استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

فصـــــــل چهارم

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

انتخاب آنلاین معلم خصوصی

www.ostadbank.com
شماره تماس: ۰۲۱-۹۱۰۰۵۳۴۳

تمرین ۴-۱

تمرین ۴-۱: نوری با طول‌موج ۲۴۰ nm به سطحی از جنس فلز تنگستن می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌ها از آن می‌شود.

الف) بسامد نور فرودی را پیدا کنید.

ب) اگر توان چشمه نور فرودی ۵۰ W باشد، در هر دقیقه چه تعداد فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟

جواب:

الف)

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۲۴۰\times۱۰^{-۹}\,m} = ۱٫۲۵\times\times۱۰^{۱۵}\,Hz$$

ب)

$$E = pt = (۵۰W)(۶۰s) = ۳۰۰۰J \Rightarrow E = nhf \Rightarrow n = \frac{E}{hf} = \frac{۳۰۰۰J}{(۶٫۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,J.s)(۱٫۲۵\times\times۱۰^{۱۵}\,Hz)} = ۳٫۶۲\times۱۰^{۲۳}\,Hz$$

تمرین ۴-۱

تمرین ۴-۱: نوری با طول‌موج ۲۴۰ nm به سطحی از جنس فلز تنگستن می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌ها از آن می‌شود.

پ) اگر توان و در نتیجه شدت چشمه نور فرودی به نصف کاهش پیدا کند، شمار فوتون‌های گسیل‌شده از چشمه در هر دقیقه چه تغییری می‌کند؟

جواب:

پ) با توجه به اینکه تعداد فوتون‌ها با انرژی و انرژی با توان رابطه مستقیم دارد، با نصف شدن توان چشمه نور، تعداد فوتون‌های گسیل‌شده از چشمه نیز کم می‌شود.

تمرین ۴-۲

تمرین ۴-۲: طول‌موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n'=3$) را به دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گستره طول‌موج‌های الکترومغناطیسی واقع‌اند.

جواب:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = (0.011\,nm^{-1})\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) \Rightarrow \lambda \simeq 469\,nm$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = (0.011\,nm^{-1})\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right) \Rightarrow \lambda \simeq 142\,nm$$

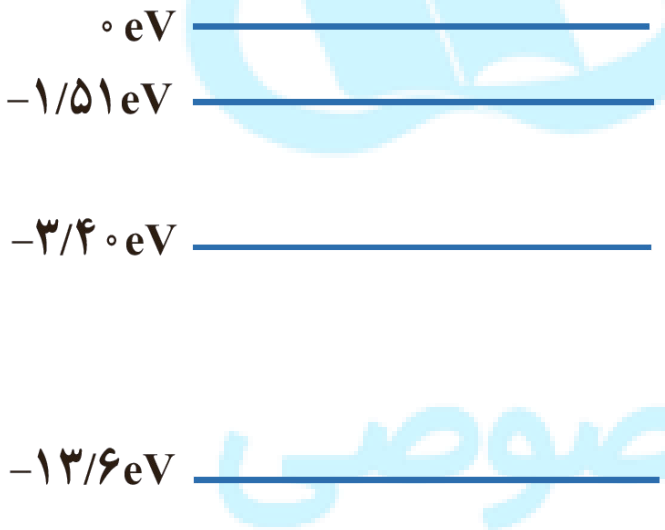
گستره طول‌موج‌های فروسرخ هستند.

تمرین ۴-۳

تمرین ۴-۳: شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این ترازها به دست می‌آید.

ب) اگر الکترون از تراز انرژی $-۱/۵۱\text{eV}$ به تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا کنید.



جواب:

الف)

$$E_U - E_L = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_\infty - E_۱} = \frac{۱۲۴۰\,\text{eV.nm}}{۰-(-۱۳/۶\,\text{eV})} \simeq ۹۱/۲\,\text{nm}$$

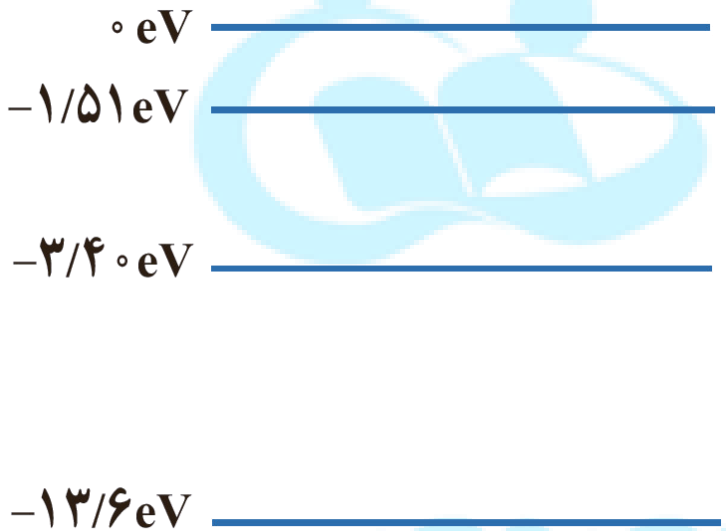
ب)

$$E_U - E_L = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_۳ - E_۱} = \frac{۱۲۴۰\,\text{eV.nm}}{(-۱/۵\,\text{eV})-(-۱۳/۶\,\text{eV})} \simeq ۱۰۲/۵\,\text{nm}$$

تمرین ۴-۳

تمرین ۴-۳: شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

پ) کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج ۶۶۰nm منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج‌ها در گستره مرئی است.



جواب:

پ)

$$E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۱۲۴۰\,eV.nm}{۶۰۰\,nm} \simeq ۲/۰۶\,eV$$

پرسش ۴-۱

پرسش ۴-۱: آیا معادله ۴-۶ برای فرایند جذب فوتون نیز برقرار است؟

جواب:

بله، الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذار کنند، یعنی در فرایندی که جذب فوتون خوانده می‌شود و از ترازهای انرژی پایین‌تر به ترازهای انرژی بالاتر بروند. در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند. این انرژی دقیقا از رابطه ۴-۶ بدست می‌آید.

انتخاب آنلاین معلم خصوصی

تمرین ۴-۴

تمرین ۴-۴: با توجه به آنچه تاکنون دیدید و همچنین با استفاده از جدول تناوبی عناصر، که در پیوست کتاب آمده است، نماد هسته را در هر یک از موارد زیر تعیین کنید.

الف) ایزوتوپ فلوئور (F) با عدد نوترونی ۱۰

ب) ایزوتوپ قلع (Sn) با عدد نوترونی ۶۶

جواب:

الف)

$$A = N + Z = ۱۰ + ۹ = ۱۹ \qquad {}^{۱۹}_{۹}F$$

ب)

$$A = N + Z = ۶۶ + ۵۰ = ۱۱۶ \qquad {}^{۱۱۶}_{۵۰}Sn$$

پرسش ۴-۲

پرسش ۴-۲: هر نقطه آبی رنگ در نمودار شکل ۴-۲۲ نشان‌دهنده یک هسته پایدار است. با توجه به این نمودار به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون (N/Z) برای هسته‌های پایدار مختلف ثابت است یا متفاوت؟ توضیح دهید.

ب) ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر را چگونه می‌توان با استفاده از این نمودار تشخیص داد؟

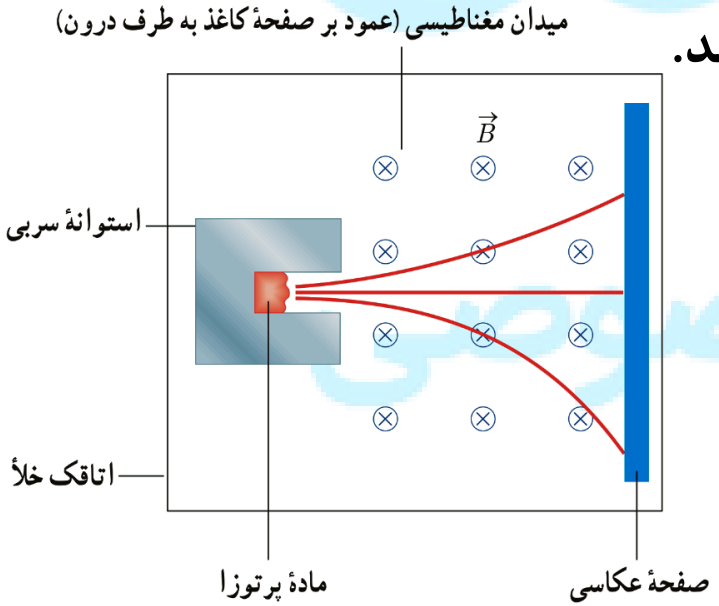
جواب:

الف) متفاوت است، زیرا هر عنصر می‌تواند ایزووپ‌های مختلفی داشته باشد.

ب) عناصری که تعداد پروتون (Z) یکسان و تعداد نوترون (N) متفاوت داشته باشند، نشان‌دهنده ایزوتوپ هستند.

پرسش ۴-۳

پرسش ۴-۳: شکل روبه‌رو طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزایی طبیعی را مشاهده کرد و به تفاوت بار و جرم پرتوها از یکدیگر پی‌برد. قطعه‌ای از ماده پرتوزا را در ته حفره باریکی در یک استوانه سربی قرار می‌دهند. استوانه را درون اتاقکی می‌گذارند و هوای درون آن را تخلیه می‌کنند. سپس یک صفحه عکاسی مقابل حفره قرار می‌دهند و میدان مغناطیسی یکنواختی درون اتاقک برقرار می‌کنند. خطوط قرمز رنگ، مسیر حرکت پرتوها را نشان می‌دهد. نوع بار پرتوها را با هم مقایسه کنید.



جواب:

با توجه به قاعده دست راست که در فیزیک ۲ آموخته‌اید، پرتویی که بدون احراف به مسیر خود ادامه داده است، بدون بار و خنثی است، پرتویی که به سمت بالا منحرف شده است، دارای بار مثبت و پرتویی که به سمت پایی منحرف شده است، دارای بار منفی است.

تمرین ۴-۵

تمرین ۴-۵: لوتتیم ($^{176}_{71}Lu$) عنصر پرتوزایی است که با گسیل بتای منفی، واپاشی می‌کند. معادله این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می‌شود تعیین کنید.

جواب:

$$^{176}_{71}Lu \rightarrow \ldots + \beta^- \Rightarrow {}^{176}_{71}Lu \rightarrow {}^{176}_{72}Hf + \beta^-$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

تمرین ۴-۶

تمرین ۴-۶: ایزوتوپ ($^{15}_{8}O$) با گسیل پوزیترون، واپاشی می‌کند. معادله این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می‌شود تعیین کنید.

جواب:

$$^{15}_{8}O \rightarrow \ldots + \beta^{+} \Rightarrow {}^{15}_{8}O \rightarrow {}^{15}_{7}Si + \beta^{+}$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

تمرین ۴-۷

تمرین ۴-۷: پس از گذشت ۹ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۸}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر (برحسب روز) ماده چقدر است؟

جواب:

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

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۳ = \frac{۹}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{۹}{۳} = ۳\,day$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۱- یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول‌موج ۵۸۹ nm گسیل می‌کند.

الف) بسامد و انرژی فوتون‌های گسیلی را حساب کنید. انرژی را بر حسب ژول و همچنین الکترون ولت بیان کنید.

جواب:

الف)

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۵۸۹\times۱۰^{-۹}\,m} \simeq ۵٫۱\times۱۰^{۱۴}\,Hz$$

$$E = hf = (۶٫۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,J.s)(۵٫۱\times۱۰^{۱۴}\,Hz) \simeq ۳٫۴\times۱۰^{-۱۹}\,J$$

مسائل فصل

۱- یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول‌موج ۵۸۹ nm گسیل می‌کند.

ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ ۵٫۰ W است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟

جواب:

ب)

$$E = ۳٫۴\times۱۰^{-۱۹}\,J\times\frac{۱eV}{۱٫۶\times۱۰^{-۱۹}\,J} = ۱٫۱۲۵eV$$

$$E = pt = (۵W)(۶۰s) = ۳۰۰J \Rightarrow E = nhf \Rightarrow n = \frac{E}{hf} = \frac{۳۰۰J}{(۶٫۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,J.s)(۵٫۱\times۱۰^{۱۴}\,Hz)} = ۸۸٫۲\times۱۰^{۱۹}$$

مسائل فصل

۲- توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیم نئون ۵mW است. اگر توان ورودی این لیزر ۵۰W باشد،

الف) بازده لیزر را حساب کنید.

ب) اگر طول‌موج باریکه نور خروجی ۶۳۳nm باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.

جواب:

الف)

$$Ra = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times ۱۰۰ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۳}}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۰/۰۱\%$$

ب)

$$E = pt = (۵ \times ۱۰^{-۳}\,W)(۱s) = ۵ \times ۱۰^{-۳}\,J \Rightarrow E = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc} = \frac{(۵ \times ۱۰^{-۳}\,J)(۶۳۳ \times ۱۰^{-۹}\,m)}{(۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\,J.s)(۳ \times ۱۰^{۸}\,m/s)} \simeq ۱/۵۹ \times ۱۰^{۱۴}$$

مسائل فصل

۳- یک لامپ رشته‌ای با توان ۱۰۰W از فاصله یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده لامپ ۵ درصد است (یعنی ۵W تابش مرئی گسیل می‌کند) و فقط ۱ درصد این تابش دارای طول‌موجی در حدود ۵۵۰nm است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول‌موج وارد مردمک‌های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را ۲mm در نظر بگیرید.)

جواب:

ابتدا انرژی ناشی از یک درصد از W ۵ را محاسبه می‌کنیم:

$$P_{out} = ۵ \times \frac{۱}{۱۰۰} = ۰/۰۵W \qquad E_{out} = pt = (۰/۰۵W)(۱s) = ۰/۰۵J$$

حالا باید ببینیم با توجه به مساحت چشم چه مقدار از این انرژی به چشم انسان می‌رسد:

$$\frac{E_{out}}{A_t} = \frac{E_{eye}}{A_{eye}} \Rightarrow \frac{E_{out}}{۴\pi r_t^{۲}} = \frac{E_{eye}}{\pi r_e^{۲}} \Rightarrow \frac{۰/۰۵J}{۴\times(۱۰^{۳}m)^{۲}} = \frac{E_{eye}}{(۱\times۱۰^{-۲}m)^{۲}} \Rightarrow E_{eye} = \frac{۵}{۴}\times۱۰^{-۱۲}J$$

$$E = pt = (۵\times۱۰^{-۳}W)(۱s) = ۵\times۱۰^{-۳}J \Rightarrow E = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc} = \frac{(\frac{۵}{۴}\times۱۰^{-۱۲}J)(۵۵۰\times۱۰^{-۹}m)}{(۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}J.s)(۳\times۱۰^{-۸}m/s)} \simeq ۳/۴۵۶\times۱۰^{۲۲}$$

مسائل فصل

۴- شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود $۱۳۶۰W/m^۲$ است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر $۱m^۲$، مقدار انرژی $۱۳۶۰\ J$ می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد مقداری زیادی از شدت آن، به علت جذب در جو و ابرها از دست می‌رود. اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر مترمربع حدود $۳۰۰W/m^۲$ باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر مترمربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول‌موج متوسط فوتون‌ها را $۵۷۰nm$ فرض کنید.

جواب:

$$E = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc} = \frac{(۳۰۰J)(۵۷۰\times۱۰^{-۹}\ m)}{(۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\ J.s)(۳\times۱۰^{۸}\ m/s)} \simeq ۸/۵۹۷\times۱۰^{۳۴}$$

مسائل فصل

۵- الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟

ب) توضیح دهید نظریه کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفته شد چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟

جواب:

الف) وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. این پدیده فیزیکی را، اثر فوتوالکتریک و الکترون‌های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکترون می‌نامند.

ب) بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم کنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود. اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) کمتر باشد، فوتون‌ها حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. همچنین برای نوری که فوتون‌های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیده فوتوالکتریک هستند، افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون‌ها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود، در حالی که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.

مسائل فصل

۶- توضیح دهید برای یک فلز معین، تغییر هر یک از کمیت‌های زیر چه تأثیری در نتیجه اثر فوتوالکتریک دارد.

الف) افزایش یا کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه

ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای کوچک‌تر از بسامد آستانه

پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه

جواب:

الف) اگر بسامد نور فرودی از بسامد آستانه کوچک‌تر باشد، اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد و اگر بسامد نور فرودی از بسامد آستانه بزرگ‌تر باشد، اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

ب) هیچ تاثیری ندارد.

پ) فقط تعداد فوتوالکترون‌ها را کمتر می‌کند و تاثیری در انرژی آن‌ها ندارد.

مسائل فصل

۷- الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است؟ منشا فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

جواب:

الف) برای یک جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول‌موج هاست. به همین دلیل طیف ایجاد شده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می‌نامند.

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

حال آنکه گازهای کم‌فشار و رقیق که اتم‌های منفرد آن‌ها از برهمکنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول‌موج‌های معیّنی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند و طول‌موج‌های ایجادشده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخ‌های مهمی را درباره نوع و ساختار اتم‌های آن گاز به دست می‌دهند.

مسائل فصل

۷- ب) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد.

جواب:

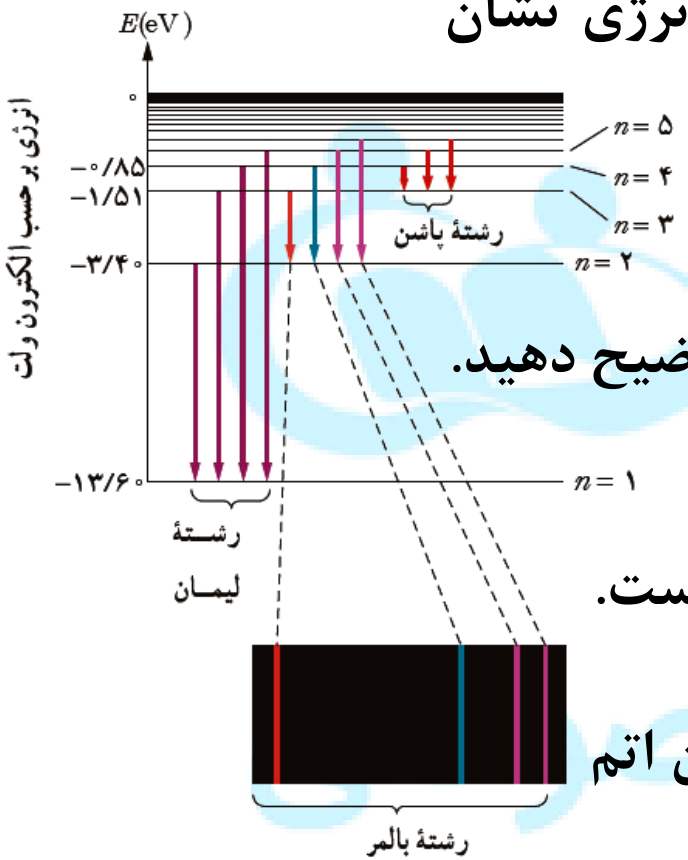
ب) برای تشکیل طیف گسیلی پیوسته نور را از یک منشور عبور می‌دهند.

برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم‌های هر گاز نظیر هیدروژن، هلیم، جیوه، سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده می‌شود.

انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۸- شکل زیر سه رشته طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می‌دهد که بر اساس مدل اتمی بور رسم شده است.



الف) منظور از $n=1$ و انرژی $-13/6eV$ چیست؟

ب) بر اساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گازهیدروژن اتمی را توضیح دهید.

جواب:

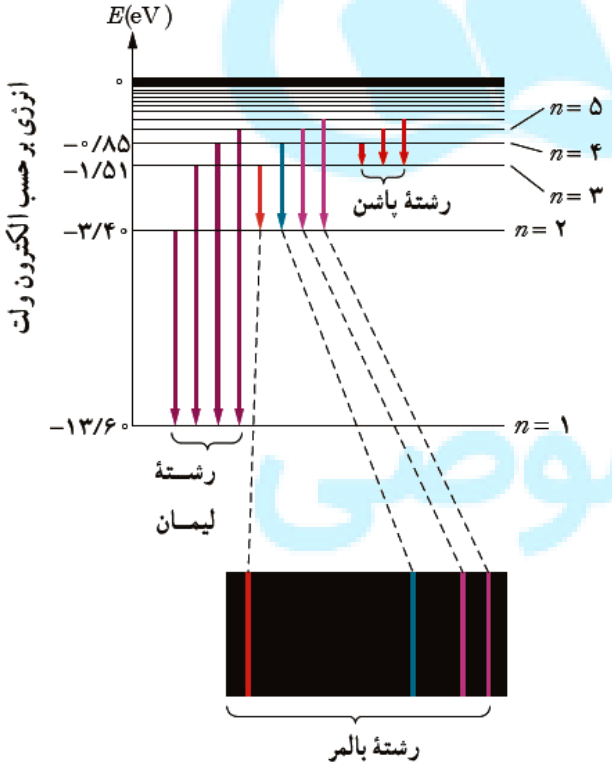
الف) منظور از $n = 1$ تراز حالت پایه و منظور از $-13/60eV$ انرژی اتم حالت پایه است.

ب) دلیل خطی بودن طیف گسیلی گازهیدروژن، گسسته بودن ترازهای انرژی این اتم است.

مسائل فصل

۸- شکل زیر سه رشته طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می‌دهد که بر اساس مدل اتمی بور رسم شده است.

پ) اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول‌موج در هر رشته را، گستره طول‌موج‌های آن رشته می‌نامند. گستره طول‌موج‌های رشته لیمان ($n'=1$) را پیدا کنید.



جواب:

پ)

$$E_U - E_L = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{E_\infty - E_1} = \frac{۱۲۴۰\,eV.nm}{۰-(-۱۳/۶\,eV)} \simeq ۹۱/۲\,nm$$

$$\lambda_{max} = \frac{hc}{E_2 - E_1} = \frac{۱۲۴۰\,eV.nm}{(-۳/۴\,eV)-(-۱۳/۶\,eV)} \simeq ۱۲۱/۵\,nm$$

مسائل فصل

۹- الف) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.

ب) با استفاده از مدل بور، چگونه می‌توانید خط‌های تاریک در طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی را توجیه کنید؟

جواب:

الف) الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذار کنند، یعنی در فرایندی که جذب فوتون خوانده می‌شود از ترازهای انرژی پایین‌تر به ترازهای انرژی بالاتر بروند.

ب) در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند. به این ترتیب اگر فوتون‌هایی با گستره پیوسته‌ای از طول‌موج‌ها از گاز بگذرند و سپس طیف آن‌ها تشکیل شود، یک دسته خط‌های جذبی تاریک در طیف پیوسته مشاهده خواهند شد. خط‌های تاریک، طول‌موج‌هایی را مشخص می‌کنند که با فرایند جذب فوتون برداشته شده‌اند.

مسائل فصل

۹- پ) وقتی که نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود، تابش مرئی از خود گسیل می‌کنند. این پدیده فیزیکی نمونه‌ای از فلوئورسانی است. آزمایش نشان می‌دهد در پدیده فلوئورسانی طول‌موج‌های گسیل یافته معمولا برابر همان طول‌موج نور فرودی یا بزرگ‌تر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل بور می‌توانید تبیین کنید؟

جواب:

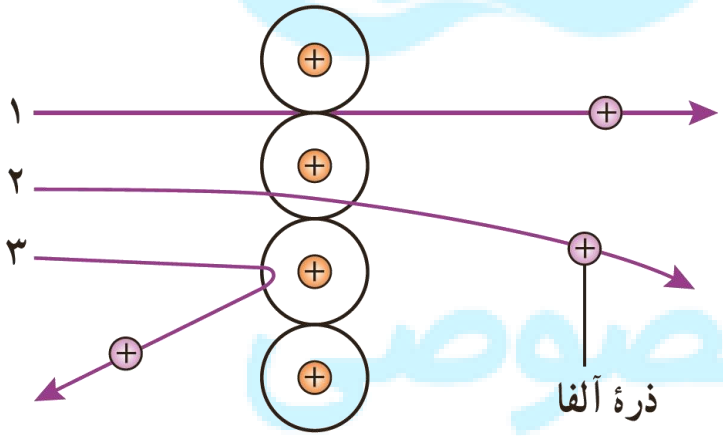
پ) زیرا هنگامی‌که نور فرابنفش به مواد می‌تابد، باعث گذار الکترون‌ها می‌شود و فوتون‌هایی را گسیل می‌کند. از آنجاکه انرژی فوتون‌های گسیلی با انرژی نور فرابنفش برابر و یا از آن کمتر است، طول‌موج‌های گسیل یافته معمولاً برابر همان طول‌موج نور فرودی یا بزرگ‌تر از آن خواهد شد.

مسائل فصل

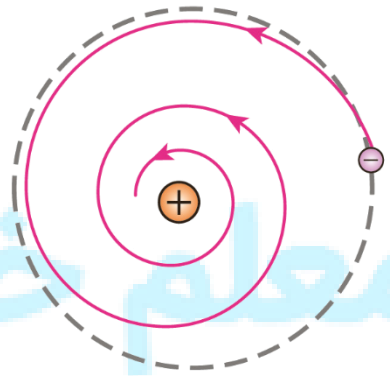
۱۰- مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه نازک طلا به دست آمده بود (شکل الف).

الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلا منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند.

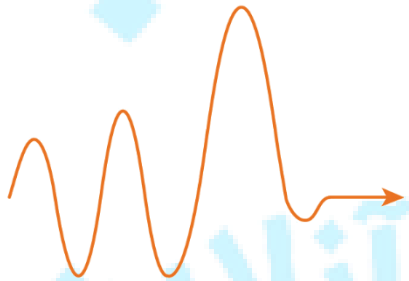
ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذره ۳ منحرف می‌شوند. این امر چه نکته‌ای را درباره ساختار اتم طلا نشان می‌دهد؟



الف)



ب)



جواب:

الف) زیرا بیشتر فضای اتم خالی است.

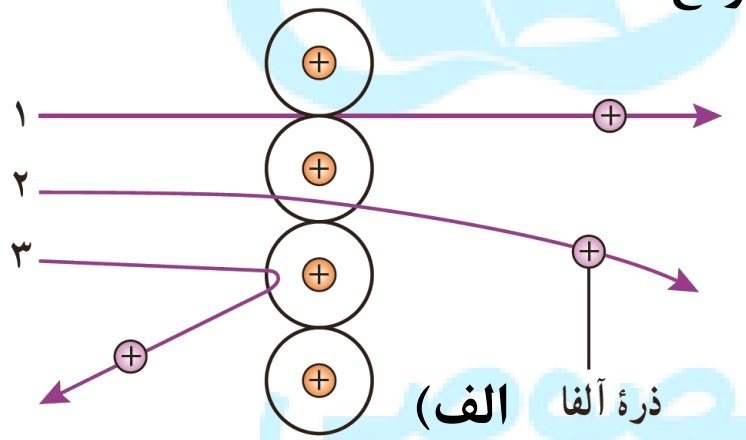
ب) اینکه هسته اتم فضای بسیار کوچکی از اتم را تشکیل می‌دهد.

مسائل فصل

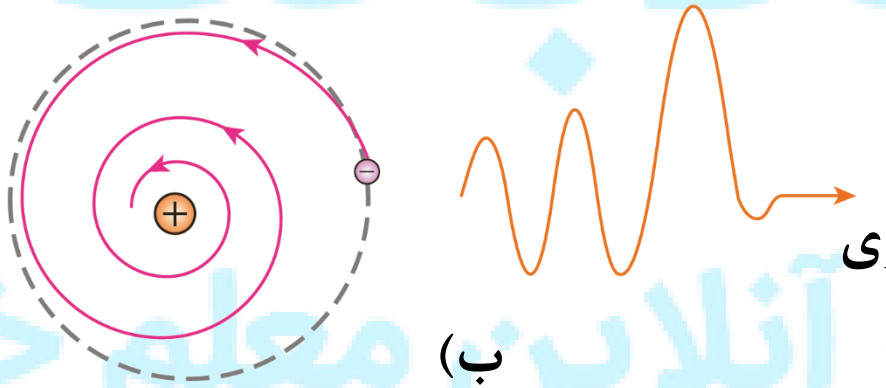
۱۰- مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه نازک طلا به دست آمده بود (شکل الف).

پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحه بسیار نازک طلا استفاده کرده بود؟

ت) شکل ب، به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟ در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟



الف)


ب)

جواب:

پ) زیرا می‌خواست از عبور پرتوی آلفا از درون اتم مطمئن شود.

ت) در مدل رادرفورد الکترون پس از گسیل پی‌درپی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فروافتد اما بور فرض کرد که وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود. از این رو گفته می‌شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

مسائل فصل

۱۱- با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن،

الف) اختلاف انرژی $\Delta E(n_U - n_L) = E_U - E_L$ را حساب کنید.

ب) نشان دهید که:

$$\Delta E(۴ \to ۲) = \Delta E(۴ \to ۳) + \Delta E(۳ \to ۲)$$

$$\Delta E(۴ \to ۱) = \Delta E(۴ \to ۲) + \Delta E(۲ \to ۱)$$

جواب:

الف)

$$\Delta E(n_U \to n_L) = E_U - E_L = \frac{-E_R}{n_U^۲} - \frac{-E_R}{n_L^۲} = -E_R(\frac{۱}{n_U^۲} - \frac{۱}{n_L^۲})$$

ب)

$$\Delta E(۴ \to ۳) + \Delta E(۳ \to ۲) = (E_۴ - E_۳) + (E_۳ - E_۲) = E_۴ - E_۲ = \Delta E(۴ \to ۲)$$

$$\Delta E(۴ \to ۲) + \Delta E(۲ \to ۱) = (E_۴ - E_۲) + (E_۲ - E_۱) = E_۴ - E_۱ = \Delta E(۴ \to ۱)$$

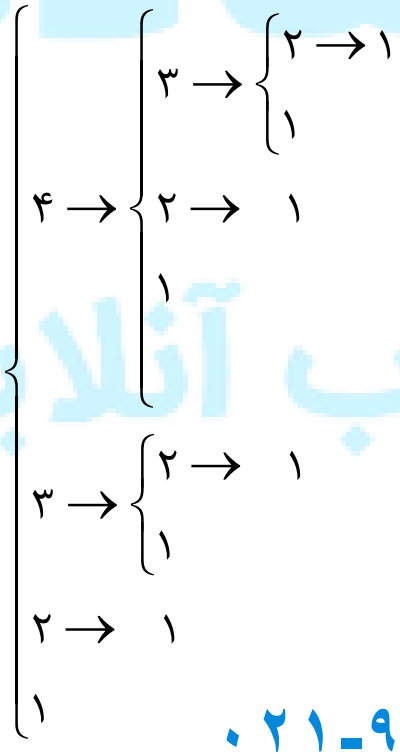
مسائل فصل

۱۲- الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=۵$ قرار دارد. الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه برود، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

ب) فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n=۱$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

جواب:

الف) ۱۵ فوتون بصورت روبه‌رو:



ب) ۴ فوتون بصورت زیر:

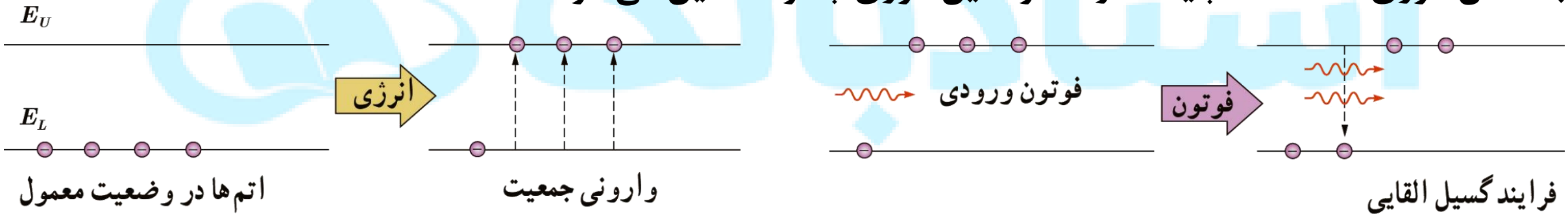
$$n = ۵ \rightarrow ۴ \rightarrow ۳ \rightarrow ۲ \rightarrow ۱$$

مسائل فصل

۱۳- شکل زیر فرایند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد.

الف) منظور از عبارت «اتم‌ها در وضعیت معمول» چیست؟

ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولا این انرژی چگونه تامین می‌شود؟



جواب:

الف) منظور همان حالت پایدار اتم است.

ب) در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود.

مسائل فصل

۱۳- شکل زیر فرایند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد.

پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟

ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا فرایند گسیل القایی انجام شود؟

ث) فوتون‌هایی که بر اثر فرایند گسیل القایی و جهش الکترون‌ها به تراز پایین‌تر ایجاد می‌شوند چه ویژگی‌های مشترکی دارند؟

جواب:

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

ت) انرژی فوتون ورودی باید برابر با اختلاف انرژی دو تراز باشد.

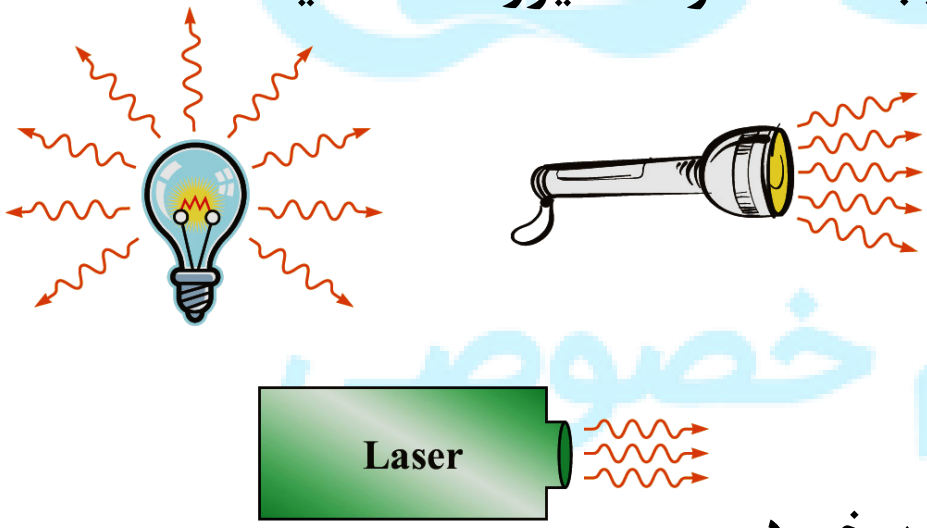
ث) این فوتون‌ها که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

مسائل فصل

۱۴- در شکل زیر نحوه گسیل فوتون‌ها از سه چشمه نور شامل لامپ رشته‌ای، چراغ قوه با لامپ رشته‌ای و لیزر با یکدیگر مقایسه شده است.

الف) با توجه به آنچه در این فصل فراگرفتید تفاوت فوتون‌های گسیل‌شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید.

ب) چرا توصیه جدی می‌شود که هیچگاه به طور مستقیم به باریکه نور ایجادشده توسط لیزر نگاه نکنید؟



جواب:

الف) فوتون‌های گسیل‌شده از لامپ انرژی‌های متفاوتی دارند و در تمام جهات منتشر می‌شوند. فوتون‌های گسیل‌شده از چراغ قوه انرژی‌های متفاوتی دارند ولی تقریبا در یک جهت منتشر می‌شوند. فوتون‌های گسیل‌شده از باریکه لیزر هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

ب) زیرا تعداد زیادی فوتون هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز به چشم ما برخورد می‌کند و می‌تواند به چشم آسیب جدی وارد کند.

مسائل فصل

۱۶- برای ($^{۲۰۸}_{۸۲}Pb$) مطلوب است:

الف) تعداد نوکلئون‌ها

ب) تعداد نوترون‌ها

پ) بار الکتریکی خالص هسته

جواب:

الف)

$$A = ۲۰۸$$

ب)

$$A = N + Z \Rightarrow N = A - Z = ۲۰۸ - ۸۲ = ۱۲۶$$

پ)

$$q = ne = ۸۲ \times (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C) = ۱/۳۱۲ \times ۱۰^{-۱۷}\ C$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۱۷- در هر یک از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می‌دهد و در هسته هر یک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید.

الف) $_{78}^{195}X$ ب) $_{16}^{32}X$ پ) $_{29}^{61}X$

جواب:

$A = N + Z \Rightarrow N = A - Z = ۱۹۵ - ۷۸ = ۱۱۷$ $_{78}^{195}Pt$

$N = A - Z = ۳۲ - ۱۶ = ۱۶$ $_{16}^{32}S$

$N = A - Z = ۶۱ - ۲۹ = ۳۲$ $_{29}^{61}Cu$

مسائل فصل

۱۸- آیا می‌توان ایزوتوپ ($^{۶۱}_{۲۵}X$) را با روش شیمیایی از ایزوتوپ ($^{۵۹}_{۲۵}X$) جدا کرد؟ از ایزوتوپ ($^{۶۱}_{۲۶}Y$) چطور؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

جواب:

خیر، زیرا ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند.

بله، زیرا خواص شیمیایی متفاوت است.

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۱۹- جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهنده یک یا چند ذره α ، β^+ و β^- است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید.

$^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow {}^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + \ldots$

$^{۲۳۱}_{۹۰}Th^* \rightarrow {}^{۲۳۱}_{۹۰}Th + \ldots$

$^{۱۱}_{۶}C \rightarrow {}^{۱۱}_{۳}B + \ldots$

$^{۱۸}_{۹}F \rightarrow {}^{۱۸}_{۸}O + \ldots$

جواب:

$^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow {}^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + \ldots \Rightarrow {}^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow {}^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + \beta^-$

$^{۲۳۱}_{۹۰}Th^* \rightarrow {}^{۲۳۱}_{۹۰}Th + \ldots \Rightarrow {}^{۲۳۱}_{۹۰}Th^* \rightarrow {}^{۲۳۱}_{۹۰}Th + \gamma$

$^{۱۱}_{۶}C \rightarrow {}^{۱۱}_{۳}B + \ldots \Rightarrow {}^{۱۱}_{۶}C \rightarrow {}^{۱۱}_{۳}B + ۳\beta^+$

$^{۱۸}_{۹}F \rightarrow {}^{۱۸}_{۸}O + \ldots \Rightarrow {}^{۱۸}_{۹}F \rightarrow {}^{۱۸}_{۸}O + \beta^+$

مسائل فصل

۲۰- هسته دختر به دست آمده از هر یک از واپاشی‌های زیر را به صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

الف) $^{۲۴۲}_{۹۴}Pu$ واپاشی α انجام دهد.

$$^{۲۴۲}_{۹۴}\mathrm{Pu} \rightarrow {}^{۲۳۸}_{۹۲}\mathrm{X} + {}^{۴}_{۲}\alpha$$

ب) $^{۲۴}_{۱۱}Na$ واپاشی β^- انجام دهد.

$$^{۲۴}_{۱۱}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{۲۴}_{۱۲}\mathrm{X} + \beta^-$$

پ) $^{۱۳}_{۷}N$ واپاشی β^- انجام دهد.

$$^{۱۳}_{۷}\mathrm{N} \rightarrow {}^{۱۳}_{۸}\mathrm{X} + \beta^-$$

ت) $^{۱۵}_{۸}O$ واپاشی β^+ انجام دهد.

$$^{۱۵}_{۸}\mathrm{O} \rightarrow {}^{۱۵}_{۷}\mathrm{X} + \beta^+$$

مسائل فصل

۲۱- سرب ${}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ هسته دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هسته مادر را به صورت ${}^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

جواب:

$$ {}^{۲۱۱}_{۸۴}X \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲}pb + {}^{۴}_{۲}\alpha $$

$$ {}^{۲۰۷}_{۸۱}X \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲}pb + \beta^- $$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۲۲- نپتونیم $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β، α و α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته نهایی چقدر است؟

جواب:

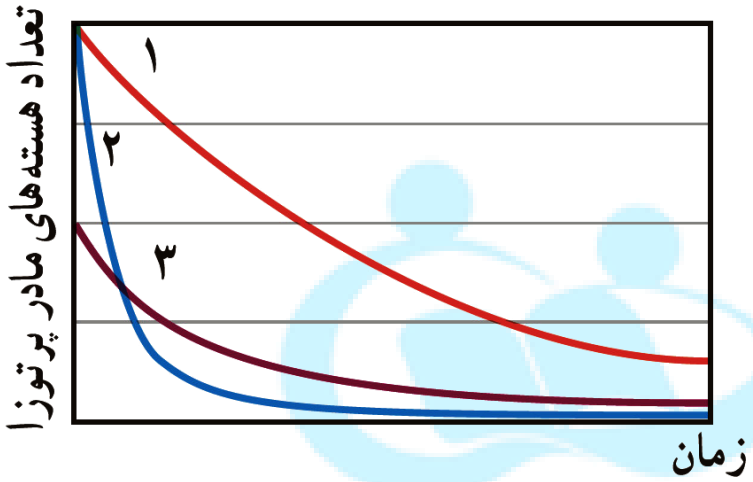
$$^{۲۳۷}_{۹۳}\mathrm{Np} \rightarrow {}^{۲۲۵}_{۸۸}\mathrm{X} + ۳({}^{۴}_{۲}\alpha) + {}^{۰}_{-۱}\beta^{-}$$

$$Z = ۸۸ \qquad A = ۲۲۵$$

استادبانک انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

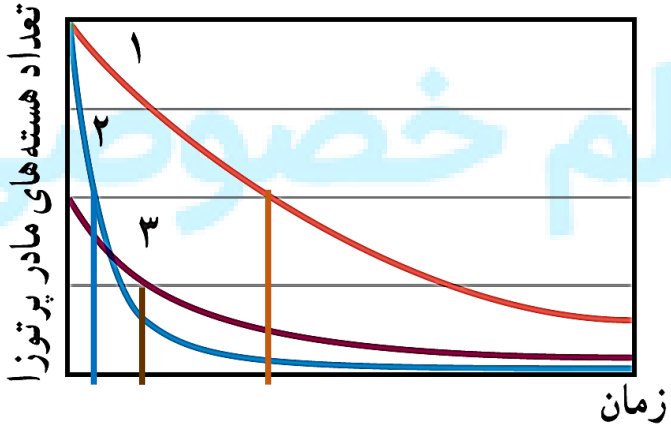
۲۳- شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.



جواب:

نیمه عمر زمانی است که تعداد هسته‌های یک عنصر به نصف می‌رسد.

با توجه به شکل متوجه می‌شویم که ترتیب نیمه عمرها بصورت زیر است:



$$(T_{\frac{1}{2}})_1 < (T_{\frac{1}{2}})_3 < (T_{\frac{1}{2}})_2$$

مسائل فصل

۲۴- هنگامی که نیتروژن جو زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولا از جنس پروتون، ذره‌های α و الکترون هستند) بمباران می‌شود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه‌های فوقانی جو تولید می‌شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به طور طبیعی در جو وجود دارد درهم می‌آمیزد. بررسی‌ها نشان داده است که به ازای هر ۱۰۰۰۰ میلیارد اتم پایدار کربن ۱۲، تقریبا یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جو می‌شود.
اتم‌های کربن جوی از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس، به نحو کاتوره‌ای مکان خود را عوض می‌کنند و به بدن جانداران منتقل می‌شوند. به طوری که اتم‌های کربن هر موجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ است. وقتی موجود زنده‌ای می‌میرد، مقدار کربن پرتوزای به تله افتاده در موجود غیر زنده، با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می‌گذارد. کربن ۱۴ موجود در یک نمونه زغال قدیمی، ۱٫۵۶ درصد (معادل $\frac{۱}{۶۴}$) مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی است که تازه تولید شده است. سن تقریبی این زغال قدیمی چقدر است؟

جواب:

$$\frac{۱}{۲^{n}} = \frac{۱}{۶۴} = \frac{۱}{۲^{۶}} \Rightarrow n = ۶$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۶ = \frac{t}{۵۷۳۰\,yr} \Rightarrow t = ۳۴۳۸۰\,yr$$

مسائل فصل

۲۵- نیمه عمر بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت چهار ساعت، چه کسری از ماده اولیه، در نمونه‌ای از این بیسموت، باقی می‌ماند؟

جواب:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{۲۴۰\,min}{۶۰\,min} = ۴$$

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

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی