ۶\frac{hc}{\lambda_A} \Rightarrow \lambda_A = ۶\lambda_B$$

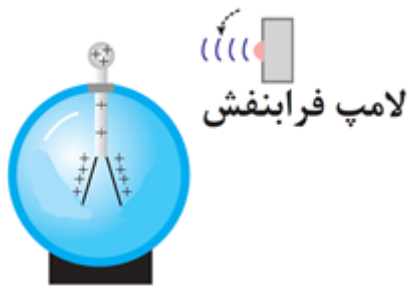
$$\lambda_A - \lambda_B = ۵۰nm \xrightarrow{\lambda_A = ۶\lambda_B} ۶\lambda_B - \lambda_B = ۵۰ \Rightarrow \lambda_B = ۱۰nm$$

$$, \lambda_A = ۶۰nm$$

و در نهایت بسامد پرتوی A را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$f_A = \frac{c}{\lambda_A} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶\times۱۰^{-۸}} = ۵ \times ۱۰^{۱۵} Hz = ۵ \times ۱۰^{۹} MHz$$

④ مطابق شکل بر کلاهک برق‌نمایی که بار مثبت دارد، نور فرابنفش تابیده می‌شود. اگر طول موج نور تابیده شده کوچک‌تر از طول موج آستانه فلز کلاهک برق‌نما باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و ورقه‌ها در ابتدا به هم نزدیک و سپس از هم دور می‌شوند.
۲) پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و ورقه‌ها پیوسته به هم نزدیک می‌شوند.
۳) پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و ورقه‌ها پیوسته از هم دور می‌شوند.
۴) پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. بنابراین فاصله ورقه‌ها تغییر نمی‌کند.

پاسخ: گزینه ۳

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

⑤ اگر در یک اتم هیدروژن، الکترون از مدار $n = ۵$ به مدار $n = ۲$ جهش کند، طول‌موج فوتون گسیلی برابر با چند میکرومتر خواهد بود؟

$(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}, h = ۴/۲ \times ۱۰^{-۱۵}\ eV.s\ ,\ E_R = ۱۳/۵eV)$

۱) $\frac{۴۰۰۰}{۹}$ ۲) $\frac{۴۰۰}{۹}$ ۳) $\frac{۴۰}{۹}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

هنگامی که الکترون از مدار بالاتر $n_U = ۵$ به مدار پایین تر $n_L = ۲$ جهش می‌کند، فوتونی گسیل می‌شود که انرژی آن برابر با اختلاف انرژی دو مدار است. داریم:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow \frac{-E_R}{n_U^۲} - \frac{(-E_R)}{n_L^۲} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow ۱۳/۵ \left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۲۵}\right) = \frac{۴/۲ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۳/۵ \times ۲۱}{۱۰۰} = \frac{۱/۲۶ \times ۱۰^{-۶}}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{۱۲۶}{۲۱} \times \frac{۱}{۱۳/۵} \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow \lambda = \frac{۴}{۹} \times ۱۰^{-۶}\ m = \frac{۴}{۹}\mu m$$

⑥ انرژی فوتونی $۲/۵۲eV$ است. این فوتون گسیلی می‌تواند مربوط به ..... در اتم هیدروژن باشد.

$(hc = ۱۲۰۰\ eV.nm, R = ۰/۰۱(nm^{-۱}))$

۱) خط سوم رشته لیمان $(n' = ۱)$ ۲) خط پنجم رشته بالمر $(n' = ۲)$

۳) خط سوم رشته بالمر $(n' = ۲)$ ۴) خط پنجم رشته لیمان $(n' = ۱)$

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از رابطه $E = \frac{hc}{\lambda}$ می‌توان طول‌موج فوتون گسیلی را به‌دست آورد.

$$۲/۵۲ = \frac{۱۲۰۰}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۰^{۴}}{۲۱} nm \simeq ۴۷۶/۲nm$$

با توجه به مقدار تقریبی $\lambda = ۴۷۶/۲nm$ می‌توان نتیجه گرفت که فوتون گسیلی در محدوده نور مرئی بوده و مربوط به رشته بالمر است. پس $n' = ۲$است.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۲۱}{۱۰^{۴}} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

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

$n = ۵$ و $n' = ۲$: فوتون گسیلی مربوط به خط سوم رشته بالمر است.

⑦ در یک اتم هیدروژن، الکترون از ترازی به شعاع r به تراز پایه می‌رود و شعاع مدار آن $\frac{۱}{۴}$ برابر می‌شود. طول‌موج فوتون گسیل شده تقریباً چند نانومتر است؟ ($hc = ۱۲۴۰eV.nm$ و $E_R = ۱۳/۶eV$)

۱) ۹۷/۲۵ **۲)** ۱۲۱/۵۶ **۳)** ۷۲/۹۴ **۴)** ۸۵/۸۱

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن برابر است با:

$$r_n = a_\circ n^۲ \Rightarrow n^۲ = ۴ \Rightarrow n = ۲$$

با توجه به معادله گسیل فوتون از اتم داریم:

$$E_U - E_L = hf$$

$$\Rightarrow -\frac{E_R}{n^۲} + E_R = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -\frac{۱۳/۶}{۴} + ۱۳/۶ = \frac{۱۲۴۰}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \lambda \simeq ۱۲۱/۵۶nm$$

⑧ طول‌موج‌های مربوط به رشته پاشن ($n' = ۳$) تقریباً در محدوده کدام‌یک از گزینه‌های زیر برحسب نانومتر می‌تواند قرار گیرد؟ ($R = ۰/۰۱۱\,nm^{-۱}$)

۱) ۱۰۰۰تا۱۸۵۰ **۲)** ۹۵۰تا۱۹۵۰ **۳)** ۸۰۰تا۱۹۰۰ **۴)** ۹۰۰تا۱۹۰۰

پاسخ: گزینه ۳

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty})$$

$$\lambda_{min} = \frac{۳^۲}{R} \simeq ۸۱۸/۱۸\,nm$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) = R(\frac{۱۶-۹}{۱۴۴}) = R(\frac{۷}{۱۴۴})$$

$$\lambda_{max} = \frac{۱۴۴}{۰/۰۷۷} \simeq ۱۸۷۰\,nm$$

⑨ در یک اتم هیدروژن الکترون در تراز $n = ۵$ قرار دارد، نسبت بلندترین طول موج فوتون گسیلی به کوتاه‌ترین طول‌موج فوتون جذبی توسط این الکترون کدام است؟

۱) ۹
۲) $\frac{۱۶}{۹}$
۳) $\frac{۱۲۸}{۳}$
۴) $\frac{۲۵}{۴}$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

بلندترین طول‌موج فوتون گسیلی مربوط به زمانی است که الکترون از تراز $n = ۵$ به تراز $n = ۴$ جابه‌جا شده و کوتاه‌ترین طول‌موج فوتون جذبی توسط این الکترون مربوط به زمانی است که الکترون با دریافت انرژی از تراز $n = ۵$ به تراز $n = \infty$ جابه‌جا شود. بنابراین مطابق رابطه ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲}) \begin{cases} n_U = ۵ , n_L = ۴ \\ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۵^۲}) = \frac{۹R}{۱۶ \times ۲۵} \quad (I) \\ n_U = \infty , n_L = ۵ \\ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۵^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) = \frac{R}{۲۵} \quad (II) \end{cases}$$

$$I, II \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{R}{۲۵}}{\frac{۹R}{۱۶ \times ۲۵}} = \frac{۱۶}{۹}$$

⑩ در اتم هیدروژن، الکترون در دومین حالت برانگیخته قرار دارد. بلندترین طول‌موج تابشی در این حالت چند برابر کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی است؟

۱) ۶/۴
۲) ۵/۴
۳) ۹
۴) ۴/۸

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با توجه به معادله ریدبرگ $\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right)$، در دومین حالت برانگیخته که الکترون در $n = ۳$ است، برای بلندترین طول‌موج تابشی، $n' = ۲$ و برای کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی، $n' = ۱$ است.

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۳^۲}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۸}{۹}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۹}{۸R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۵}{۳۶}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۳۶}{۵R}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{۳۶}{۵R}}{\frac{۹}{۸R}} = ۶/۴$$

(۱۱) در طیف اتم هیدروژن، کمینه بسامد خطوط در رشته بالمر $(n' = ۲)$ ، چند برابر بیشینه بسامد خطوط در رشته پاشن $(n' = ۳)$ است؟

۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۵}$ ۳) $\frac{۳۶}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۳۶}$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه ی «۱»

می‌دانیم $f = \frac{c}{\lambda}$ است، پس برای بیشینه ی بسامد باید کمینه ی طول‌موج را به‌دست آورد و بالعکس.

پاشن (f_{max}) در جابه‌جایی الکترون از $n = \infty$ به $n' = ۳$ اتفاق می‌افتد و بالمر (f_{min}) در جابه‌جایی از $n = ۳$ به $n' = ۲$ اتفاق می‌افتد. با استفاده از معادله ی ریدبرگ داریم:

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

$$\Rightarrow \frac{f_{min}\ \text{بالمر}}{f_{max}\ \text{پاشن}} = \frac{\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}\right)}{\left(\frac{۱}{۳^۲} - ۰\right)} = \frac{۵}{۴}$$

(۱۲) در اتم هیدروژن الکترون از مدار n_U به n_L می‌رود و نوری با بسامد ۵۶۲/۵THz تابش می‌کند. n_U و n_L به ترتیب کدام‌اند؟
$(c = ۳\times ۱۰^{۸} m/s\ ,\ R_H = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۱) ۲ و ۱ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۴ و ۲ ۴) ۵ و ۳

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

در گذار از n_U به n_L، طول‌موج گسیلی به صورت زیر محاسبه می‌شود (معادله ریدبرگ):

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲}\right) \xrightarrow{\lambda = \frac{c}{f}} \frac{f}{c} = R\left(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲}\right)$$

$$\xrightarrow[R = ۰/۰۱(nm)^{-۱} = ۱۰^{۷} m^{-۱}]{f = ۵۶۲/۵\times ۱۰^{۱۲} Hz,\ c = ۳\times ۱۰^{۸} m/s}$$

$$\frac{۵۶۲/۵\times ۱۰^{۱۲}}{۳\times ۱۰^{۸}} = ۱۰^{۷}\left(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲} = \frac{۵۶۲۵}{۳۰۰۰۰} = \frac{۳}{۱۶} = \frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow \begin{cases} n_L = ۲ \\ n_U = ۴ \end{cases}$$

⑬ کدام‌یک از موارد زیر با مدل اتمی تامسون سازگاری دارد؟

۱) سهم ناچیز الکترون‌ها در جرم اتم
۲) وجود هسته چگال در مرکز اتم
۳) چرخش الکترون‌ها در مدارهای معین
۴) بسامد تابش‌های گسیل شده از اتم

پاسخ: گزینه ۱

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.

⑭ در اتم هیدروژن، الکترون در تراز n قرار دارد و انرژی یونش آن ۰/۸۵۰ الکترون‌ولت است. انرژی لازم برای آن که این الکترون را به تراز $n+1$ ببرد، چند الکترون‌ولت است؟ $(E_R = 13/6eV)$

۱) ۱/۱۰۶ ۲) ۰/۵۴۴ ۳) ۰/۴۲۵ ۴) ۰/۳۰۶

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

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

$$E'_n = \frac{E_R}{n^2} \xrightarrow[E_R=13/6eV]{E'_n=0/85eV} 0/85 = \frac{13/6}{n^2}$$

$$\Rightarrow n^2 = \frac{13/6}{0/85} = 16 \Rightarrow n = 4$$

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

$$\Delta E = E_u - E_l = -E_R\left(\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{n^2}\right) = -13/6 \times \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 0/306eV$$

⑮ اگر فوتون گسیل شده از دهمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = ۲$) به سطح فلز A بتابد، پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. اگر فوتون گسیل شده از اولین خط طیف اتم هیدروژن در رشته لیمان ($n' = ۱$) به سطح فلز A بتابد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.
۲) پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند.
۳) پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها کاهش می‌یابد.
۴) پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

پاسخ: گزینه ۱

چون به ازای بسامد فوتون گسیل شده از دهمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر فوتوالکتریک رخ داده است، به ازای بسامدهای بالاتر هم پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. چون بسامد فوتون‌های گسیل شده رشته لیمان از بسامد فوتون گسیل شده از تمام خطوط رشته بالمر بزرگتر است، بنابراین پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون گسیل شده از سطح افزایش می‌یابد.

⑯ در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در تراز $n = ۲$ برابر $E_۲$ است و در تراز $n = ۳$ برابر $E_۳$. در این صورت $E_۲$ و $E_۳$ به ترتیب از راست به چپ هر کدام چند ریدبرگ است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۳}$
۲) $\frac{۱}{۴}$ و $\frac{۱}{۹}$
۳) $-\frac{۱}{۲}$ و $-\frac{۱}{۳}$
۴) $-\frac{۱}{۴}$ و $-\frac{۱}{۹}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

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

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \begin{cases} n = ۲ \rightarrow E_۲ = -\frac{۱}{۴}E_R = -\frac{۱}{۴} \text{ ریدبرگ} \\ n = ۳ \rightarrow E_۳ = -\frac{۱}{۹}E_R = -\frac{۱}{۹} \text{ ریدبرگ} \end{cases}$$

⑰ انرژی لازم برای گذار الکترون در اتم هیدروژن از تراز $n_۱ = ۲$ به تراز $n_۲ = ۵$ چند برابر انرژی یونش الکترون در این اتم است؟

۱) $\frac{۲۱}{۱۰۰}$
۲) $\frac{۱۰۰}{۲۱}$
۳) $\frac{۲۱}{۲۵}$
۴) $\frac{۲۵}{۲۱}$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با توجه به رابطه بور اختلاف انرژی الکترون در دو تراز $n_۱ = ۲$ و $n_۲ = ۵$ را به‌دست می‌آوریم.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \Delta E = E_U - E_L = -\frac{E_R}{n_۲^۲} - \left(-\frac{E_R}{n_۱^۲}\right) = \frac{E_R}{n_۱^۲} - \frac{E_R}{n_۲^۲}$$

$$\xrightarrow{n_۱=۲ \ , \ n_۲=۵} \Delta E = E_R\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۵^۲}\right) \Rightarrow \Delta E = \frac{۲۱}{۱۰۰}E_R \quad (I)$$

انرژی یونش الکترون در اتم هیدروژن برابر گذار الکترون از تراز $n = ۱$ به تراز $n = \infty$ است، بنابراین داریم:

$$\Delta E' = -\frac{E_R}{n^۲} + E_R \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \Delta E' = E_R \quad (II)$$

$$(I) \ , \ (II) \Rightarrow \frac{\Delta E}{\Delta E'} = \frac{۲۱}{۱۰۰}$$

(۱۸) چه تعداد از جملات زیر درست است؟

آ) اتم‌های هر گاز دقیقاً طول‌موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که در صورت برانگیختگی تابش می‌کنند.

ب) طیف گسیلی و جذبی دو نوع گاز می‌توانند همانند یکدیگر باشند.

پ) مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود.

ت) بیش‌تر تابش گسیل شده از سطح اجسام در دماهای معمولی در ناحیه فروسرخ قرار دارد.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

پاسخ: گزینه ۳

آ: با توجه به خط آخر صفحه ۱۰۸ درست است.

ب: با توجه به بند آخر صفحه ۱۰۸ نادرست است.

پ: با توجه به بند آخر صفحه ۱۰۹ درست است.

ت: با توجه به حاشیه صفحه ۹۹ درست است.

لذا ۳ جمله درست خواهد بود.

(۱۹) کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد لیزرها نادرست است؟

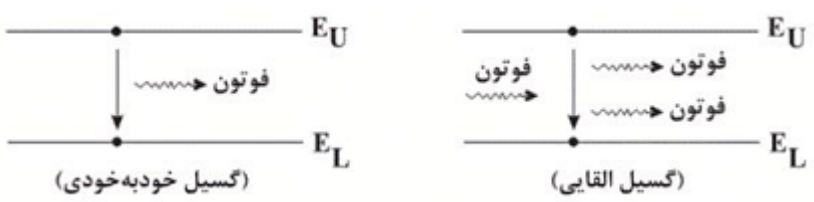
۱) هر چه الکترون‌ها بتوانند در تراز شبه پایدار مدت زمان بیش‌تری باقی بمانند نور تقویت شده‌تری از لیزر خارج می‌شود.

۲) همه پرتوهای نوری که از یک لامپ رشته‌ای ساطع می‌شوند همفاز نیستند در صورتی‌که پرتوهای نوری که از یک لیزر ساطع می‌شوند همگی همفازند.

۳) شکل روبه‌رو نمایش دهنده گسیل القایی در لیزرهاست.

۴) الکترون‌ها در حالت وارونی جمعیت نسبت به حالت برانگیخته معمولی می‌توانند مدت زمان طولانی‌تری در تراز بالاتر بمانند.

پاسخ: گزینه 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 شبه‌پایدار 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»)

(۲۰) نپتونیم $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی ان از طریق گسیل ۳ ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^- صورت می‌گیرد. در این واپاشی، هستهٔ نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟

۱) ۱۳۶ و ۸۷ **۲)** ۱۳۶ و ۸۸ **۳)** ۱۳۷ و ۸۷ **۴)** ۱۳۷ و ۸۸

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

معادلهٔ واپاشی هسته را می‌نویسیم، با توجه به اینکه ۳ ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^- واپاشی شده‌اند، داریم:

$$^{۲۳۷}_{۹۳}Np \rightarrow ۳\,^{۴}_{۲}He + ^{۰}_{-۱}e + ^{A}_{Z}X$$

$$\left.\begin{array}{l} ۲۳۷ = ۱۲ + A \Rightarrow A = ۲۲۵ \\ ۹۳ = ۶ - ۱ + Z \Rightarrow Z = ۸۸ \end{array}\right\} \xrightarrow{A=N+Z} N = ۲۲۵ - ۸۸ = ۱۳۷$$

(۲۱) کدام گزینه درباره ایزوتوپ‌ها نادرست است؟

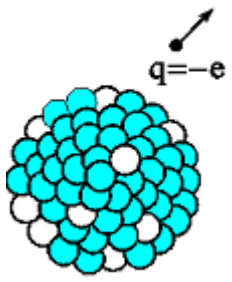
۱) هر عنصری می‌تواند دارای ایزوتوپ‌های پایدار و پرتوزا باشد.
۲) جداسازی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر به روش شیمیایی صورت می‌گیرد.
۳) ویژگی ایزوتوپ‌های یک عنصر را تعداد نوکلئون‌های هسته آن مشخص می‌کند.
۴) ایزوتوپ‌های پرتوزا از نظر شیمیایی فرقی با ایزوتوپ‌های پایدار ندارند.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

جداسازی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر به روش‌های فیزیکی صورت می‌گیرد.

(۲۲) در واپاشی مطابق شکل زیر، تعداد پروتون های هسته ..... و تعداد نوترون های آن .....



۱) یک واحد افزایش می یابد- یک واحد کاهش می یابد.
۲) یک واحد کاهش می یابد- یک واحد افزایش می یابد.
۳) یک واحد افزایش می یابد- ثابت می ماند.
۴) یک واحد کاهش می یابد- ثابت می ماند.

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

مطابق شکل داده شده، در این واپاشی یک الکترون گسیل شده است، بنابراین این واپاشی، از نوع بتای منفی می‌باشد، در این نوع واپاشی یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌گردد، یعنی تعداد پروتون‌های هسته یک واحد افزایش و از نوترون‌های آن یک واحد کم می‌شود. معادله این واپاشی به صورت زیر است:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+۱}Y + ^{۰}_{-۱}e^{-}$$

(۲۳) اگر در یک اتم هیدروژن، الکترون در مدار nاُم قرار داشته باشد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، این اتم می‌تواند ۶فوتون با طول‌موج‌های مختلف تابش کند. بیشترین انرژی این فوتون‌ها تقریباً معادل چند الکترون ولت است؟
$(hc = ۱۲۴۰eV.nm$ و $R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۹۳}{۸}$ ۳) $\frac{۳۹}{۵۰}$ ۴) $\frac{۳}{۱۰}$

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

زمانی تمام گذارهای ممکن ۶تاست که الکترون در مدار ۴اُم باشد. برای بیش‌ترین انرژی این فوتون‌ها داریم:

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

$$\xrightarrow[n=۴]{n'=۱} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰} \times (\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶}) \Rightarrow \lambda = \frac{۳۲۰}{۳}\ nm$$

$$E_{max} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۱۲۴۰\ eV.nm}{\frac{۳۲۰}{۳}\ nm} = \frac{۹۳}{۸} eV$$

(۲۴) از تعداد ۱۶۰۰ هستهٔ پرتوزا پس از گذشت ۲۸۰ ساعت، تعداد ۱۵۵۰ هسته واپاشی شده‌اند. نیمه عمر این مادهٔ پرتوزا چند دقیقه است؟

۱) ۳۳۶۰ ۲) ۵۶
۳) ۷۰ ۴) ۴۲۰۰

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

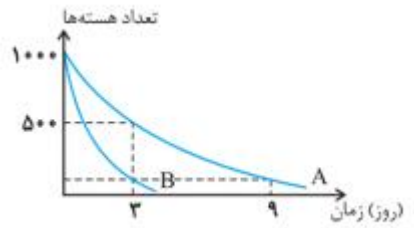
$$N_{\text{باقی مانده}} = \frac{N_۰}{۲^n},\ n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$$

$$\xrightarrow[N_۰=۱۶۰۰]{N_{\text{باقی مانده}}=۱۶۰۰-۱۵۵۰=۵۰} ۵۰ = \frac{۱۶۰۰}{۲^{\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}}}$$

$$\Rightarrow ۲^{\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}} = ۳۲ = ۲^۵ \xrightarrow{t=۲۸۰\ \text{ساعت}} \frac{۲۸۰}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۵$$

$$\Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۵۶h = ۳۳۶۰\ min$$

(۲۵) نمودار تعداد هسته‌های دو ماده پرتوزای A و B برحسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از چند روز $\frac{۱}{۳۲}$ هسته‌های B فعال باقی می‌ماند؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

پاسخ: گزینه ۳

برای تعیین هسته‌های باقی‌مانده عنصر B در یک مدت، باید نیمه‌عمر آن را به‌دست آوریم.

طبق نمودار به راحتی درمی‌یابیم که نیمه‌عمر عنصر A، ۳ روز است و تعداد هسته‌های باقی‌مانده دو عنصر A و B به ترتیب در زمان‌های t_A = ۹ روز و t_B = ۳ روز برابر می‌شوند.

بنابراین می‌توان با استفاده از رابطه هسته‌های باقی‌مانده $N = \frac{N_۰}{۲^n}$، نیمه‌عمر عنصر B را محاسبه کرد.

$$N_A = N_B \xrightarrow{N=\frac{N_۰}{۲^n}} \frac{N_۰}{۲^{n_A}} = \frac{N_۰}{۲^{n_B}}$$

$$\xrightarrow{n_A=\frac{t_A}{T_{\frac{۱}{۲}}}=\frac{۹}{۳}=۳} \frac{۱}{۲^۳} = \frac{۱}{۲^{n_B}} \Rightarrow n_B = ۳$$

از طرفی طبق رابطه $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$ می‌توانیم نیمه‌عمر B را محاسبه کنیم.

$$n_B = \frac{t_B}{T_{\frac{۱}{۲}}} \xrightarrow{n_B=۳ ,\ t_B=۳ \text{ روز}} T_{\frac{۱}{۲}(B)} = ۱ \text{ روز}$$

حال دوباره از رابطه $N = \frac{N_۰}{۲^n}$، استفاده کرده و هسته‌های فعال B را محاسبه می‌کنیم:

$$N_B = \frac{N_۰}{۲^{n_B}} \xrightarrow{N_B=\frac{۱}{۳۲}N_۰} ۲^{n_B} = ۳۲$$

$$\Rightarrow n_B = ۵ \xrightarrow{n_B=\frac{t_B}{T_{\frac{۱}{۲}}}} t_B = ۵ \text{ روز}$$

---

(۲۶) در واپاشی هسته‌های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$)

۱) هنگام گسیل پوزیترون بار هسته به اندازه $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ افزایش می یابد.
۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازه $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ کاهش می‌یابد.
۳) هنگام گسیل α بار هسته به اندازه $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ کاهش می‌یابد.
۴) هنگام گسیل گاما، پوزیترون و الکترون، بار هسته ثابت می‌ماند.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه ۳

ذره α، هسته اتم He با دو پروتون و دو نوترون است. از آن‌جا که بار هر پروتون برابر با $+۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن است، لذا با گسیل ذره α، بار هسته به اندازه $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹}\ C = ۲ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کاهش می‌یابد.

(۲۷) در واکنش هسته‌ای زیر تعداد نوترون‌های هسته Y کدام است؟

$$^{۲۴۰}_{۹۰}X \rightarrow {}^{n}_{۷۸}Y + m\alpha$$

۱) ۱۴۰ ۲) ۱۳۸ ۳) ۲۱۸ ۴) ۲۱۶

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ذره آلفا همان هسته هلیوم دو بار مثبت است. با موازنه

اعداد جرمی و اتمی در دو طرف واکنش داریم:

$$۷۸ = ۹۰ - ۲m \Rightarrow m = \frac{۱۲}{۲} = ۶$$
$$n = ۲۴۰ - ۴ \times ۶ \Rightarrow n = ۲۱۶$$
$$N = A - Z \xrightarrow{A=۲۱۶,Z=۷۸} N = ۲۱۶ - ۷۸ = ۱۳۸$$

(۲۸) اگر ۷۵ درصد از تعداد هسته‌های مادر اولیه یک عنصر رادیواکتیو در مدت یک و نیم ساعت کاهش یابد، نیمه‌عمر این ماده در SI کدام است؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۲۲۵۰ ۴) ۲۷۰۰

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

$$N = N_۰(\frac{۱}{۲^n})$$
$$\frac{۲۵}{۱۰۰}N_۰ = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow \frac{۲۵}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲^{\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}}} \Rightarrow ۲^{\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}} = ۴ = ۲^۲$$
$$\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۲ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{۱/۵h}{۲} = \frac{۹۰\,min}{۲} = ۴۵\,min = ۲۷۰۰s$$

(۲۹) کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزء ویژگی‌های گسیل القایی نمی‌باشد؟

۱) فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا هم‌فاز است.
۲) تعداد فوتون‌های خروجی در محیط لیزری افزایش می‌یابد و در نتیجه نور لیزر تقویت می‌شود.
۳) فوتون‌های گسیل شده در محیط لیزری در همان جهت فوتون‌های ورودی حرکت می‌کنند.
۴) انرژی لازم برای برانگیخته شدن الکترون‌ها به تراز پایین‌تر از طریق تخلیه ولتاژهای بالا و درخش‌های شدید نور معمولی انجام می‌گیرد.

پاسخ: گزینه ۴

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

(۳۰) الکترونی در اتم هیدروژن، اولین خط از رشته پاشن را در یک گذار گسیل می‌کند. در این گذار، به‌ترتیب از راست به چپ نیروی ربایشی وارد بر الکترون چند برابر می‌شود و طول موج گسیل شده کدام است؟ (R ثابت ریدبرگ است.)

۱) $\frac{۱۶}{۹}$ و $\frac{۱۴۴}{۷R}$

۲) $\frac{۹}{۱۶}$ و $\frac{۷}{۱۴۴R}$

۳) $\frac{۸۱}{۲۵۶}$ و $\frac{۷}{۱۴۴R}$

۴) $\frac{۲۵۶}{۸۱}$ و $\frac{۱۴۴}{۷R}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه‌ی «۴»

اولین خط از رشته پاشن حالتی است که الکترون از لایه چهارم به روی لایه سوم سقوط کند. بنابراین $n = ۴$ و $n' = ۳$. با توجه به رابطه $r_n = a_۰ n^۲$ نسبت شعاع‌ها را به‌دست می‌آوریم: $\frac{r_۳}{r_۴} = (\frac{۳}{۴})^۲ = \frac{۹}{۱۶}$

با داشتن نسبت شعاع‌ها و با کمک رابطه قانون کولن داریم:

$$\begin{cases} F = K\frac{|q_۱ q_۲|}{r^۲} \\ \frac{r_۳}{r_۴} = \frac{۹}{۱۶} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_۳}{F_۴} = (\frac{r_۴}{r_۳})^۲ = (\frac{۱۶}{۹})^۲ = \frac{۲۵۶}{۸۱}$$

برای محاسبه طول موج گسیل شده طبق رابطه ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) = R(\frac{۱۶-۹}{۱۴۴}) = \frac{۷R}{۱۴۴} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۴۴}{۷R}$$