۱) چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با اثر فوتوالکتریک صحیح است؟

الف) اگر به کلاهک الکتروسکوپی با بار منفی پرتو فرابنفش تابیده شود، فاصلهٔ ورقه‌های آن افزایش می‌یابد.

ب) اگر در یک بسامد معین شدت نور فرودی به فلزی را افزایش دهیم، انرژی جنبشی الکترون‌های جدا شده از آن بیش‌تر می‌شود.

ج) انرژی مجموعه‌ای از فوتون‌ها می‌تواند هر مقدار دلخواهی را داشته باشد.

د) افزایش شدت نور فرودی به یک فلز در بسامدهای کم‌تر از بسامد آستانه ممکن است باعث اثر فوتوالکتریک شود.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** صفر

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

بررسی نادرستی عبارت‌ها:

الف) فاصلهٔ ورقه‌ها کاهش می‌یابد.

ب) انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییری نمی‌کند.

ج) انرژی مجموعه‌ای از فوتون‌ها ضریب صحیحی ازhf خواهد بود و هر مقداری نمی‌تواند داشته باشد.

د) به هیچ‌وجه در بسامدهای کم‌تر از بسامد آستانه،اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

۲) در اتم هیدروژن، طول موج چهارمین خط رشتهٔ بالمر، چند برابر طول موج دومین خط رشتهٔ لیمان است؟

نام رشته	n′
لیمان	۱
بالمر	۲

۱) $\frac{۱}{۲}$ **۲)** ۲
۳) $\frac{۱}{۴}$ **۴)** ۴

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

با توجه به معادلهٔ ریدبرگ داریم:

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

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{۶\to۲}}{\lambda_{۳\to۱}} = \frac{(\frac{۱}{۱۲} - \frac{۱}{۳۲})}{(\frac{۱}{۲۲} - \frac{۱}{۶۲})} = ۴$$

③ اختلاف طول‌موج پرتوهای A و B در خلأ برابر با ۴۵۰ نانومتر است. اگر انرژی هر فوتون پرتوی B ، ۱۰ برابر انرژی هر فوتون پرتوی A باشد، بسامد پرتوی B چند هرتز است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)

۱) ۶×۱۰^{۱۵} ۲) ۶×۱۰^{۱۶} ۳) ۵×۱۰^{۱۵} ۴) ۵×۱۰^{۱۶}

پاسخ: گزینه ۱

انرژی هر فوتون (hf) با بسامد پرتو متناسب است و با طول‌موج آن نسبت عکس دارد. بنابراین طول‌موج پرتوی A، ۱۰ برابر طول‌موج پرتوی B است و می‌توان نوشت:

$$\lambda_A = ۱۰\lambda_B , \lambda_A - \lambda_B = ۴۵۰nm$$

$$\Rightarrow ۱۰\lambda_B - \lambda_B = ۴۵۰nm \Rightarrow \lambda_B = ۵۰nm$$

$$\lambda_B = \frac{c}{f_B} \Rightarrow f_B = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۵۰\times۱۰^{-۹}} = ۶ \times ۱۰^{۱۵} Hz$$

④ کدام گزینه در مورد پدیده فوتوالکتریک نادرست است؟

۱) در بسامد ثابت با افزایش شدت نور تعداد فوتوالکترون‌ها افزایش خواهد یافت.
۲) در بسامد ثابت با افزایش شدت نور انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.
۳) اگر طول‌موج نور تابیده شده بر سطح فلز از طول‌موج آستانه کمتر باشد، پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.
۴) بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد.

پاسخ: گزینه ۳

اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامد آستانه کمتر باشد پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. بنابراین اگر طول‌موج نور تابیده شده بر سطح فلز از طول‌موج آستانه بیش‌تر باشد، پدیده فوتوالکتریک رخ نخواهد داد.

⑤ کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد وقوع پدیده فوتوالکتریک وقتی نور تک‌فامی به سطح فلز می‌تابد، صحیح نیست؟

۱) هر فوتون موج الکترومغناطیسی تابیده شده صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش انجام می‌دهد.
۲) اگر طول‌موج نور فرودی به سطح فلز از طول‌موج آستانه کم‌تر باشد الکترون‌ها از سطح فلز جدا می‌شوند.
۳) اگر انرژی فوتون‌های فرودی از انرژی لازم برای جدا کردن سست‌ترین الکترون‌ها بیش‌تر باشد، پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد.
۴) افزایش شدت نور پرتو فرودی سبب افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

بررسی گزینه نادرست:

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

⑥ 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

می‌دانیم $\lambda = \frac{v}{f}$، پس برای بیشینه بسامد باید کمینه طول‌موج را به‌دست آورد و بالعکس:

$$\frac{\lambda_{min}\text{پاشن}}{\lambda_{max}\text{بالمر}} = \frac{f_{min}\text{بالمر}}{f_{max}\text{پاشن}}$$

λ_{min} رشته پاشن ($n' = ۳$) در جابه‌جایی از $n = \infty$ به $n' = ۳$ اتفاق می‌افتد و λ_{max} رشته بالمر ($n' = ۲$) در جابه‌جایی از $n = ۳$ به $n' = ۲$ اتفاق می‌افتد:

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

$$\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}\text{پاشن}} = R(\frac{۱}{۹} - ۰) \Rightarrow \lambda_{min}\text{پاشن} = \frac{۹}{R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}\text{بالمر}} = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) = \frac{۵}{۳۶}R \Rightarrow \lambda_{max}\text{بالمر} = \frac{۳۶}{۵R}$$

$$\frac{f_{min}\text{بالمر}}{f_{max}\text{پاشن}} = \frac{\frac{۹}{R}}{\frac{۳۶}{۵R}} = \frac{۵}{۴} \xrightarrow{(۱)}$$

⑦ در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر $\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵}$Hz است؟ ($R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}$ و $c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}$)

۱) اولین ۲) دومین ۳) سومین ۴) چهارمین

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

در رشتهٔ لیمان ($n' = ۱$)چنانچه الکترون از تراز $n >$ ۱ به تراز $n' =$ ۱ سقوط کند. باید فوتون گسیل شده برابر است با:

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

$$\xrightarrow[R=۰/۰۱(nm)^{-۱}]{f=\frac{۸}{۳}\times۱۰^{۱۵}Hz} \frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵} = ۰/۰۱ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{۸}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\Rightarrow \frac{۸}{۹} = ۱ - \frac{۱}{n^۲} \Rightarrow \frac{۱}{n^۲} = \frac{۱}{۹} \Rightarrow n = ۳$$

بسامد دومین خط طیفی رشته لیمان مربوط به گذار الکترون از مرکز $n = ۳$ به تراز $n' =$ ۱ است.

⑧ در یک اتم هیدروژن الکترون در حالت پایه قرار دارد. در صورتی که یک فوتون با انرژی ۱۰/۲eV به این اتم بتابانیم چه اتفاقی ممکن است بیفتد؟ ($E_R = ۱۳/۶eV$)

۱) فوتون نمی‌تواند با الکترون بر هم‌کنش داشته باشد.
۲) الکترون به تراز $n = ۴$ می‌رود.
۳) الکترون به تراز $n = ۶$ می‌رود.
۴) الکترون به تراز $n = ۲$ می‌رود.

پاسخ: گزینه ۴

انرژی فوتون موردنظر، ۱۰/۲eV برابر اختلاف انرژی تراز $n = ۱$ و $n = ۲$ در اتم هیدروژن است. یعنی:

$$hf = E_U - E_L = \frac{-E_R}{۲^۲} - \frac{-E_R}{۱} = \frac{-۱۳/۶}{۴} + ۱۳/۶ = ۱۰/۲eV$$

پس الکترون می‌تواند با جذب این فوتون به تراز $n = ۲$ برود.

⑨ اگر انرژی فوتون گسیل شده در اتم هیدروژن در گذار الکترون از تراز n به n'، ۸ برابر بزرگی انرژی الکترون در تراز n باشد، در این صورت طول‌موج فوتون گسیل‌شده می‌تواند مربوط به ..... باشد.

۱) ششمین خط طیفی رشته بالمر ($n' = ۲$)
۲) سومین خط طیفی رشته لیمان ($n' = ۱$)
۳) هشتمین خط طیفی رشته براکت ($n' = ۴$)
۴) چهارمین خط طیفی رشته پاشن ($n' = ۳$)

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با توجه به معادله گسیل فوتون از اتم، رابطه بین n و n' را به‌دست می‌آوریم:

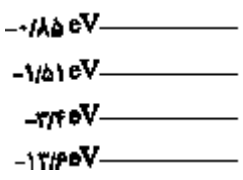
$$|\Delta E| = |E_{n'}| - |E_n| \xrightarrow{|\Delta E| = ۸|E_n|} ۹|E_n| = |E_{n'}|$$

$$\xrightarrow[E_n = -\frac{E_R}{n^۲}]{E_n = \frac{-E_R}{n^۲}} \frac{۹}{n^۲} = \frac{۱}{n^۲} \Rightarrow \frac{n}{n'} = ۳$$

اکنون خطوط طیف رشته‌های مختلف را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases} n' = ۱ \longrightarrow n = ۳ \text{ ; دومین خط طیف رشته لیمان} \\ n' = ۲ \longrightarrow n = ۶ \text{ ; چهارمین خط طیف رشته بالمر} \\ n' = ۳ \longrightarrow n = ۹ \text{ ; ششمین خط طیف رشته پاشن} \\ n' = ۴ \longrightarrow n = ۱۲ \text{ ; هشتمین خط طیف رشته براکت} \\ n' = ۵ \longrightarrow n = ۱۵ \text{ ; دهمین خط طیف رشته پفوند} \end{cases}$$

⑩ شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. اگر الکترون از تراز با انرژی $-1/51eV$ به اولین تراز برانگیخته جهش کند، طول موج فوتون گسیلی برحسب نانومتر تقریباً کدام است؟ $(hc = 1240eV.nm)$



۱) ۱۰۳nm
۲) ۲۵۶nm
۳) ۶۵۶nm
۴) ۴۲۵nm

پاسخ: گزینه ۳

گزینه (۳)

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

$$\Delta E = hf \Rightarrow E_3 - E_2 = hf$$

$$\Rightarrow E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -1/51 + 3/4 = \frac{1240}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1240}{1/89} \simeq 656nm$$

⑪ در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز n که انرژی آن $-\frac{1}{16}E_R$ است به تراز n' انتقال یابد و فوتونی با طول‌موج $\frac{1600}{15}$ نانومتر تابش شود، n و n' به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟ $(R = 0/01(nm^{-1}))$

۱) ۳ و ۱ ۲) ۴ و ۱ ۳) ۴ و ۲ ۴) ۵ و ۲

پاسخ: گزینه ۲

در ابتدا با توجه به معلوم بودن انرژی الکترون در تراز nام، مقدار n را می‌یابیم:

$$E = -\frac{1}{16}E_R \xrightarrow{E_n=-\frac{E_R}{n^2}} -\frac{1}{16}E_R = -\frac{1}{n^2}E_R$$

$$\Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4$$

حال اگر الکترون گذاری به مدار n' داشته باشد، فوتونی گسیل می‌کند که انرژی آن برابر با اختلاف انرژی این دو تراز خواهد بود و طول‌موج گسیلی به صورت زیر (با استفاده از معادله ریدبرگ) محاسبه می‌شود.

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) \xrightarrow[n=4]{\lambda=\frac{1600}{15}nm}$$

$$\frac{15}{1600} = \frac{1}{100}(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{16}) \Rightarrow \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{16} = \frac{15}{16}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n'^2} = 1 \Rightarrow n' = 1$$

(۱۲) در اتم هیدروژن اگر الکترون از تراز n' ($n' > n$) به تراز n جابه‌جا شود و فاصله دو مدار از یکدیگر برابر با t باشد، طول‌موج فوتون گسیل یا جذب شده چند برابر شعاع بور است؟ (R ثابت ریدبرگ است.)

۱) $\frac{Rt}{n^۲n^۴}$ ۲) $\frac{Rt}{n^۲-n^۲}$ ۳) $\frac{n^۲n^۴}{Rt}$ ۴) $\frac{n^۴-n^۲}{Rt}$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه‌ی «۳»

با توجه به معادله ریدبرگ و همچنین رابطه شعاع مدار nاُم بر حسب شعاع بور داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n^۲} - \frac{۱}{n^۴}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{R(n^۴-n^۲)}{n^۲n^۴}$$

$$\xrightarrow{r_n=a_۰n^۲ \Rightarrow rn^۴r_n=a_۰(n^۴-n^۲)} \frac{۱}{\lambda} = R\frac{(rn^۴r_n)}{a_۰}\frac{۱}{n^۲n^۴}$$

$$\xrightarrow{rn^۴r_n=t} \frac{۱}{\lambda} = \frac{Rt}{a_۰}\frac{۱}{n^۲n^۴} \Rightarrow \frac{\lambda}{a_۰} = \frac{n^۲n^۴}{Rt}$$

---

(۱۳) در یک اتم هیدروژن، الکترون در حالت پایه قرار دارد. اگر عدد کوانتومی مدار آن سه برابر شود، به‌ترتیب از راست به چپ، شعاع و انرژی الکترون نسبت به حالت پایه چگونه تغییر می‌کند؟ ($a_۰$ شعاع مدار اول است.)

۱) $۸a_۰$ زیاد، $\frac{۸}{۹}$ ریدبرگ کم
۲) $۸a_۰$ زیاد، $\frac{۸}{۹}$ ریدبرگ زیاد
۳) $۲a_۰$ زیاد، $\frac{۴}{۳}$ ریدبرگ زیاد
۴) $۲a_۰$ زیاد، $\frac{۴}{۳}$ ریدبرگ کم

پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

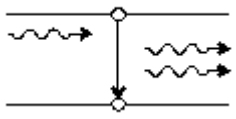
می‌دانیم $r_n = n^۲a_۰$ پس $r_۳ = ۹a_۰$ آن‌گاه داریم:

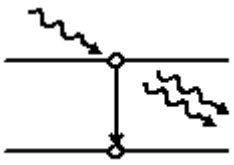
$$\Delta r = r_۳ - r_۱ = ۹a_۰ - a_۰ = ۸a_۰ \text{ (زیاد)}$$

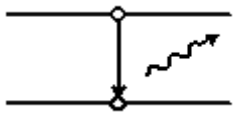
همچنین می‌دانیم $E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ پس $E_۳ = -\frac{E_R}{۹}$ آن‌گاه داریم:

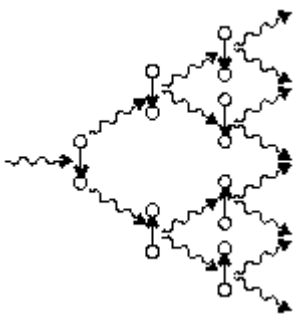
$$\Delta E = E_۳ - E_۱ = -\frac{E_R}{۹} - (-E_R) = \frac{۸}{۹}E_R = \frac{۸}{۹} \text{ (ریدبرگ زیاد)}$$

⑭ کدام‌یک از شکل‌های زیر نمی‌تواند نمایش درستی از گسیل خودبه‌خودی و گسیل القایی باشد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

در گسیل خودبه‌خود، الکترون از تراز انرژی بالاتر به‌طور خودبه‌خودی به تراز انرژی پایین‌تر جهش می کند 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.

⑮ کدام جمله نادرست است؟

۱) نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است.
۲) هرچه جرم نوکلئون از جرم هسته بیش‌تر باشد انرژی بستگی هسته بزرگ‌تر است.
۳) اگر در هسته عناصر، از سبک‌ترین به سمت سنگین‌ترین برویم، نسبت $\frac{Z}{N}$ افزایش می‌یابد.
۴) اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

طبق متن کتاب و شکل صفحه ۱۱۴ و پرسش ۴- ۲ از سبک‌ترین به سنگین‌ترین هسته نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد.

⑯ در یک واکنش هسته‌ای، ۲ میلی‌گرم جرم، تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل معادل با چند کیلووات‌ساعت است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{۴}$ ۲) $۲/۵ \times ۱۰^{۹}$ ۳) ۵×۱۰^{۴} ۴) ۵×۱۰^{۹}

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا انرژی حاصل را برحسب ژول محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^{۲} \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸} m/s]{m=۲\ mg=۲\times۱۰^{-۳} g=۲\times۱۰^{-۶} kg}$$

$$E = (۲ \times ۱۰^{-۶}) \times (۹ \times ۱۰^{۱۶}) \Rightarrow E = ۱۸ \times ۱۰^{۱۰}\ J$$

از طرفی، یک کیلووات‌ساعت برابر $۳/۶ \times ۱۰^{۶}$ ژول است:

$$۱kWh = ۱۰^{۳}(\frac{J}{s}) \times ۳۶۰۰s = ۳/۶ \times ۱۰^{۶} J$$

بنابراین: $E = \frac{۱۸\times۱۰^{۱۰}}{۳/۶\times۱۰^{۶}} \Rightarrow E = ۵ \times ۱۰^{۴}\ kWh$

⑰ حاصل واپاشی عنصر مادر $^{۲۳۹}_{۹۲}U$ شامل عنصر دختر $^{۲۳۱}_{۸۷}A$، تعدادی ذره آلفا، m ذره پوزیترون و n ذره الکترون است. m و n به‌ترتیب از راست به چپ کدام می‌توانند باشند؟

۱) ۲ و ۳ ۲) ۲ و ۴ ۳) ۴ و ۳ ۴) ۵ و ۳

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

$$^{۲۳۹}_{۹۲}U \rightarrow x\,^{۴}_{۲}\alpha + m\,^{۰}_{+۱}e + n\,^{۰}_{-۱}e + ^{۲۳۱}_{۸۷}A$$

بررسی عدد جرمی: $۲۳۹ = ۴x + ۰ + ۲۳۱ \Rightarrow x = ۲$

بررسی عدد اتمی: $۹۲ = ۲x + m - n + ۸۷ \xrightarrow{x=۲} m - n = ۱$

گزینه «۱»: $m = ۲$ و $n = ۳ \Leftarrow m - n = -۱$

گزینه «۲»: $n = ۴, m = ۲ \Leftarrow m - n = -۲$

گزینه «۳»: $n = ۳, m = ۴ \Leftarrow m - n = ۱$

گزینه «۴»: $n = ۳, m = ۵ \Leftarrow m - n = ۲$

پس گزینه «۳» می‌تواند درست باشد.

(۱۸) در اتم هیدروژن الکترون از تراز ۲ به ۴ می‌رود. در این انتقال، شعاع مدار چند برابر شده و انرژی الکترون چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ کاهش می‌یابد.
۲) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.
۳) ۲ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.
۴) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۷}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

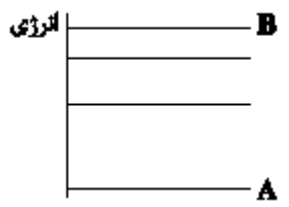
گزینه‌ی «۲»

$$\begin{matrix} n_۱ = ۲ \\ n_۲ = ۴ \end{matrix} \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = (\frac{n_۲}{n_۱})^۲ = (\frac{۴}{۲})^۲ = ۴$$

$$E_n = \frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۲ = \frac{-E_R}{۲^۲} \\ E_۴ = \frac{-E_R}{۴^۲} \end{cases} \Rightarrow E_۴ - E_۲ = -\frac{E_R}{۱۶} - (\frac{-E_R}{۴}) = \frac{۳E_R}{۱۶}$$

انرژی الکترون افزایش می‌یابد.

(۱۹) در اتم هیدروژن الکترون از حالت برانگیخته A به حالت برانگیخته B می‌رود و شعاع مدار آن ۲۱ برابر شعاع بور افزایش می‌یابد. اگر الکترون از تراز B مستقیماً به حالت پایه برود، انرژی فوتون گسیل شده چند ریدبرگ است؟



۱) $\frac{۳}{۴}$ **۲)** $\frac{۸}{۹}$
۳) $\frac{۱۵}{۱۶}$ **۴)** $\frac{۲۴}{۲۵}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه‌ی «۴»

شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن برابر $r_n = a_۰n^۲$ است، که در آن n شماره مدار و $a_۰$ شعاع بور است. اگر شماره مدار در حالت A را با n نشان دهیم، شماره مدار در حالت B برابر $n' = n + ۳$ است و داریم:

$$r_{n+۳} - r_n = ۲۱a_۰ \Rightarrow a_۰(n+۳)^۲ - a_۰(n^۲) = ۲۱a_۰$$

$$\Rightarrow n = ۲ \ , \ n' = n + ۳ = ۵$$

انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو تراز است.

$$hf = E_۵ - E_۱ \xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^۲}} hf = -\frac{E_R}{۲۵} + \frac{E_R}{۱} \Rightarrow hf = \frac{۲۴}{۲۵}E_R$$

۲۰) کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) ابعاد هسته در حدود 10^{-15} cm است.

۲) مرتبهٔ بزرگی چگالی هسته در حدود 10^{11} $\frac{kg}{cm^3}$ است.

۳) اساس کار لیزر گسیل خودبه‌خودی است.

۴) پس از گذشت سه نیمه‌عمر، $\frac{1}{8}$ هسته‌های پرتوزای نمونهٔ اولیه واپاشیده می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «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.

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

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

۲۱) جرم هسته‌ی دوتریم ($_1^2D$)برابر $3/34 \times 10^{-27}$ kg است. اگر جرم پروتون و نوترون به‌ترتیب $1/67 \times 10^{-27}$ kg و $1/68 \times 10^{-27}$ kg باشد، انرژی بستگی دوتریم چند مگا الکترون ولت است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}$ C ,$c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

۱) ۲/۸۱۲ **۲)** ۵/۶۲۵ **۳)** ۷/۲۳۱ **۴)** ۹/۴۲۶

پاسخ: گزینه 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 آن‌را انرژی بستگی هسته‌ی اتم می‌نامند. در این سؤال هسته‌ی دوتریم، یک نوترون و یک پروتون دارد و می‌توان نوشت:

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

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

$$\Rightarrow E = \frac{9 \times 10^{-13}}{1/6 \times 10^{-19}} = 5/625 \times 10^6\ eV \Rightarrow E = 5/625 MeV$$

---

۲۲) آتش و رادیاتورها موج . . . . . گسیل می‌کنند و در پزشکی برای از بین بردن یاخته‌های زنده از امواج . . . . . بهره می‌گیرند.

۱) مرئی - فروسرخ **۲)** فروسرخ - پرتو ایکس

۳) ایکس - فرابنفش (UV) **۴)** فروسرخ - فرابنفش (UV)

پاسخ: گزینه ۴

امواج فروسرخ یا گرمایی، امواجی هستند که از سطح اجسام داغ گسیل می‌شوند. برای از بین بردن یاخته‌های زنده از لامپ‌های UV (فرابنفش) استفاده می‌شود.

(۲۳) تعداد هسته‌های اولیه یک نمونه از یک ماده پرتوزا، ۱۶۰۰۰ و نیمه‌عمر آن، برابر با ۱۰ روز است. تعداد هسته‌های واپاشیده شده آن در فاصله زمانی ۲۰ روز تا ۴۰ روز کدام است؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۳۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا باید تعداد هسته‌های واپاشیده شده در هر مرحله را به‌دست آوریم:

تعداد هسته‌های واپاشیده شده (N') ، پس از گذشت ۲۰ روز:

$$\left.\begin{matrix} t_1 = 20d \\ T_{\frac{1}{2}} = 10d \end{matrix}\right\} \Rightarrow n_1 = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{20}{10} = 2$$

$$\Rightarrow N' = N_0 - \frac{N_0}{2^{n_1}} = \frac{(2^{n_1}-1)N_0}{2^{n_1}} = \frac{(2^2-1)\times 16000}{2^2}$$

$$= \frac{3\times 16000}{4} = 12000$$

تعداد هسته‌های واپاشیده شده (N'') ، پس از گذشت ۴۰ روز:

$$\left.\begin{matrix} t_2 = 40d \\ T_{\frac{1}{2}} = 10d \end{matrix}\right\} \Rightarrow n_2 = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{40}{10} = 4$$

$$\Rightarrow N'' = \frac{(2^{n_2}-1)N_0}{2^{n_2}} = \frac{(2^4-1)\times 16000}{2^4} = \frac{15\times 16000}{16} = 15000$$

از تفاضل این دو عدد، تعداد هسته‌های واپاشیده شده بین این دو لحظه، به‌دست می‌آید:

تعداد هسته‌های واپاشیده شده، بین روز $t_1 = 20$ تا روز $t_2 = 40$

$$= 15000 - 12000 = 3000$$

(۲۴) یک هسته رادیواکتیو ۲ پرتوγ، ۲ ذره بتای منفی و ۱ ذره آلفا گسیل می‌کند، عدد اتمی و عدد جرمی هسته مادر به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت می‌ماند- ۴ واحد کاهش می‌یابد.
۲) ۴ واحد کاهش- ۴ واحد کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند- ۲ واحد کاهش می‌یابد.
۴) ۴ واحد کاهش- ۲ واحد کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۱

با گسیل ذره β^- از هسته عدد اتمی آن یک واحد افزایش یافته و عدد جرمی ثابت می‌ماند.

با گسیل ذرهα از هسته عدد اتمی ۲ واحد کاهش یافته و عدد جرمی آن ۴ واحد کاهش می‌یابد.

با گسیل ۲ ذره β^- عدد اتمی ۲ واحد افزایش می‌یابد.

با گسیل ۱ ذره α عدد اتمی ۲ واحد کاهش و عدد جرمی ۴ واحد کاهش می‌یابد.

در نهایت عدد اتمی ثابت مانده و عدد جرمی ۴ واحد کاهش می‌یابد.

دقت کنید تابش پرتوی گاما تغییری در عددهای اتمی و جرمی هسته مادر نمی‌دهد.

(۲۵) نیمه عمر یک ماده‌ی پرتوزا برابر با ۱۴ روز است. اگر پس از گذشت ۸۴ روز فقط ۳g از آن ماده باقی مانده باشد، طی این مدت چند گرم ماده واپاشیده شده است؟

۱) ۹۳ ۲) ۱۸۹ ۳) ۹۶ ۴) ۱۹۲

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به رابطه‌ی نیمه‌عمر مواد پرتوزا می‌توان نوشت:

$$\text{نیمه‌عمر } ۶ = n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۸۴}{۱۴}$$

$$m_{\text{باقی مانده}} = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m_۰ = m_{\text{باقیمانده}} \times ۲^n$$

$$\xrightarrow{m_{\text{باقی مانده}}=۳g,n=۶} m_۰ = ۳ \times ۲^۶ \Rightarrow m_۰ = ۱۹۲g$$

$$m'_{\text{واپاشی شده}} = m_۰ - m_{\text{باقی مانده}}$$

$$m'_{\text{واپاشی شده}} = ۱۹۲ - ۳ \Rightarrow m'_{\text{واپاشی شده}} = ۱۸۹g$$

(۲۶) اگر از یک هسته رادیواکتیو بعد از چند واپاشی متوالی ۳ پرتوی گاما، ۳ ذره پوزیترون و ۳ ذره آلفا گسیل شود، عدد اتمی آن ..... و عدد جرمی آن ..... می‌یابد.

۱) ۹ واحد کاهش – ۸ واحد افزایش ۲) ۹ واحد افزایش – ۱۲ واحد کاهش
۳) ۹ واحد کاهش – ۱۲ واحد کاهش ۴) ۸ واحد افزایش – ۹ واحد کاهش

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

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

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

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

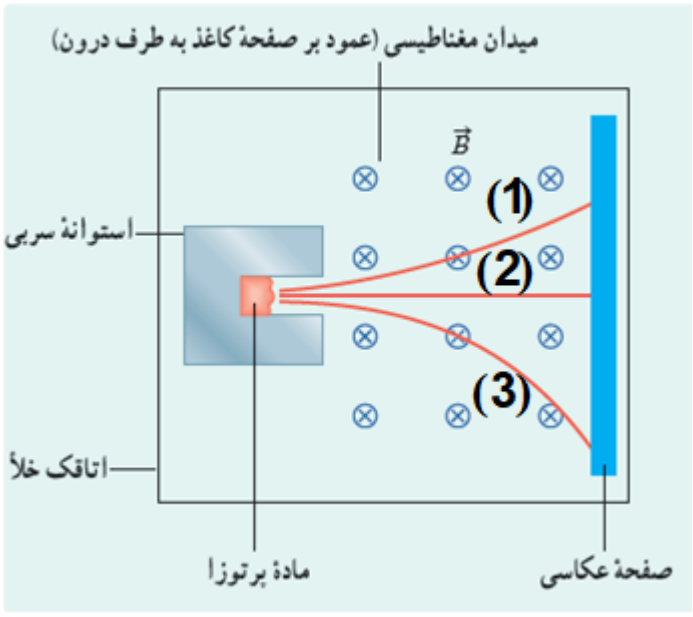
$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-۳}Y + ۳{}^{۰}_{۱}e^{+}$$

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

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۱۲}_{Z-۶}Y + ۳{}^{۴}_{۲}He^{۲+}$$

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

(۲۷) شکل زیر، طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که در آن، قطعه‌ای از یک نمونه پرتوزا را در حفره یک استوانه سربی و در مقابل یک صفحه عکاسی قرار داده‌ایم. با توجه به مسیر حرکت پرتوها در میدان مغناطیسی درون‌سو، پرتوهای ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟

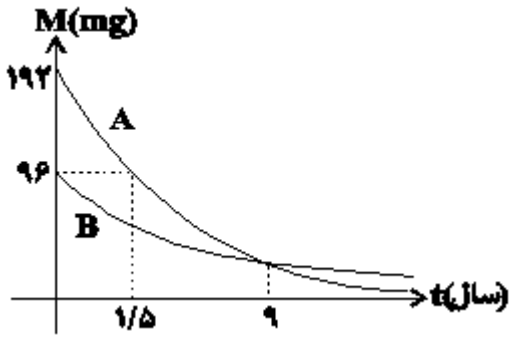


۱) گاما، پوزیترون، الکترون
۲) آلفا، پوزیترون، گاما
۳) پوزیترون، گاما، آلفا
۴) آلفا، گاما، الکترون

پاسخ: گزینه ۴

با استفاده از قاعده دست راست پرتو (۱) دارای بار مثبت، پرتو (۲) بدون بار و پرتو (۳) دارای بار منفی است.

(۲۸) نمودار تغییرات جرم هسته‌های دو مادهٔ پرتوزای A و B بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. ۱۹۲mg از ماده B در اختیار داریم، چند سال طول می‌کشد تا ۱۸۶ میلی‌گرم از آن واپاشیده شود؟



۱) ۹

۲) ۱۸

۳) ۶/۵

۴) ۶

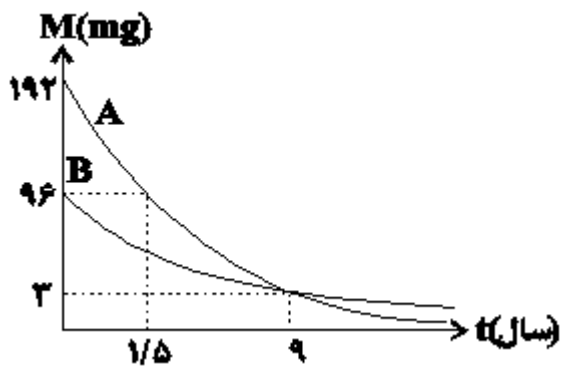
پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

طبق نمودار ۱/۵ سال معادل نیمه عمر مادهٔ A است. ابتدا باید ببینیم پس از۹ سال چند mg از مادهٔ A باقی مانده است:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \quad n = \frac{۹}{۱/۵} = ۶$$

$$m = \frac{۱۹۲}{۲^۶} = ۳\,mg$$



برای محاسبهٔ نیمه عمر مادهٔ B داریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow ۳ = \frac{۹۶}{2^n} \Rightarrow n = ۵ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}B} = \frac{۹}{۵} = ۱/۸$$ سال

اگر ۱۸۶ گرم از مادهٔ پرتوزا واپاشیده شود ۶ گرم آن باقی می‌ماند:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow ۶ = \frac{۱۹۲}{2^n} \Rightarrow 2^n = ۳۲ \Rightarrow n = ۵$$

$$t = ۵ \times T_{\frac{۱}{۲}} = ۵ \times ۱/۸ = ۹$$ سال

(۲۹) در واکنش پرتوزایی « $^{۲۳۲}_{۹۰}X \rightarrow ^{۲۱۶}_{۸۰}Y + \ldots$» چند ذره α و چند ذره β و از چه نوعی تابش شده است؟

۱) ۶ ذره α و ۲ ذره β^-
۲) ۶ ذره α و ۲ ذره β^+
۳) ۴ ذره α و ۲ ذره β^-
۴) ۴ ذره α و ۲ ذره β^+

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا معادله واکنش را طبق توضیحات صورت سؤال، به‌صورت زیر می‌نویسیم و چون نمی‌دانیم که نوع ذره β چیست، به‌صورت $^{۰}_{+۱}\beta$ فرض می‌کنیم:

$$^{۲۳۲}_{۹۰}X \rightarrow ^{۲۱۶}_{۸۰}Y + n\,^{۴}_{۲}\alpha + m\,^{۰}_{+۱}\beta$$

از مساوی قرار دادن مجموع اعداد اتمی و اعداد جرمی در دو طرف واکنش بالا، داریم:

$$\begin{cases} ۲۳۲ = ۲۱۶ + ۴n + ۰ \\ ۹۰ = ۸۰ + ۲n + m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = ۴ \\ m = +۲ \end{cases}$$

یعنی چهار ذره α و دو ذره β^+ گسیل خواهد شد.

---

(۳۰) در واکنش هسته‌ای $^{۱۰}_{۵}B + ^{۱}_{۰}n \rightarrow ^{۷}_{۳}Li + X$، X کدام است؟

۱) α
۲) β
۳) $\alpha + \beta$
۴) $\alpha + ۲\beta$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

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

$$^{۱}_{۰}n + ^{۱۰}_{۵}B \rightarrow ^{۷}_{۳}Li + ^{A}_{Z}X \Rightarrow \begin{cases} ۱ + ۱۰ = ۷ + A \\ ۰ + ۵ = ۳ + Z \end{cases} \Rightarrow A = ۴\ ,\ Z = ۲$$

بنابراین X ذره آلفا است.