

۴

فصل

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای



راهنمای حل فصل ۴ فیزیک دوازدهم

رشته علوم تجربی

منطبق بر کتاب درسی



گروه فیزیک استان کیلان @Schoolphysics

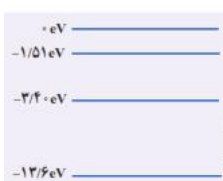
آشنایی با فیزیک اتمی و فیزیک هسته‌ای		
صفحه pdf	صفحه کتاب درسی	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل
۱	۹۶	۱-۴ اثر فوتوالکتریک
۱	۹۹	تمرین ۱-۴
۱	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۱
۲	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۲
۲	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۳
۲	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۴
۳	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۵
۳	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۶
۴	۹۹	۲-۴ طیف اتمی
۴	۱۰۲	تمرین ۲-۴
۵	۱۰۳	۳-۴ مدل اتم رادفورد - بور
۴-۵	۱۰۶	تمرین ۳-۴
۵	۱۰۹	پرسش ۱-۴
۶-۵	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۷
۶	۱۲۲	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۸
۷	۱۲۳	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۹
۸	۱۲۳	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۱۰
۱۰-۹	۱۲۳	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۱۱
۱۰	۱۲۳	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۱۲
۱۱	۱۱۰	۴-۴ لیزر
۱۱	۱۲۳	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۱۳
۱۲	۱۲۴	پرسش و مسئله‌ها آخر فصل - ۱۴

۱۳	۱۱۲	۴-۵ ساختار هسته	
۱۳	۱۱۳	تمرین ۴-۴	۱۹
۱۳	۱۱۴	پرسش ۲-۴	۲۰
۱۴-۱۳	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۵	۲۱
۱۴	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۶	۲۲
۱۴	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۷	۲۳
۱۴	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۸	۲۴
۱۵	۱۱۵	۴-۶ پرتوزایی طبیعی و نیم عمر	
۱۵	۱۱۶	پرسش ۳-۴	۲۵
۱۵	۱۱۸	تمرین ۵-۴	۲۶
۱۵	۱۱۹	تمرین ۶-۴	۲۷
۱۵	۱۲۱	تمرین ۷-۴	۲۸
۱۶	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۹	۲۹
۱۶	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲۰	۳۰
۱۶	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲۱	۳۱
۱۷	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲۲	۳۲
۱۷	۱۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲۳	۳۳
۱۸	۱۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲۴	۳۴
۱۸	۱۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲۵	۳۵

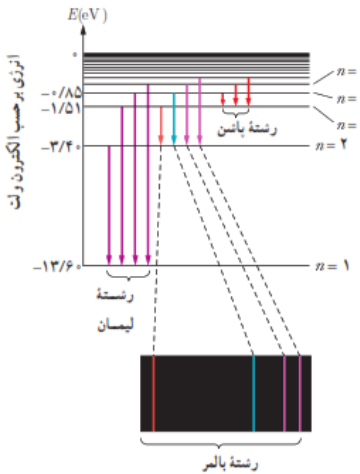
	۱-۴ اثر فوتوالکتریک و فوتون	
<p>(الف)</p> $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{240 \times 10^{-9} \text{ m}} = 1.25 \times 10^{15} \text{ Hz}$ <p>(ب)</p> $E_T = nE = p.t \rightarrow n = \frac{p.t}{hc} \lambda = \frac{50 \text{ W} \times 60 \text{ s} \times 240 \times 10^{-9} \text{ m}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 3.6 \times 10^{21}$ <p>(پ) با کاهش توان و شدت نور، انرژی نصف می شود. در نتیجه شمار فوتون کاهش می یابد (نصف می شود).</p>	<p>تمرین ۱-۴</p> <p>نوری با طول موج ۲۴۰ nm به سطحی از جنس فلز تنگستن می تابد و سبب گسیل فوتوالکتریک ها از آن می شود. (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 می شود؟ (ب) اگر توان و در نتیجه شدت چشمه نور فرودی به نصف کاهش پیدا کند، شمار فوتون های گسیل شده از چشمه در هر دقیقه چه تغییری می کند؟</p>	۱
<p>(الف)</p> $\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{589 \times 10^{-9} \text{ m}} = 5.09 \times 10^{14} \text{ Hz}$ $E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1242 \text{ nm.eV}}{589 \text{ nm}} = 2.109 \text{ eV}$ $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \rightarrow E = 2.109 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3.374 \times 10^{-19} \text{ J}$ <p>(ب)</p> $\left. \begin{array}{l} E = pt \\ E = nhf \end{array} \right\} \rightarrow pt = nhf \rightarrow$ $n = \frac{pt.\lambda}{hc} = \frac{50 \text{ W} \times 60 \text{ s} \times 589 \times 10^{-9} \text{ m}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 8.89 \times 10^{20}$	<p>۱-۴ اثر فوتوالکتریک و فوتون</p> <p>۱. یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون هایی با طول موج ۵۸۹ nm گسیل می کند. (الف) بسامد و انرژی فوتون های گسیلی را حساب کنید. انرژی را بر حسب ژول و همچنین الکترون ولت بیان کنید. (ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ ۵۰ W است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می شود؟</p>	۲

<p>(الف) $\frac{5 \times 10^{-3} \text{ W}}{50 \text{ W}} \times 100 = 0.01\%$</p> <p>(ب) $n = \frac{pt\lambda}{hc} = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ W} \times 1 \text{ s} \times 633 \times 10^{-9} \text{ m}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1.59 \times 10^{16}$</p>	<p>۳. توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیوم نئون 50 mW است. اگر توان ورودی این لیزر 50 W باشد، (الف) بازده لیزر را حساب کنید. (ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی 633 nm باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.</p>
<p style="text-align: center;">$A = 2(\pi R^2) = \frac{\pi D^2}{4}$ قطر مردمک ← سطح دو مردمک</p> <p>$I = \frac{P}{4\pi r^2} \rightarrow E = \frac{P}{4\pi r^2} (2\pi R^2) t = \frac{P}{4r^2} (D^2) t$</p> <p>$E = IAt$</p> <p>$E = \frac{0.01 \times 5 \text{ W} \times (2 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \times 1 \text{ s}}{4 \times (10^{-2} \text{ m})^2} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ J}$</p> <p>انرژی که به ۲ مردمک می‌رسد.</p> <p>$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} \rightarrow n = \frac{\lambda}{hc} E$</p> <p>$n = \frac{550 \times 10^{-9} \text{ m}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ (J.s)} \times 3 \times 10^8 \text{ (m/s)}} \times 2.5 \times 10^{-4} \text{ J} \rightarrow n = 6.9 \times 10^4$</p>	<p>۴. یک لامپ رشته‌ای با توان 100 W از فاصله یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به‌طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده لامپ 5% درصد است (یعنی 5 W تابش مرئی گسیل می‌کند) و فقط 1% درصد این تابش دارای طول موجی در حدود 550 nm است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول موج وارد مردمک‌های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را 2 mm در نظر بگیرید.)</p>
<p>$nhf = pt \rightarrow n = \frac{pt\lambda}{hc} = \frac{300 \text{ W/m}^2 \times 1 \text{ s} \times 570 \times 10^{-9} \text{ m}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 8.6 \times 10^{20}$</p>	<p>۵. شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود 1360 W/m^2 است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر 1 m^2، مقدار انرژی 1360 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 به‌ازای هر متر مربع حدود 300 W/m^2 باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را 570 nm فرض کنید.</p>

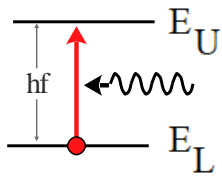
۶	<p>الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟ ب) توضیح دهید نظریه کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به صورت مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفته شد چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟</p>	<p>الف) آزمایش نشان می دهد وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل می شوند. به این پدیده ی فیزیکی، اثر فوتوالکتریک می نامند. ب) بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون های فلز برهم کنش می کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرآیند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می شود. اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) کمتر باشد، فوتون ها، حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیده فوتوالکتریک رخ نمی دهد. برای نوری که فوتون های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیده فوتوالکتریک هستند، افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون ها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکتریک ها می شود، در حالی که انرژی جنبشی فوتوالکتریک ها بدون تغییر می ماند.</p>
۷	<p>۴. توضیح دهید برای یک فلز معین، تغییر هر یک از کمیت های 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 کوچک تر از بسامد آستانه پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ تر از بسامد آستانه</p>	<p>الف) اگر بسامد نور فرودی بیشتر از بسامد آستانه باشد پدیده فوتوالکتریک رخ می دهد. ($f > f_0$) اگر بسامد نور فرودی کمتر از بسامد آستانه باشد پدیده فوتوالکتریک رخ نمی دهد. ($f < f_0$) ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامد کمتر از آستانه تأثیری در پدیده فوتوالکتریک ندارد. پ) در بسامدهای بزرگتر از بسامد آستانه، پدیده فوتوالکتریک رخ می دهد که با کاهش شدت نور فرودی تعداد الکترون های کمتری از سطح جدا می شوند و جریان کمتری به وجود می آید.</p>

<p>اولین خط طیف اتم هیدروژن</p> $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $\frac{n'=3, n=4}{\lambda_1} \rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = 0.11 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right)$ $= 0.11 \text{ nm}^{-1} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{77}{144} \text{ nm}^{-1} \rightarrow \lambda_1 = 1870 \text{ nm}$ <p>دومین خط طیف اتم هیدروژن</p> $\frac{n'=3, n=5}{\lambda_2} \rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = 0.11 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right)$ $= 0.11 \text{ nm}^{-1} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) = \frac{16}{225} \text{ nm}^{-1} \rightarrow \lambda_2 = 1278 \text{ nm}$ <p>محدوده فرسرخ</p>	<p style="text-align: right;">۲-۴ طیف خطی</p> <p style="text-align: right;">تمرین ۲-۴</p> <p>طول موج های اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته پائین ($n'=3$) را به دست آورید و تعیین کنید که این خط ها در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی واقع اند.</p>
$E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} \rightarrow n = \sqrt{\frac{-13.6 \text{ eV}}{E_n}}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>۰ eV</p> <p>-1/51 eV</p> <p>-3/40 eV</p> <p>-13/6 eV</p> </div> <div style="margin-right: 20px;"> <p>n = ∞</p> <p>n = 3</p> <p>n = 2</p> <p>n = 1</p> </div> <div> <p>$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow$</p> <p>$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} \rightarrow \begin{cases} \Delta E_{\max} \rightarrow \lambda_{\min} \\ \Delta E_{\min} \rightarrow \lambda_{\max} \end{cases}$</p> </div> </div> $\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{0 - (-13/6 \text{ eV})} = 91/2 \text{ nm}$ <p style="text-align: right;">(الف)</p>	<p style="text-align: right;">تمرین ۳-۴</p>  <p>شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد.</p> <p>(الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این ترازها به دست می آید.</p> <p>(ب) اگر الکترون از تراز انرژی $-1/51 \text{ eV}$ به تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا کنید.</p> <p>(ب) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول موج 660 nm منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج ها در گستره مرئی است.</p>

$\lambda = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{-1/51 \text{ eV} + 13/6 \text{ eV}} = 10.2 \text{ nm}$ <p>(ب)</p> $E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E_U + 3/4 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{660 \text{ nm}} = 1/87 \text{ eV}$ $E_U = 1/87 \text{ eV} - 3/4 \text{ eV} \approx 1/51 \text{ eV} \rightarrow n = 3$ <p>(پ)</p>	
<p>بله. در این حالت الکترون ها از تراز انرژی پایین تر به تراز انرژی بالاتر می روند. و اتم، فوتون هایی که دقیقاً انرژی لازم برای گذار دارند را جذب می کنند.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $\begin{cases} E_L = \frac{-13/6 \text{ eV}}{n_L^2} \\ E_U = \frac{-13/6 \text{ eV}}{n_U^2} \end{cases} \rightarrow E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow 13/6 \text{ eV} \left(\frac{-1}{n_U^2} + \frac{1}{n_L^2} \right) = \frac{hc}{\lambda}$ $\left(\frac{n_U^2 - n_L^2}{n_U^2 \cdot n_L^2} \right) \lambda = \frac{hc}{13/6 \text{ eV}} \rightarrow \lambda_{\text{Absorbing}} = \left(\frac{hc}{13/6 \text{ eV}} \right) \left(\frac{n_U^2 \cdot n_L^2}{n_U^2 - n_L^2} \right) = \lambda_{\text{Discharge}}$ </div>	<p style="text-align: right;">پرسش ۱-۴</p> <p style="text-align: center;">آیا معادله ۶-۴ برای فرایند جذب فوتون نیز برقرار است؟</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $E_U - E_L = hf$ <p style="text-align: center;">(معادله گسیل فوتون از اتم) (۶-۴)</p> </div> <p style="text-align: right;">۱۰</p>
	۲-۴ و ۳-۴ طیف خطی و مدل اتم رادرفورد - بور
<p>الف) برای یک جسم جامد، نظیر رشته‌ی داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول موج‌هاست. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است. حال آنکه گازهای کم فشار 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 طول موج‌های معینی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند و طول موج‌های ایجاد شده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند.</p> <p>ب) 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. دو الکتروود به نام‌های آند و کاتد در دو طرف این لامپ قرار دارد که به ترتیب به پایانه‌های مثبت و منفی یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا وصل‌اند. این ولتاژ بالا، سبب تخلیه‌ی الکتریکی در گاز می‌شود و اتم‌های</p>	<p>۷. الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.</p> <p>ب) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد.</p> <p style="text-align: right;">۱۱</p>

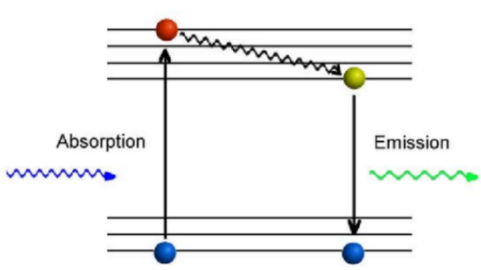
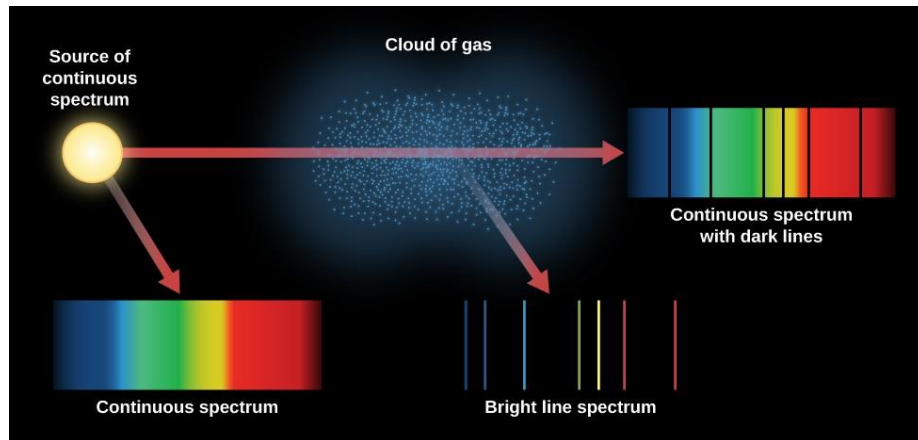
<p>گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می کنند. آزمایش نشان می دهد که طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.</p>	
<p>الف) n عدد کوانتومی است که نشان دهنده شماره مدار مجاز الکترون به دور هسته است. و $n=1$ پایین ترین تراز انرژی است که مربوط به مدار اول است که به آن حالت پایه گفته می شود. انرژی هر تراز به معنای مقدار انرژی است که الکترون با آن مقدار انرژی به هسته مقید است و برای جدا کردن الکترون باید به اندازه ی انرژی آن تراز به الکترون انرژی بدهیم تا از قید هسته رها شود و علامت منفی هم به همین دلیل است. 13.6 eV - انرژی الکترون در حالت پایه است که کمترین انرژی مجاز الکترون است. در مقابل بالاترین تراز $n = \infty$ است. که انرژی الکترون در این تراز صفر است، اگر الکترون در حالت سکون باشد. مدارها و انرژی های الکترون ها در هر اتم کوانتیده اند. وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی شود. الکترون زمانی که از یک حالت مانا با انرژی بیشتر (E_U) به حالت مانا با انرژی کمتر (E_L) برود فوتون تابش می کند که انرژی فوتون تابشی برابر با اختلاف انرژی دو تراز است و چون ترازهای انرژی گسسته و دارای مقادیر معینی هستند لذا طیف خطی است.</p>	<p>۱. شکل زیر سه رشته طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می دهد که بر اساس مدل اتمی بور رسم شده است. الف) منظور از $n=1$ و انرژی 13.6 eV چیست؟ ب) بر اساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را توضیح دهید. پ) اختلاف کوتاه ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را، گستره طول موج های آن رشته می نامند. گستره طول موج های رشته لیمان ($n' = 1$) را پیدا کنید.</p> 
<p>پ) $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$</p>	$\lambda_{\text{Min}} = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{0 + 13.6 \text{ eV}} = 90.91 \text{ nm}$ $\lambda_{\text{Max}} = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{-3.4 \text{ eV} + 13.6 \text{ eV}} = 121.2 \text{ nm}$
<p>$\lambda_{\text{Min}} \leq \text{گستره طول موج} \leq \lambda_{\text{Max}} \rightarrow 90.91 \text{ nm} \leq \text{گستره طول موج} \leq 121.2 \text{ nm}$</p>	

(الف)



الکترون های که از ترازهای انرژی پایین تر با جذب فوتون به ترازهای انرژی بالاتر می روند. در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می کند.

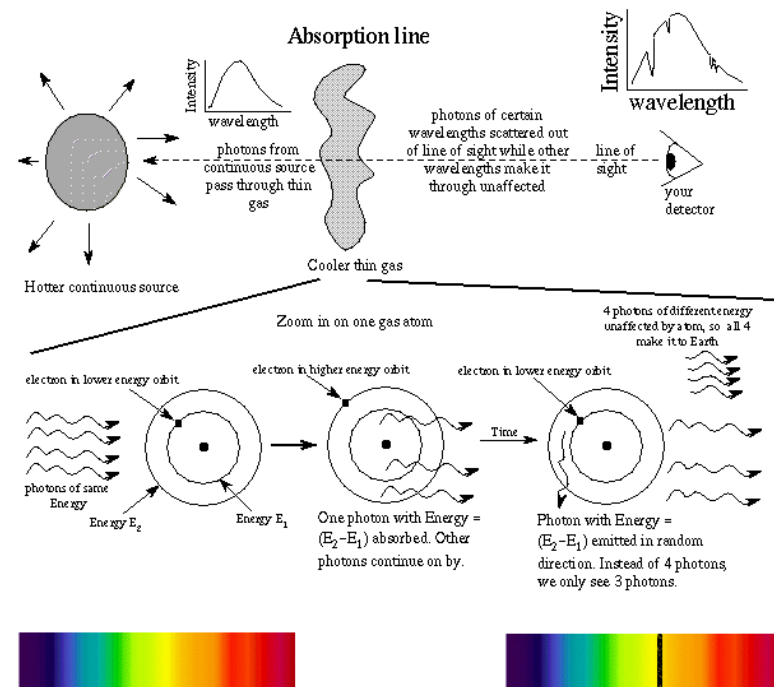
(ب) وقتی نور سفیدی را به گاز هیدروژن رقیق می تابانیم الکترون های گاز بعضی از فوتون های نور فرودی را جذب کرده و به ترازهای بالاتر می روند. اگر نور خروجی از گاز را از منشور عبور دهیم یک دسته خط های جذبی تاریک در طیف پیوسته مشاهده می کنید.



(ب) برای برانگیخته شدن اتم های بسیاری از مواد که به آن، نور فرابنفش بتابانیم. هنگام بازگشت به حالت پایه، نور مرئی گسیل می کنند. در این نوع مواد فوتون فرابنفش اتم را برانگیخته می سازد و الکترون به چند تراز انرژی بالاتر می رود و در برگشت با پرش های کوتاه تر و پله پله به تراز پایین تر می رود و فوتون های کم انرژی تری گسیل می کند که بعضی از آنها در ناحیه مرئی است.

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

(ب) با استفاده از مدل بور، چگونه می توانید خط های تاریک در طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی را توجیه کنید؟
 (پ) وقتی که نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود، تابش مرئی از خود گسیل می کنند. این پدیده فیزیکی نمونه ای از فلوتورسانی است. آزمایش نشان می دهد در پدیده فلوتورسانی طول موج های گسیل یافته معمولاً برابر همان طول موج نور فرودی یا بزرگ تر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل بور می توانید تبیین کنید؟



الف) ذرات آلفا دارای بار مثبت اند. که تعداد زیادی از این ذرات از فضای خالی اتم عبور می کنند و یا در انحراف بسیار کمی در اثر نیروی دافعه از کنار هسته ی اتم می گذرند. که نشان می دهد بیشتر حجم ماده (اتم ها) از فضای خالی تشکیل شده است.

ب) تعداد بسیار کمی از ذرات آلفا به مرکز اتم برخورد می نمایند و به سمت عقب باز می گردند. که نشان می دهد که توسط یک مرکز بسیار چگال و دارای بار مثبت منحرف شده باشند که حجم آن در مقایسه با حجم اتم بسیار کم است.

پ) رادفورد به دنبال ورقه ی نازک و فلزی سنگین بود.

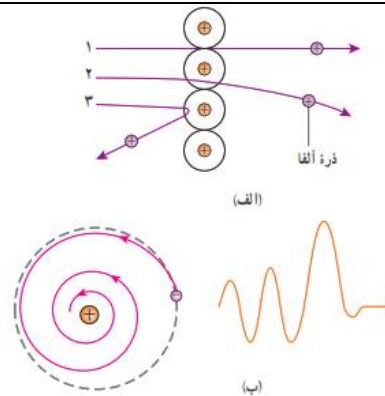
۱- ورق طلا را می توان براحتی، به ورقه ی بسیار نازکی تبدیل کرد. شکل دادن و نازک کردن طلا از همه فلزات، آسانتر می باشد. در نتیجه رادفورد، ورقه ی طلا را برای آزمایش خود برگزید.

۲- رادرفورد بدنبال یک فلز سنگین بود که تعداد الکترون های زیادی داشته باشد. می خواست میزان پراکندگی ذرات آلفا را در اتم سنگین با تعداد الکترون های زیاد بررسی نماید.

دلیل انتخاب پرتو آلفا هم باردار بودن و سنگین بودن ذره آلفا بود. سنگین بودن پرتو باعث می شد تا به آسانی از مسیر خود منحرف نشود.

ت) اگر فرض کنیم الکترون به دور هسته در گردش باشد، حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است. و سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می شود که بسامد آن، با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می شود. این کاهش انرژی باعث می شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچکتر و بسامد حرکت آن به تدریج بیشتر شود. به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی در پی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد. و تنها طیف گسیلی پیوسته خواهیم داشت. و این در شرایطی است که طیف خطی گسیل شده توسط اتم ها نیز جور در نمی آید.

در مدل بور که برای اتم هیدروژن ارائه شد. الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا بر خلاف نظریه الکترومغناطیسی کلاسیک تابشی نمی کند و همچنین از یک حد معین با شعاع مشخص به هسته نزدیک تر نمی شود.



۱. مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش هایی بود که از پراکندگی ذره های آلفا توسط یک ورقه نازک طلا به دست آمده بود (شکل الف). الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره های آلفا مانند ذره های ۱ و ۲ با اصلاً منحرف نمی شوند یا به مقدار کمی منحرف می شوند. ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره ها مانند ذره ۳ منحرف می شوند. این امر چه نکته ای را درباره ساختار اتم طلا نشان می دهد؟ ب) 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)

$$\left. \begin{aligned} E_U &= -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_U^2} \\ E_L &= -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_L^2} \end{aligned} \right\} \rightarrow \Delta E_{(n_U \rightarrow n_L)} = E_U - E_L = -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_U^2} - \left(-\frac{13/6 \text{ eV}}{n_L^2}\right)$$

$$\Delta E_{(n_U \rightarrow n_L)} = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

(ب)

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 2)} = \Delta E_{(4 \rightarrow 3)} + \Delta E_{(3 \rightarrow 2)}$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 2)} = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\begin{aligned} \Delta E_{(4 \rightarrow 3)} + \Delta E_{(3 \rightarrow 2)} &= 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) + 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \\ &= 13/6 \text{ eV} \left[\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \right] = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \end{aligned}$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 2)} = E_4 - E_2$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 3)} + \Delta E_{(3 \rightarrow 2)} = E_4 - E_3 + E_3 - E_2 = E_4 - E_2$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 1)} = \Delta E_{(4 \rightarrow 2)} + \Delta E_{(2 \rightarrow 1)}$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 1)} = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$$

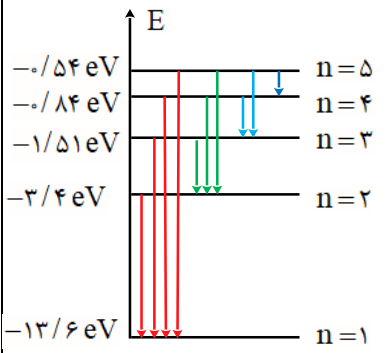
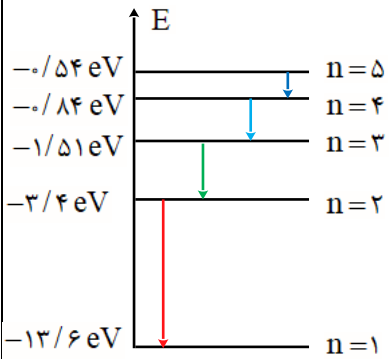
$$\begin{aligned} \Delta E_{(4 \rightarrow 2)} + \Delta E_{(2 \rightarrow 1)} &= 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) + 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \\ &= 13/6 \text{ eV} \left[\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) + \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) \right] = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) \end{aligned}$$

ii. با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن،

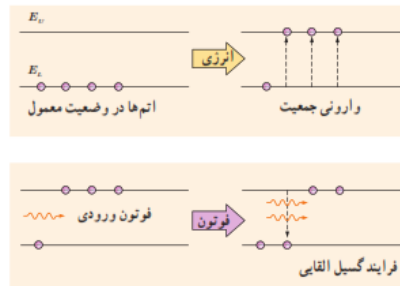
الف) اختلاف انرژی $\Delta E(n_U \rightarrow n_L) = E_U - E_L$ را حساب کنید.
ب) نشان دهید که:

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

$$\Delta E(4 \rightarrow 1) = \Delta E(4 \rightarrow 2) + \Delta E(2 \rightarrow 1)$$

$\Delta E_{(f \rightarrow i)} = E_f - E_i$ $\Delta E_{(f \rightarrow r)} + \Delta E_{(r \rightarrow i)} = E_f - E_r + E_r - E_i = E_f - E_i$		
<p>الف) ۱۰ فوتون</p>  <p>تعداد فوتون ها $= \frac{n(n-1)}{2} = \frac{5 \times 4}{2} = 10$</p> <p>ب) ۴ فوتون</p>  <p>تعداد فوتون ها با انرژی های متفاوت $= n - 1 = 5 - 1 = 4$</p>	<p>۱۱. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد.</p> <p>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؟</p> <p>ب) فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = 1$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟</p>	۱۶

۴-۴ لیزر ۴-۴ لیزر



۱۱۱. شکل زیر فرایند ایجاد باریکه لیزر را به طور طر ح وار در ۴ مرحله نشان می دهد.

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

ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می شود؟

پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟

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

ث) فوتون هایی که بر اثر فرایند گسیل القایی و جهش الکترون ها به تراز پایین تر ایجاد می شوند چه ویژگی های مشترکی دارند؟

الف) وقتی اتم ها (الکترون ها) در حالت پایه باشند و برانگیخته نشده اند به این حالت می گوئیم اتم در وضعیت معمول است.

ب) با تابش فوتون هایی که انرژی آنها برابر اختلاف انرژی دو تراز E_U و E_L ($E_U - E_L = hf$) است. الکترون از تراز E_L به تراز E_U برانگیخته می شوند و این عمل آنقدر تکرار می شود تا حالت پایه با این فرایند تخلیه و جمعیت تراز بالاتر خیلی زیاد شود و وارونی جمعیت پیش می آید.

انرژی توسط پمپ لیزر تأمین می شود که می تواند به صورت های مختلف باشد. گاهی توسط برق تأمین می شود و گاهی درخش های شدید نور و یا انرژی به روش ایجاد میدان الکتریکی قوی تحت ولتاژ تأمین می گردد.

پ) وارونی جمعیت در یک محیط لیزر مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تری نسبت به حالت برانگیخته ی معمولی باقی می ماند. این زمان طولانی تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می کند.

ت) اگر فوتونی با انرژی ورودی ($E_U - E_L = hf$) به اتم برانگیخته وارد شود، گسیل القایی رخ می دهد.

ث) گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد.

اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش می دهد و نور را تقویت می کند.

دوم اینکه فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می کند.

سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است.

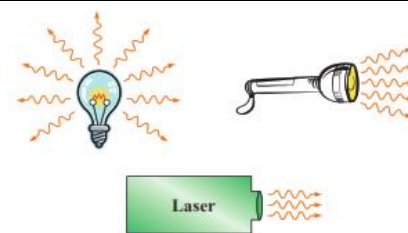
به این ترتیب فوتون هایی که باریکه ی لیزری را ایجاد می کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.

الف) فوتون های خروجی از یک لامپ رشته ای، در تمام جهت ها گسیل و پراکنده می شوند. و برای ایجاد فوتون های لامپ رشته ای و چراغ قوه به فرایند گسیل القایی نیازی نیست بلکه گسیل خود به خود رخ می دهد و فوتون های گسیل شده، موازی، هم فاز و هم بسامد نیستند.

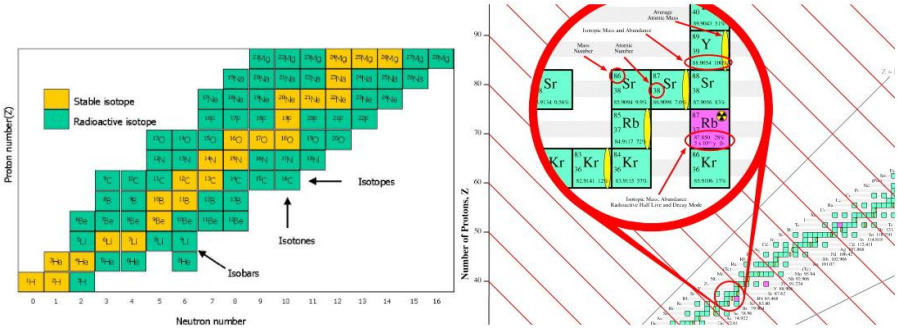
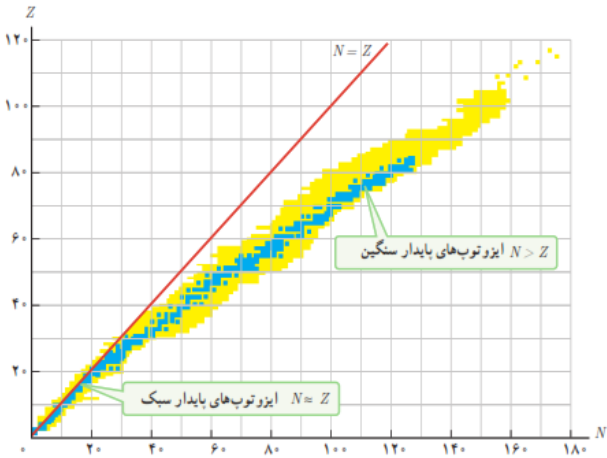
با قراردادن یک عدسی در جلوی لامپ چراغ قوه، از پراکنده شده فوتون ها، جلوگیری می کنند. فوتون های خروجی نسبت به لامپ در جهت های محدودتر گسیل می شوند. فوتون های گسیل شده، موازی، غیر-هم فاز و با بسامدهای مختلف گسیل می کنند.

در لیزر فوتون ها در فرآیند گسیل القایی ایجاد شده و باریکه ای از لیزر را داریم که این باریکه از فوتون های همگی هم جهت، هم فاز و هم انرژی اند ایجاد می شود.

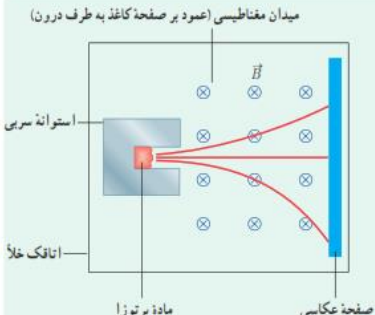
ب) نور لیزر دارای تعداد زیادی فوتون های هم فاز، هم بسامد و هم جهت می باشند لذا دارای انرژی بسیار زیاد و قدرت نفوذ پذیری بالایی دارند. اگر وارد چشم شوند می توانند باعث صدمه زدن به چشم شوند.



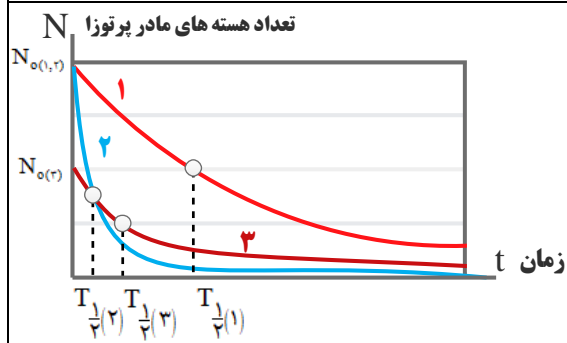
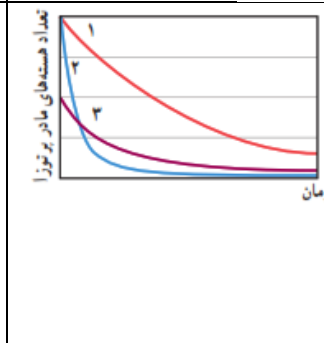
۱۱۴. در شکل زیر نحوه گسیل فوتون ها از سه چشمه نور شامل لامپ رشته ای، چراغ قوه با لامپ رشته ای و لیزر با یکدیگر مقایسه شده است.
الف) با توجه به آنچه در این فصل فراگرفتید تفاوت فوتون های گسیل شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید.
ب) چرا توصیه جدی می شود که هیچ گاه به طور مستقیم به باریکه نور ایجاد شده توسط لیزر نگاه نکنید؟

<p>(الف) $\left. \begin{matrix} Z = 9 \\ N = 10 \end{matrix} \right\} \rightarrow A = Z + N = 9 + 10 = 19, \quad {}^A_Z X$</p> <p>(ب) $\left. \begin{matrix} Z = 50 \\ N = 66 \end{matrix} \right\} \rightarrow A = Z + N = 50 + 66 = 116, \quad {}^{116}_{50} \text{Sn}_{66}$</p>	<p style="text-align: right;">۵-۴ ساختار هسته</p> <p style="text-align: right;">تمرین ۴-۴</p> <p>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.</p> <p>(الف) ایزوتوپ فلوتور (F) با عدد نوترونی = ۱ (ب) ایزوتوپ قلع (Sn) با عدد نوترونی ۶۶</p>
<p>(الف) متفاوت است.</p> <p>با افزایش عدد اتمی، هسته های پایدار از خط $N = Z$ فاصله می گیرند و به طرف پایین خط پراکنده می شوند. یعنی تعداد نوترون های آنها نسبت به پروتون های آنها زیاد می شود</p> <p>(ب) ایزوتوپ یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد نوترونی متفاوتی دارد.</p> <p>اگر خطی عمود بر محور Z رسم کنیم. این خط چند نقطه آبی رنگ را قطع کند. این نقطه ها نمایانگر هسته هایی با عدد اتمی یکسان و عدد نوترونی متفاوت است.</p> 	<p style="text-align: right;">پرسش ۲-۴</p> <p>هر نقطه آبی رنگ در نمودار شکل ۲۲-۴ نشان دهنده یک هسته پایدار است. با توجه به این نمودار به پرسش های زیر پاسخ دهید.</p> <p>(الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون (N/Z) برای هسته های پایدار مختلف ثابت است یا متفاوت؟ توضیح دهید.</p> <p>(ب) ایزوتوپ های مختلف یک عنصر را چگونه می توان با استفاده از این نمودار تشخیص داد؟</p>  <p>شکل ۲۲-۴ نمودار تغییرات N بر حسب Z برای هسته های پایدار و پرتوزا. هر نقطه آبی رنگ نشان دهنده یک هسته پایدار است. نقاط زرد رنگ هسته های پرتوزای شناخته شده را نشان می دهند.</p> <p>شکل ۲۲-۴ نمودار تغییرات N بر حسب Z برای هسته های پایدار و پرتوزا. هر نقطه آبی رنگ نشان دهنده یک هسته پایدار است. نقاط زرد رنگ هسته های پرتوزای شناخته شده را نشان می دهند.</p>
<p>حجم در توپ $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times \frac{3}{14} \times (3/2 \times 10^{-2} \text{ m})^3 = 1/37 \times 10^{-4} \text{ m}^3$</p> <p>حجم نوترون در توپ $V' = \frac{4}{3} \pi r'^3 = \frac{4}{3} \times \frac{3}{14} \times (10^{-15} \text{ m})^3 = 1/4 \times 10^{-45} \text{ m}^3$</p> <p>تعداد نوترون در توپ $N = \frac{V}{V'} = \frac{1/37 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{1/4 \times 10^{-45} \text{ m}^3} \approx 10^{41}$</p>	<p style="text-align: right;">۵-۴ ساختار هسته</p> <p>۱۵. مرتبه بزرگی تعداد نوترون هایی را که می توان تنگ هم در یک توپ تنیس به شعاع ۳/۲cm جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبه بزرگی جرم این توپ چقدر است؟ (مرتبه بزرگی شعاع و جرم نوترون را به ترتیب 10^{-15} m و 10^{-27} kg در نظر بگیرید.)</p>

$m = N \times m' = 10^{41} \times 10^{-27} = 10^{14} \text{ kg}$ <p>جرم توپ</p>		
<p>(الف) ${}_{82}^{208}\text{Pb} \rightarrow A = 208$</p> <p>(ب) ${}_{82}^{208}\text{Pb} \rightarrow N = A - Z = 208 - 82 = 126$</p> <p>(پ) $q = +82e = +82 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} = 1/312 \times 10^{-17} \text{ C}$</p> <p>هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است. که نوترون بار ندارد. و بار پروتون مثبت است. پس بار الکتریکی خالص هسته مثبت است.</p>	<p>۱۷. برای ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ مطلوب است:</p> <p>الف) تعداد نوکلئون ها (ب) تعداد نوترون ها</p> <p>پ) بار الکتریکی خالص هسته</p>	۲۲
<p>(الف) ${}_{78}^{195}\text{X} = {}_{78}^{195}\text{Pt} \rightarrow N = 195 - 78 = 117$</p> <p>(ب) ${}_{16}^{32}\text{X} = {}_{16}^{32}\text{S} \rightarrow N = 32 - 16 = 16$</p> <p>(پ) ${}_{29}^{61}\text{X} = {}_{29}^{61}\text{Cu} \rightarrow N = 61 - 29 = 32$</p>	<p>۱۷. در هر یک از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می دهد و در هسته هر یک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید.</p> <p>الف) ${}_{78}^{195}\text{X}$ (ب) ${}_{16}^{32}\text{X}$ (پ) ${}_{29}^{61}\text{X}$</p>	۲۳
<p>ایزوتوپ ${}_{25}^{61}\text{X}$ و ${}_{25}^{59}\text{X}$ دارای عدد اتمی یکسان اند پس خواص شیمیایی یکسانی دارد. پس با روش شیمیایی نمی توان این دو ایزوتوپ را جدا کرد. این دو ایزوتوپ دارای خواص فیزیکی متفاوت مانند عدد جرمی و عدد نوترونی متفاوت می باشند.</p> <p>ولی ایزوتوپ ${}_{25}^{61}\text{X}$ و ${}_{26}^{61}\text{Y}$ را می توان به روش شیمیایی جدا کرد. زیرا عدد اتمی و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.</p>	<p>۱۸. آیا می توان ایزوتوپ ${}_{25}^{61}\text{X}$ را با روش شیمیایی از ایزوتوپ ${}_{25}^{59}\text{X}$ جدا کرد؟ از ایزوتوپ ${}_{26}^{61}\text{Y}$ چطور؟ پاسخ خود را توضیح دهید.</p>	۲۴

<p>با توجه به قانون دست راست می توان تعیین کرد. پرتوی بالایی: از قانون دست راست پیروی می کند. پس بتا مثبت (β^+) است. پرتوی وسط: در میدان مغناطیسی منحرف نشده است و بار الکتریکی ندارد. پرتوی پایینی: از قانون دست راست پیروی نکرده و برعکس است. پس بتا منفی (β^-) است.</p>	<p style="text-align: right;">۶-۴ پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر</p> <p style="text-align: right;">برش ۳-۴</p>  <p>شکل روبه رو طرح آزمایش ساده ای را نشان می دهد که به کمک آن می توان سه نوع پرتوزایی طبیعی را مشاهده کرد و به تفاوت بار و جرم پرتوها از یکدیگر بی برد. قطعه ای از ماده پرتوزا را در ته حفره باریکی در یک استوانه سربی قرار می دهند. استوانه را درون اتاقکی می گذارند و هوای درون آن را تخلیه می کنند. سپس یک صفحه عکاسی مقابل حفره قرار می دهند و میدان مغناطیسی یکنواختی درون اتاقک برقرار می کنند. خطوط فرمزرنگ، مسیر حرکت پرتوها را نشان می دهد. نوع بار پرتوها را با هم مقایسه کنید.</p>	۲۵
${}_{71}^{176}\text{Lu} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e}^- + {}_{72}^{A'}\text{Yf}$ $\left. \begin{aligned} 176 &= A' + 0 \rightarrow A' = 176 \\ 71 &= Z' - 1 \rightarrow Z' = 72 \end{aligned} \right\} \rightarrow {}_{72}^{176}\text{Hf}$	<p style="text-align: right;">تمرین ۵-۴</p> <p>لوتیم (${}_{71}^{176}\text{Lu}$) عنصر پرتوزایی است که با گسیل بتای منفی، واپاشی می کند. معادله این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می شود تعیین کنید.</p>	۲۶
${}_{8}^{15}\text{O} \rightarrow {}_{+1}^0\text{e}^+ + {}_{7}^{A'}\text{N}$ $\left. \begin{aligned} 15 &= A' + 0 \rightarrow A' = 15 \\ 8 &= Z' + 1 \rightarrow Z' = 7 \end{aligned} \right\} \rightarrow {}_{7}^{15}\text{N}$	<p style="text-align: right;">تمرین ۶-۴</p> <p>ایزوتوپ (${}_{8}^{15}\text{O}$) با گسیل پوزیترون، واپاشی می کند. معادله این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می شود تعیین کنید.</p>	۲۷
$N = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow \frac{1}{8} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow 2^n = 8 = 2^3 \rightarrow n = 3$ $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow 3 = \frac{9(\text{day})}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 3(\text{day})$	<p style="text-align: right;">تمرین ۷-۴</p> <p>پس از گذشت ۹ روز، تعداد هسته های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{1}{8}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر (برحسب روز) ماده چقدر است؟</p>	۲۸

۶-۴ پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر		
${}_{82}^{211}\text{Pb} \rightarrow {}_{81}^{211}\text{Bi} + {}_{-1}^0\text{X}$ <p>تولید اشعه β^- ، الکترون زا</p> ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{5}^{11}\text{B} + {}_{+1}^0\text{X} \Rightarrow {}_{+1}^0\text{X} \leftrightarrow \nu(e)$ <p>تولید اشعه β^+ ، β^+ تا پوزیترون</p> ${}_{90}^{231}\text{Th}^* \rightarrow {}_{90}^{231}\text{Th} + {}_{+1}^0\text{X}$ <p>تولید اشعه γ ،</p> ${}_{9}^{18}\text{F} \rightarrow {}_{8}^{18}\text{O} + {}_{-1}^0\text{X}$ <p>تولید اشعه β^+ ، β^+ پوزیترون</p>	${}_{82}^{211}\text{Pb} \rightarrow {}_{81}^{211}\text{Bi} + \dots$ <p>۱۹. جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان دهنده یک یا چند ذره α ، β^+ یا β^- است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید.</p> ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{5}^{11}\text{B} + \dots$ ${}_{90}^{231}\text{Th}^* \rightarrow {}_{90}^{231}\text{Th} + \dots$ ${}_{9}^{18}\text{F} \rightarrow {}_{8}^{18}\text{O} + \dots$	۲۹
<p>اورانیوم (الف)</p> ${}_{94}^{242}\text{Pu} \rightarrow ({}_{2}^4\text{He}, \alpha) + {}_{92}^{\text{A}}\text{X} \rightarrow {}_{92}^{238}\text{U}$ $\text{A} = 242 - 4 = 238 \quad \& \quad \text{Z} = 94 - 2 = 92$ <p>منیزیم (ب)</p> ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{12}^{\text{A}}\text{X} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg}$ $\text{A} = 24 - 0 = 24 \quad \& \quad \text{Z} = 11 + 1 = 12$ <p>اکسیژن (پ)</p> ${}_{7}^{13}\text{N} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{8}^{\text{A}}\text{X} \rightarrow {}_{8}^{13}\text{O}$ $\text{A} = 13 - 0 = 13 \quad \& \quad \text{Z} = 7 + 1 = 8$ <p>نیتروژن (ت)</p> ${}_{8}^{15}\text{O} \rightarrow {}_{+1}^0\text{e} + {}_{7}^{\text{A}}\text{X} \rightarrow {}_{7}^{15}\text{N}$ $\text{A} = 15 - 0 = 15 \quad \& \quad \text{Z} = 8 - 1 = 7$	<p>۲۰. هسته دختر به دست آمده از هر یک از واپاشی های زیر را به صورت ${}_{Z}^{\text{A}}\text{X}$ مشخص کنید.</p> <p>الف) ${}_{94}^{242}\text{Pu}$ واپاشی α انجام دهد.</p> <p>ب) سدیم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ واپاشی β^- انجام دهد.</p> <p>پ) نیتروژن ${}_{7}^{13}\text{N}$ واپاشی β^- انجام دهد.</p> <p>ت) ${}_{8}^{15}\text{O}$ واپاشی β^+ انجام دهد.</p>	۳۰
<p>پلونیوم</p> ${}_{Z}^{\text{A}}\text{Y} \rightarrow {}_{82}^{207}\text{Pb} + {}_{2}^4\text{He}$ $\begin{cases} \text{A} = 4 + 207 \rightarrow \text{A} = 211 \\ \text{Z} = 2 + 82 \rightarrow \text{Z} = 84 \end{cases} \rightarrow {}_{Z}^{\text{A}}\text{Y} = {}_{84}^{211}\text{Y} = {}_{84}^{211}\text{Po}$ <p>تالیوم</p> ${}_{Z}^{\text{A}}\text{Y} \rightarrow {}_{82}^{207}\text{Pb} + {}_{-1}^0\text{e}$ $\begin{cases} \text{A} = 207 + 0 \rightarrow \text{A} = 207 \\ \text{Z} = 82 - 1 \rightarrow \text{Z} = 81 \end{cases} \rightarrow {}_{Z}^{\text{A}}\text{Y} = {}_{81}^{207}\text{Y} = {}_{81}^{207}\text{Tl}$	<p>۳۱. سرب ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ هسته دختر پایداری است که می تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی ها را بنویسید. در هر مورد هسته مادر را به صورت ${}_{Z}^{\text{A}}\text{X}$ مشخص کنید.</p>	۳۱

${}^{237}_{93}\text{Np} \rightarrow 3\alpha + \beta + {}^A_Z\text{X} \Rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} \rightarrow 3{}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X} + e^-$ $\begin{cases} 237 = 12 + 0 + A \rightarrow A = 225 \\ 93 = 6 - 1 + Z \rightarrow Z = 88 \end{cases}$	<p>۳۲. نپتونیم ${}^{237}_{93}\text{Np}$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β، α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته نهایی چقدر است؟</p>
<p>تعداد هسته‌های مادر پرتوزا</p>  <p>زمان نیمه‌عمر، زمانی است که تعداد هسته‌های اولیه (N_0) نصف می‌شود. با توجه به نمودار و تعیین نیمه عمر سه نمودار می‌توان نتیجه گرفت.</p> $T_{\frac{1}{2}}(2) < T_{\frac{1}{2}}(3) < T_{\frac{1}{2}}(1)$	<p>۳۳. شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را بر حسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.</p> 

$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} = \% 1/56 = \frac{1}{64} = \frac{1}{2^6} \Rightarrow n = 6$ $n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow 6 = \frac{t}{5730 \text{ (Year)}} \rightarrow t = 34380 \text{ (Year)}$	<p>۱۴. هنگامی که نیتروژن جو زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از جنس پروتون، ذره های α و الکترون هستند) بمباران می شود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه های فوقانی جو تولید می شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به طور طبیعی در جو وجود دارد درهم می آمیزد. بررسی ها نشان داده است که به ازای هر ۱۰۰۰۰ میلیارد اتم پایدار کربن ۱۲، تقریباً یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جو می شود.</p> <p>اتم های کربن جوئی از طریق فعالیت های بیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس، به نحو کاتوره ای مکان خود را عوض می کنند و به بدن جانداران منتقل می شوند. به طوری که اتم های کربن هر موجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ است.</p> <p>وقتی موجود زنده ای می میرد، مقدار کربن پرتوزای به تله افتاده در موجود غیرزنده، با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می گذارد.</p> <p>کربن ۱۴ موجود در یک نمونه زغال قدیمی، ۱/۵۶ درصد (معادل $\frac{1}{64}$) مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی است که تازه تولید شده است. سن تقریبی این زغال قدیمی چقدر است؟</p>	۳۴
$n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow n = \frac{4h}{1h} \rightarrow n = 4$ $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^4} = \frac{N_0}{16}$	<p>۱۵. نیمه عمر بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت چهار ساعت، چه کسری از ماده اولیه، در نمونه ای از این بیسموت، باقی می ماند؟</p>	۳۵