



بخش آموزش رسانه تفریحی سنتر

کلیک کنید  www.tafrihicenter.ir/edu

 نمونه سوال  گام به گام

 امتحان نهایی  جزوه

 دانلود آزمون های آزمایشی

متوسطه اول : هفتم ... هشتم ... نهم

متوسطه دوم : دهم ... یازدهم ... دوازدهم

www.tafrihicenter.ir



راهنمای حل فصل ۵ فیزیک دوازدهم

رشته ریاضی و فیزیک

منطبق بر کتاب درسی



گروه فیزیک استان کیلان @Schoolphysics

آشنایی با فیزیک اتمی			
صفحه pdf	صفحه کتاب درسی	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل	
۱	۱۱۶	۵-۱ - اثر فوتوالکتریک	
۱	۱۱۸	پرسش ۵-۱	۱
۱	۱۲۰	تمرین ۵-۱	۲
۲-۱	۱۲۰	تمرین ۵-۲	۳
۲	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱	۴
۲	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲	۵
۳	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۳	۶
۳	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۴	۷
۴-۳	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۵	۸
۴	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۶	۹
۴	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۷	۱۰
۵	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۸	۱۱
۵	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۹	۱۲
۶	۱۲۱	۵-۲ طیف اتمی	
۶	۱۲۴	تمرین ۵-۳	۱۳
۶	۱۲۵	۵-۳ مدل اتم رادفورد-بور	
۷-۶	۱۲۸	تمرین ۵-۴	۱۴
۷	۱۳۱	پرسش ۵-۲	۱۵
۸-۷	۱۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۰	۱۶
۸	۱۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۱	۱۷
۹	۱۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۲	۱۸
۱۰-۹	۱۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۳	۱۹
۱۱-۱۰	۱۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۴	۲۰

۱۱	۱۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۵	۲۱
۱۲	۱۳۲	۴-۵ - لیزر	
۱۲	۱۳۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۶	۲۲
۱۳- ۱۲	۱۳۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۷	۲۳

در فلز اول اثر فوتوالکتریک رخ داده است، لذا بسامد نور فرودی بر سطح فلز اول از بسامد آستانه فوتوالکتریک‌ها بزرگتر است ($f_1 > f_{o1}$) $W_{o1} = hf_{o1}$ $f_{o1} \leq f_1 \rightarrow hf_{o1} \leq hf_1 \rightarrow W_{o1} \leq hf_1$ انرژی فوتون‌های فرودی بر سطح فلز اول از تابع کار بزرگتر است. در فلز دوم اثر فوتوالکتریک رخ نداده است. پس بسامد نور فرودی بر سطح فلز دوم از بسامد آستانه فوتوالکتریک‌ها کوچکتر یا برابر با آن است ($f_2 < f_{o2}$) $W_{o2} = hf_{o2}$ $f_{o2} > f_2 \rightarrow hf_{o2} > hf_2 \rightarrow W_{o2} > hf_2$ انرژی فوتون‌های فرودی بر سطح فلز دوم از تابع کار فلز کوچکتر است.	۵-۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون پرسش ۱-۵ تابشی با بسامد معین باعث می‌شود تا فوتوالکتریک‌هایی سطح فلز ۱ را ترک کنند، ولی از سطح فلز ۲ خارج نشوند. انرژی فوتون‌های فرودی را با تابع کار فلزها مقایسه کنید.	(الف) $w_o = hf_o = \frac{hc}{\lambda_o} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{254 \text{ nm}} = 4.88 \text{ eV}$ (ب) اگر $\lambda > 254 \text{ nm}$ باشد، بسامد کمتر از بسامد آستانه شده و اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. زیرا انرژی فوتون مورد نظر کمتر از تابع کار خواهد شد. اما اگر $\lambda \leq 254 \text{ nm}$ باشد، انرژی فوتون از تابع کار بیشتر یا مساوی باشد، اثر فوتوالکتریک دیده می‌شود. $\lambda = 254 \text{ nm}$ بیشترین طول موجی است که در حالت اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد.	تمرین ۱-۵ طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر 254 nm است. (الف) تابع کار این فلز برحسب الکترون ولت چقدر است؟ (ب) توضیح دهید که آیا اثر فوتوالکتریک به ازای طول موج‌های کوچک‌تر، مساوی یا بزرگ‌تر از 254 nm مشاهده خواهد شد.	(الف) بلندترین طول موج برابر با طول موج آستانه است. با توجه به اینکه تابع کار فلز روی برابر 4.31 eV می‌باشد، خواهیم داشت $\lambda_{\text{Max}} = \lambda_o = \frac{hc}{w_o} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{4.31 \text{ eV}} = 287.7 \text{ nm}$	تمرین ۲-۵ در پدیده فوتوالکتریک برای فلز روی، (الف) بلندترین طول موجی را پیدا کنید که سبب گسیل فوتوالکتریک‌ها می‌شود. (ب) وقتی نوری با طول موج 220 nm با سطح این فلز برهم‌کنش کند، بیشینه تندی فوتوالکتریک‌ها چقدر است؟
---	---	---	---	--	--

(ب) $K_{\max} = hf - w_o = \frac{hc}{\lambda} - w_o = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{220 \text{ nm}} - 4/31 \text{ eV} = 1/33 \text{ eV}$ $K_{\max} = 1/33 \text{ eV} = 1/33 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} = 2/13 \times 10^{-19} \text{ J}$ $K_{\max} = \frac{1}{2} m V_{\max}^2 \rightarrow 2/13 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{1}{2} \times 9/11 \times 10^{-31} \text{ kg} \times V_{\max}^2$ $V_{\max}^2 \approx 4/6 \times 10^{-14} \left(\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \rightarrow V_{\max} = 6/8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	
(الف) $\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{589 \times 10^{-9} \text{ m}} = 5/09 \times 10^{14} \text{ Hz}$ $E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1242 \text{ nm} \cdot \text{eV}}{589 \text{ nm}} = 2/109 \text{ eV}$ $1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} \rightarrow E = 2/109 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3/374 \times 10^{-19} \text{ J}$ (ب) $\left. \begin{array}{l} E = pt \\ E = nhf \end{array} \right\} \rightarrow pt = nhf \rightarrow$ $n = \frac{pt \cdot \lambda}{hc} = \frac{5 \text{ W} \times 60 \text{ s} \times 589 \times 10^{-9} \text{ m}}{6/63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 8/89 \times 10^{20}$	۵-۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون ۱. یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول موج ۵۸۹nm گسیل می‌کند. الف) بسامد و انرژی فوتون‌های گسیلی را حساب کنید. انرژی را بر حسب ژول و همچنین الکترون ولت بیان کنید. ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ ۵۰W است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟
(الف) $\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times 100 = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ W}}{50 \text{ W}} \times 100 = 0/01 \%$ (ب) $n = \frac{pt \cdot \lambda}{hc} = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ W} \times 1 \text{ s} \times 633 \times 10^{-9} \text{ m}}{6/63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1/59 \times 10^{16}$	۲. توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیوم نئون ۵۰mW است. اگر توان ورودی این لیزر ۵۰۰W باشد، الف) بازده لیزر را حساب کنید. ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی ۶۳۳nm باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.

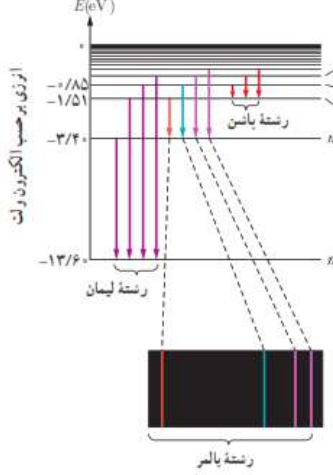
قطر مردمک $A = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$ سطح دو مردمک $I = \frac{P}{\pi R^2} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow E = \frac{P}{\pi R^2} (\pi R^2) t = \frac{P}{\pi R^2} (D^2) t \\ E = IAt \end{array} \right.$ $E = \frac{0.01 \times 5W \times (2 \times 10^{-2} m)^2 \times 1s}{\pi \times (10^{-2} m)^2} = 2 / 5 \times 10^{-14} J$ انرژی که به ۲ مردمک می رسد. $E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} \rightarrow n = \frac{\lambda}{hc} E$ $n = \frac{550 \times 10^{-9} m}{6.63 \times 10^{-34} (J.s) \times 3 \times 10^8 (m/s)} \times 2 / 5 \times 10^{-14} J \rightarrow n = 6 / 9 \times 10^4$	۶. یک لامپ رشته‌ای با توان $W = 100$ از فاصله یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به‌طور 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 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.)
$nhf = pt \rightarrow n = \frac{pt\lambda}{hc} = \frac{300 W / m^2 \times 1s \times 570 \times 10^{-9} m}{6.63 \times 10^{-34} J.s \times 3 \times 10^8 m/s} = 8 / 6 \times 10^{20}$	۷. شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود $1360 W/m^2$ است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر $1m^2$ 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 به ازای 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.
الف) وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. به این پدیده فیزیکی، اثر فوتوالکتریک می‌گویند. ب) بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند.	۸. 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؟ پ) معادله مربوط به اثر فوتوالکتریک به صورت $K_{max} = hf - W$ بیان می‌شود. سه بخش این معادله را به طور جداگانه توضیح دهید.

	اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرآیند 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. 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 فوتوالکتریک‌ها می‌شود، در حالی که انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها بدون تغییر می‌ماند. $K_{\max} = hf - W_0 \quad (\text{پ})$ $K_{\max}$ بیشترین انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌های گسیل شده از صفحه‌های فلزی است. hf انرژی فوتون فرودی است که به فلز می‌تابد. W_0 تابع کار فلز، کمترین مقدار انرژی لازم برای کندن الکترون از سطح فلز، که بستگی به جنس فلز دارد.
۹ 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	الف) اگر بسامد نور فرودی بیشتر از آستانه بسامد باشد پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. $(hf \geq W_0 \rightarrow f \geq f_0)$ اگر بسامد نور فرودی کمتر از آستانه بسامد باشد پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. $(hf < W_0 \rightarrow f < f_0)$ 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 می‌دهد که با کاهش شدت نور فرودی تعداد الکترون‌های کمتری از سطح جدا می‌شوند و جریان کمتری به وجود می‌آید.

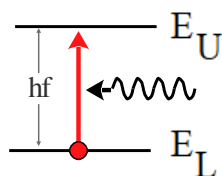
الف) رنگ سبز $\lambda_o = \frac{hc}{w_o} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{2/28 \text{ eV}} = 543 / 8 \text{ nm}$ ب) خیر. شرط رخ دادن اثر فوتوالکتریک $\lambda \leq \lambda_o, \quad f \geq f_o, \quad hf \geq W_o$ اگر طول موج فوتون گسیلی از طول موج آستانه بزرگ‌تر باشند. انرژی لازم برای جدا کردن الکترون را ندارد. پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد $\lambda = 680 \text{ nm} \not\leq \lambda_o = 543 / 8 \text{ nm} \rightarrow$	۷. حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز سدیم برابر ۲/۲۸ eV است. الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکتریک از سطح فلز سدیم چقدر است و با مراجعه به شکل ۵-۶ معلوم کنید این طول موج مربوط به چه رنگی است؟ ب) آیا فوتون‌هایی با طول موج ۶۸۰ nm قادر به جدا کردن الکترون از سطح این فلز هستند؟	۱۰
$K_{\max} = hf - w_o = \frac{hc}{\lambda} - w_o = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{200 \text{ nm}} - 4/9 \text{ eV} = 1/3 \text{ eV}$ $K_{\max} = 1/3 \text{ eV} = 1/3 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} = 2/0.8 \times 10^{-19} \text{ J}$ $K_{\max} = \frac{1}{2} m V_{\max}^2 \rightarrow 2/0.8 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{1}{2} \times 9/11 \times 10^{-31} \text{ kg} \times V_{\max}^2$ $V_{\max}^2 = 0/456 \times 10^{12} \left(\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \rightarrow V_{\max} = 6/7 \times 10^5 \text{ m/s}$	۸. تابش فرابنفشی با طول موج ۲۰۰ nm بر سطح تیغه‌ای از جنس نیکل با تابع کار ۴/۹۰ eV تابیده می‌شود. بیشینه تندی فوتوالکتریک‌های جدا شده از سطح نیکل را حساب کنید.	۱۱
$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - w_o \rightarrow 0/5 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{420 \text{ nm}} - w_o \rightarrow w_o = 2/45 \text{ eV}$ $f_o = \frac{w_o}{h} = \frac{2/45 \text{ eV}}{4/14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}} = 5/91 \times 10^{-14} \text{ Hz}$	۹. هرگاه بر سطح فلزی نوری با طول موج ۴۲۰ nm بتابد بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌های گسیل شده حدود ۰/۵ eV است. بسامد آستانه برای گسیل فوتوالکتریک‌ها از سطح این فلز چقدر است؟	۱۲

اولین خط طیف اتم هیدروژن $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $\xrightarrow{n'=3, n=4} \frac{1}{\lambda_1} = 0.11 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right)$ $= 0.11 \text{ nm}^{-1} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{77}{1440} \text{ nm}^{-1} \rightarrow \lambda_1 = 1870 \text{ nm}$ دومین خط طیف اتم هیدروژن $\xrightarrow{n'=3, n=5} \frac{1}{\lambda_2} = 0.11 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right)$ $= 0.11 \text{ nm}^{-1} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) = \frac{16}{2250} \text{ nm}^{-1} \rightarrow \lambda_2 = 1278 \text{ nm}$ محدوده فروسرخ	۲-۵ طیف خطی تمرین ۳-۵ طول موج های اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n'=3$) را به دست آورید و تعیین کنید که این خط ها در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی واقع اند. ۱۳
۳-۴ مدل اتم رادرفورد - بور تمرین ۴-۵ شکل مقابل تعدادی از تراز های انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد. الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این تراز ها به دست می آید. ب) اگر الکترون از تراز انرژی $-1/51 \text{ eV}$ به تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا کنید. پ) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول موج 66 nm منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج ها در گستره مرئی است. ۱۴	۳-۴ مدل اتم رادرفورد - بور تمرین ۴-۵ شکل مقابل تعدادی از تراز های انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد. الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این تراز ها به دست می آید. ب) اگر الکترون از تراز انرژی $-1/51 \text{ eV}$ به تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا کنید. پ) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول موج 66 nm منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج ها در گستره مرئی است. ۱۴

(ب) $\lambda = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{-1/51 \text{ eV} + 13/6 \text{ eV}} = 102/5 \text{ nm}$ (پ) $E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E_U + 3/4 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{660 \text{ nm}} = 1/87 \text{ eV}$ $E_U = 1/87 \text{ eV} - 3/4 \text{ eV} \approx 1/51 \text{ eV} \rightarrow n = 3$	
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. $\begin{cases} E_L = \frac{-13/6 \text{ eV}}{n_L^2} \\ E_U = \frac{-13/6 \text{ eV}}{n_U^2} \end{cases} \rightarrow E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow 13/6 \text{ eV} \left(\frac{-1}{n_U^2} + \frac{1}{n_L^2} \right) = \frac{hc}{\lambda}$ $\left(\frac{n_U^2 - n_L^2}{n_U^2 \cdot n_L^2} \right) \lambda = \frac{hc}{13/6 \text{ eV}} \rightarrow \lambda_{\text{Absorbing}} = \left(\frac{hc}{13/6 \text{ eV}} \right) \left(\frac{n_U^2 \cdot n_L^2}{n_U^2 - n_L^2} \right) = \lambda_{\text{Discharge}}$	پرسش ۵-۲ آیا معادله ۹-۵ برای فرایند جذب فوتون نیز برقرار است؟ (۹-۵) (معادله گسیل فوتون از اتم) $E_U - E_L = hf$ ۱۵
الف) برای یک جسم جامد، نظیر رشته ای داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته ای از طول موج هاست. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است. حال آنکه گازهای کم فشار و رقیق، که اتم های منفرد آنها از برهم کنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می کنند که شامل طول موج های معینی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می نامند و طول موج های ایجاد شده در آن، برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند. ب) برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم های هر گاز نظیر هیدروژن، هلیوم، جیوه، سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده می شود. دو الکتروند به نام های آند و کاتد در دو طرف این لامپ قرار دارد که به ترتیب به پایانه های مثبت و منفی	۵-۲ و ۵-۳ طیف خطی و مدل اتم رادرفورد - بور ۱۰. الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید. ب) توضیح دهید چگونه می توان طیف های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد. ۱۶

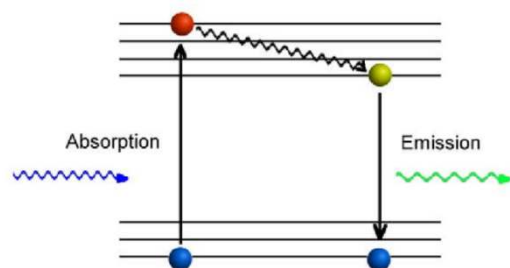
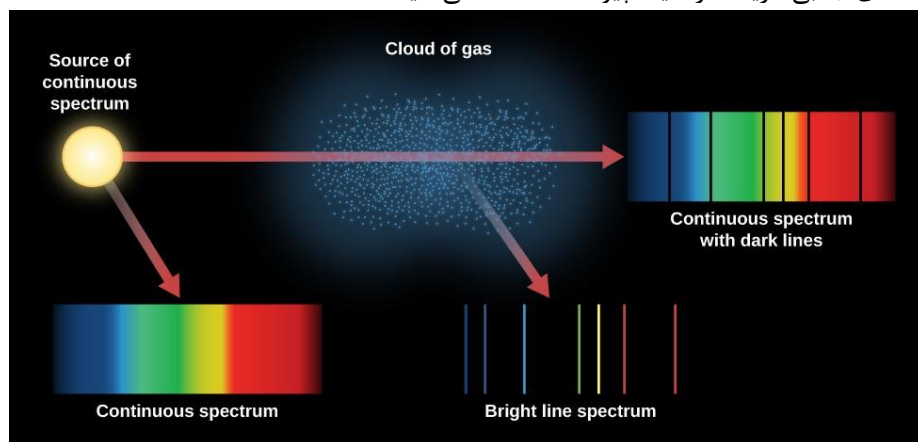
یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا وصل اند. این ولتاژ بالا، سبب تخلیه ی الکتریکی در گاز می شود و اتم های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می کنند. آزمایش نشان می دهد که طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.	
الف) n عدد کوانتومی است که نشان دهنده شماره مدار مجاز الکترون 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. ب) 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. پ) $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$	۱۱. شکل صفحه بعد 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. ب) 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. 
$\xrightarrow{n_L=1, n_U=\infty} \frac{1}{\lambda_{\min}} = 0.011 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{\infty^2} \right) \rightarrow \lambda_{\min} = 90.9 \text{ nm}$ $\xrightarrow{n_L=1, n_U=2} \frac{1}{\lambda_{\min}} = 0.011 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{2^2} \right) \rightarrow \lambda_{\max} = 121.2 \text{ nm}$ گستره طول موج $90.9 \text{ nm} \leq \lambda_{\max} \rightarrow \lambda_{\min} \leq 121.2 \text{ nm}$	$\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{0 + 13.6 \text{ eV}} = 90.91 \text{ nm}$ $\lambda_{\max} = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm.eV}}{-3.4 \text{ eV} + 13.6 \text{ eV}} = 121.2 \text{ nm}$

(الف)



الکترون هایی 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.



پ) برای برانگیخته شدن اتم های بسیاری از مواد که به آن، نور فرابنفش می تابانیم، 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.

۱۱۱ 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 فلئوئورسانسی است. آزمایش نشان می دهد در پدیده فلئوئورسانسی 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) رادفور به دنبال ورقه ی نازک و فلز 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، آسان تر می باشد. در نتیجه رادفور، ورقه ی طلا را برای آزمایش خود برگزید. ۲- رادفور 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.	۱۹. مبنای مدل رادفور، 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 یا 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؟ (پ) چرا رادفور در آزمایش خود از صفحه بسیار نازک طلا استفاده کرده بود؟ (ت) شکل ب، به کدام مشکل مدل رادفور اشاره دارد؟ در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟

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 کوچک تر 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 گسلی پیوسته خواهیم داشت. و این در شرایطی است که طیف خطی گسیل شده توسط اتم ها نیز جور در نمی آمد. 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.	
(الف) $\left. \begin{aligned} E_U &= -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_U^2} \\ E_L &= -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_L^2} \end{aligned} \right\} \rightarrow \Delta E_{(n_U \rightarrow n_L)} = E_U - E_L = -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_U^2} - \left(-\frac{13/6 \text{ eV}}{n_L^2}\right)$ $\Delta E_{(n_U \rightarrow n_L)} = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)$	۱۴. 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 : $\Delta E(4 \rightarrow 2) = \Delta E(4 \rightarrow 3) + \Delta E(3 \rightarrow 2)$ $\Delta E(4 \rightarrow 1) = \Delta E(4 \rightarrow 2) + \Delta E(2 \rightarrow 1)$

(ب)

$$\Delta E_{(f \rightarrow r)} = \Delta E_{(f \rightarrow r)} + \Delta E_{(r \rightarrow r)}$$

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

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

$$\Delta E_{(f \rightarrow r)} = E_f - E_r$$

$$\Delta E_{(f \rightarrow r)} + \Delta E_{(r \rightarrow r)} = E_f - E_r + E_r - E_r = E_f - E_r$$

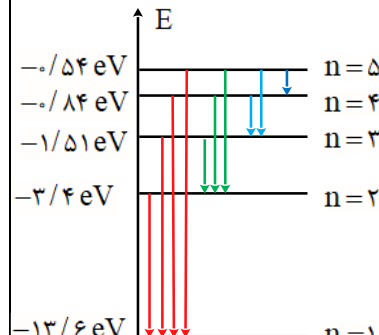
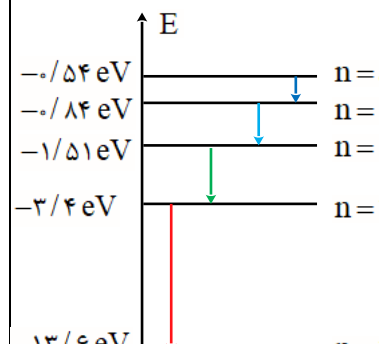
$$\Delta E_{(f \rightarrow i)} = \Delta E_{(f \rightarrow r)} + \Delta E_{(r \rightarrow i)}$$

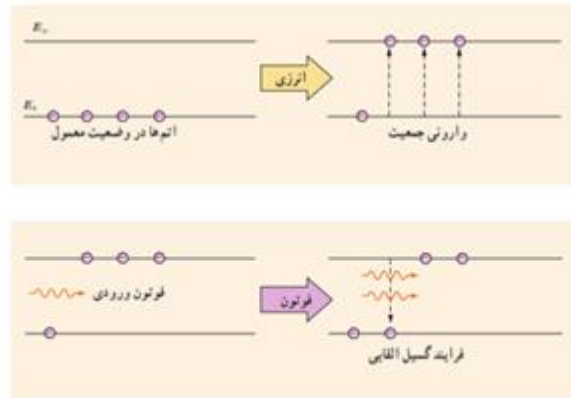
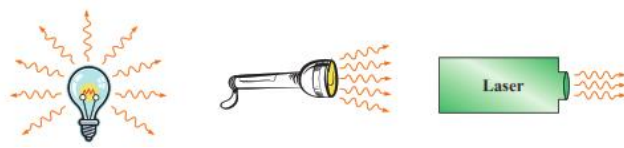
$$\Delta E_{(f \rightarrow i)} = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{i^2} - \frac{1}{f^2} \right) = 13/6 \text{ eV} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$$

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

$$\Delta E_{(f \rightarrow i)} = E_f - E_i$$

$$\Delta E_{(f \rightarrow r)} + \Delta E_{(r \rightarrow i)} = E_f - E_r + E_r - E_i = E_f - E_i$$

الف) ۱۰ فوتون  $n=5$ -0.54 eV $n=4$ -0.84 eV $n=3$ -1.51 eV $n=2$ -3.4 eV $n=1$ -13.6 eV $\text{تعداد فوتون ها} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{5 \times 4}{2} = 10$ ب) ۴ فوتون  $n=5$ -0.54 eV $n=4$ -0.84 eV $n=3$ -1.51 eV $n=2$ -3.4 eV $n=1$ -13.6 eV $\text{تعداد فوتون ها با انرژی های متفاوت} = n - 1 = 5 - 1 = 4$	۱۵. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=5$ 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 $\Delta n = 1$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟ ۲۱
---	--

الف) وقتی اتمها (الکترونها) در حالت پایه باشد برانگیخته نشده‌اند به این حالت می‌گوییم اتم در وضعیت معمول است. ب) با تابش فوتون‌هایی که انرژی آنها برابر اختلاف انرژی دو تراز E_L و E_U ($E_U - E_L = hf$) است. الکترون از تراز E_L به تراز E_U برانگیخته می‌شوند و این عمل آنقدر تکرار می‌شود تا حالت پایه با این فرایند تخلیه و جمعیت تراز بالاتر خیلی زیاد شود و وارونی جمعیت پیش می‌آید پ) وارونی جمعیت در یک محیط لیزر مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. ت) اگر فوتونی با انرژی ورودی ($E_U - E_L = hf$) به اتم برانگیخته وارد شود، گسیل القایی رخ می‌دهد. ث) گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد. اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. دوم اینکه فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون‌هایی که باریکه‌ی لیزری را ایجاد می‌کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.	۴-۵ لیزر ۱۷. شکل زیر فرایند ایجاد باریکه لیزر را به‌طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. الف) منظور از عبارت «اتم‌ها در وضعیت معمول» چیست؟ ت) نقش انرژی داده‌شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می‌شود؟ ب) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟ ث) فوتون‌هایی که بر اثر فرایند گسیل القایی و جهش الکترون‌ها به تراز پایین‌تر ایجاد می‌شوند چه ویژگی‌های مشترکی دارند؟ 	۱۷. 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 گسیل شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید. ب) چرا توصیه جدی می‌شود که هیچ‌گاه به‌طور مستقیم به باریکه نور ایجادشده توسط لیزر نگاه نکنید؟ الف) با توجه به آنچه در این فصل فراگرفتید تفاوت فوتون‌های گسیل شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید. 
--	--	---

در لیزر فوتون‌ها در فرآیند گسیل القایی ایجاد شده و باریکه‌ای از لیزر را داریم که این باریکه از فوتون-هایی که همگی هم جهت، هم فاز و هم انرژی‌اند ایجاد می‌شود. ب) نور لیزر دارای تعداد زیادی فوتون‌های هم‌فاز، هم‌بسامد و هم‌جهت می‌باشند لذا دارای انرژی بسیار زیاد و قدرت نفوذپذیری بالایی دارند. اگر وارد چشم شوند می‌توانند باعث صدمه زدن به چشم شوند.	
---	--