

# استادبانک



نمونه سوالات همراه با جواب و

گام به گام کتاب‌های درسی

به طور کامل رایگان در

اپلیکیشن استادبانک

به جمع ده‌ها هزار کاربر اپلیکیشن رایگان استادبانک پیوندید.

[لینک دریافت اپلیکیشن نمونه سوالات استادبانک \(کلیک کنید\)](#)

\* برای مشاهده نمونه سوالات دانلود شده به صفحه بعد مراجعه کنید.

۱- هرگاه بر سطح فلزی نوری با طول موج  $420 \text{ nm}$  بتابد بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده حدود  $0.5 \text{ eV}$  است. بسامد آستانه برای گسیل فوتوالکترون‌ها از سطح این فلز چه قدر است؟

« پاسخ »

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - w_0 \Rightarrow 0.5 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{420 \text{ nm}} - w_0 \Rightarrow w_0 = 2.45 \text{ eV}$$

$$f_0 = \frac{w_0}{h} = \frac{2.45 \text{ eV}}{4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}} = 5.91 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

۲- تابش فرابنفشی با طول موج  $200 \text{ nm}$  بر سطح تیغه‌ای از جنس نیکل با تابع کار  $4.90 \text{ eV}$  تابیده می‌شود. بیشینه تندی فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح نیکل را حساب کنید.

« پاسخ »

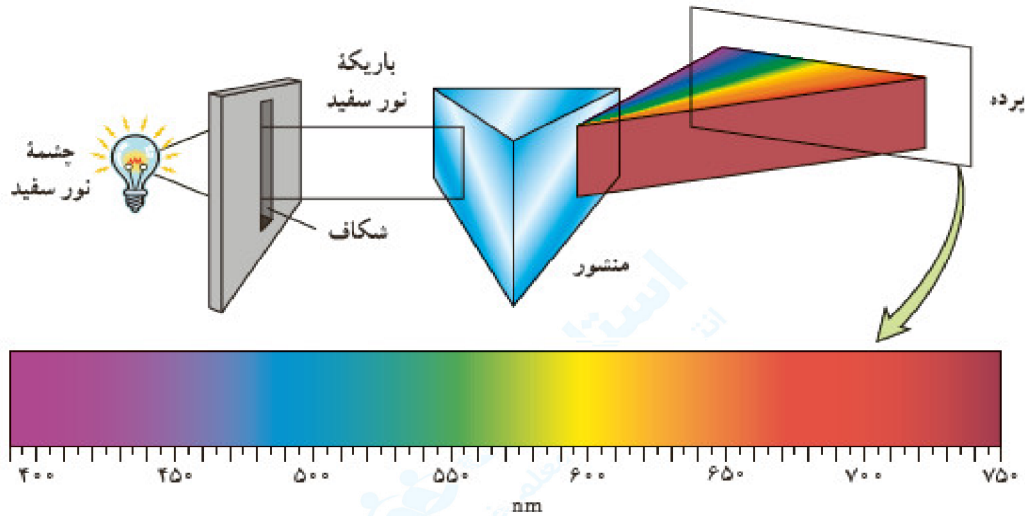
$$K_{\max} = hf - w_0 = \frac{hc}{\lambda} - w_0 = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{200 \text{ nm}} - 4.9 \text{ eV} = 1.3 \text{ eV}$$

$$K_{\max} = 1.3 \text{ eV} = 1.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.08 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2} m V_{\max}^2 \Rightarrow 2.08 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \times V_{\max}^2$$

$$V_{\max}^2 \simeq 0.456 \times 10^{12} \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \Rightarrow V_{\max} = 6.7 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳- حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز سدیم برابر  $2/28 \text{ eV}$  است. الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکترون از سطح فلز سدیم چه قدر است و با توجه به شکل زیر معلوم کنید این طول موج مربوط به چه رنگی است؟



ب) آیا فوتون‌هایی با طول موج  $680 \text{ nm}$  قادر به جدا کردن الکترون از سطح این فلز هستند؟

« پاسخ »

$$\lambda_0 = \frac{hc}{w_0} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{2/28 \text{ eV}} = 543/8 \text{ nm}$$

الف) رنگ سبز

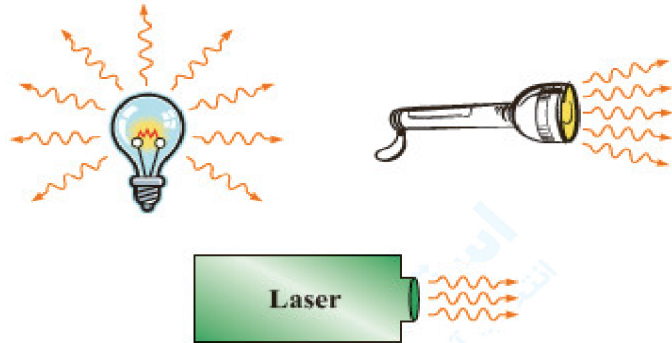
$$\lambda \leq \lambda_0, f \geq f_0, hf \geq W_0$$

ب) خیر. شرط رخ دادن اثر فوتوالکتریک

اگر طول موج فوتون گسیلی از طول موج آستانه بزرگ‌تر باشند. انرژی لازم برای جدا کردن الکترون را ندارد.

$$\lambda = 680 \text{ nm} \not\leq \lambda_0 = 543/8 \text{ nm} \rightarrow \text{پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد}$$

- ۴- در شکل زیر نحوه‌ی گسیل فوتون‌ها از سه چشمه‌ی نور شامل لامپ رشته‌ای، چراغ قوه با لامپ رشته‌ای و لیزر با یک‌دیگر مقایسه شده است.
- الف) تفاوت فوتون‌های گسیل شده از هر چشمه را با یک‌دیگر بیان کنید.
- ب) چرا توصیه‌ی جدی می‌شود که هیچ‌گاه به طور مستقیم به باریکه‌ی نور ایجاد شده توسط لیزر نگاه نکنید؟

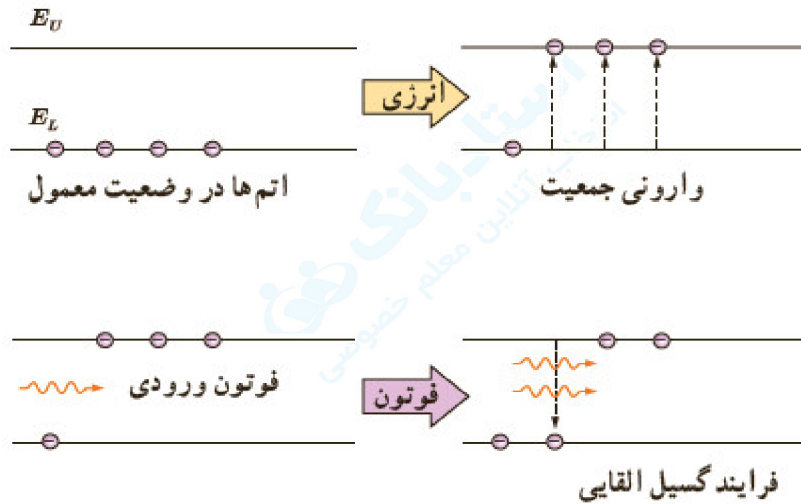


## « پاسخ »

- الف) فوتون‌های خروجی از یک لامپ رشته‌ای، در تمام جهت‌ها گسیل و پراکنده می‌شوند و برای ایجاد فوتون‌های لامپ رشته‌ای و چراغ قوه به فرایند گسیل القایی نیازی نیست بلکه گسیل خود به خود رخ می‌دهد و فوتون‌های گسیل شده، موازی، هم‌فاز و هم‌بسامند نیستند.
- با قرار دادن یک عدسی در جلوی لامپ چراغ قوه، از پراکنده شده فوتون‌ها، جلوگیری می‌کنند. فوتون‌های خروجی نسبت به لامپ در جهت‌های محدودتر گسیل می‌شوند. فوتون‌های گسیل شده، موازی، غیرهم‌فاز و با بسامدهای مختلف گسیل می‌کنند.
- در لیزر فوتون‌ها در فرآیند گسیل القایی ایجاد شده و باریکه‌ای از لیزر را داریم که این باریکه از فوتون‌هایی که همگی هم‌جهت، هم‌فاز و هم‌انرژی‌اند 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.

۵- شکل زیر فرایند ایجاد باریکه‌ی لیزر را به طور طرح وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد.

- الف) منظور از عبارت «اتم‌ها در وضعیت معمول» چیست؟  
 ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می‌شود؟  
 پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟  
 ت) انرژی فوتون ورودی چه قدر 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؟



## « پاسخ »

الف) وقتی اتم‌ها (الکترون‌ها) در حالت پایه باشند و 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.

انرژی توسط پمپ لیزر تأمین می‌شود که می‌تواند به صورت‌های مختلف باشد. گاهی توسط برق تأمین می‌شود و گاهی درخش‌های شدید نور و یا انرژی به روش ایجاد میدان الکتریکی قوی تحت ولتاژ تأمین می‌گردد.

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 برانگیخته‌ی 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 هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

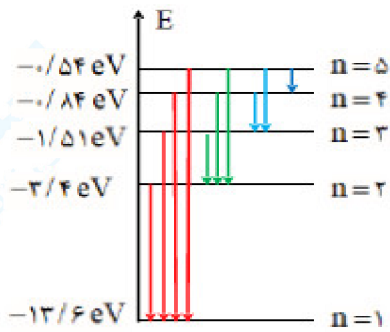
۶- الکترون اتم هیدروژنی در تراز  $n = 5$  قرار دارد.

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؟

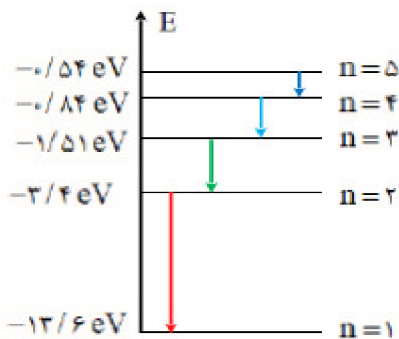
« پاسخ »

الف) ۱۰ فوتون



$$\text{تعداد فوتون ها} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{5 \times 4}{2} = 10$$

ب) ۴ فوتون



$$\text{تعداد فوتون ها با انرژی های متفاوت} = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

۷- با استفاده از رابطه‌ی بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن  
الف) اختلاف انرژی  $\Delta E(n_U - n_L) = E_U - E_L$  را حساب کنید.

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

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

ب) نشان دهید که:

« پاسخ »

$$\left. \begin{array}{l} E_U = -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_U^2} \\ E_L = -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_L^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta E(n_U \Rightarrow n_L) = E_U - E_L = -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_U^2} - \left( -\frac{13/6 \text{ eV}}{n_L^2} \right)$$

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

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

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

$$\Delta E(4 \rightarrow 3) + \Delta E(3 \rightarrow 2) = 13/6 \text{ eV} \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) + 13/6 \text{ eV} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$= 13/6 \text{ eV} \left[ \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) + \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \right] = 13/6 \text{ eV} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\Delta E(4 \rightarrow 2) = E_4 - E_2$$

$$\Delta E(4 \rightarrow 3) + \Delta E(3 \rightarrow 2) = E_4 - E_3 + E_3 - E_2 = E_4 - E_2$$

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

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

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

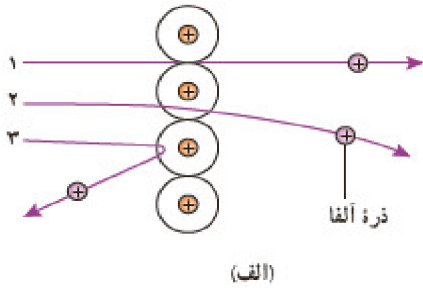
$$= 13/6 \text{ eV} \left[ \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) + \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) \right] = 13/6 \text{ eV} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\Delta E(4 \rightarrow 1) = E_4 - E_1$$

$$\Delta E(4 \rightarrow 2) + \Delta E(2 \rightarrow 1) = E_4 - E_2 + E_2 - E_1 = E_4 - E_1$$



۸- مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه‌ی نازک طلا به دست آمده بود.

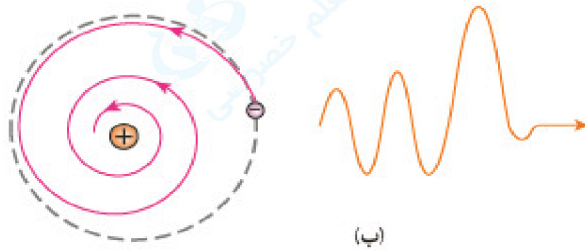


(الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند.

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

(پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحه‌ی 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؟



## « پاسخ »

(الف) ذرات آلفا دارای بار مثبت‌اند که تعداد زیادی از این ذرات از فضای خالی اتم عبور می‌کنند و یا در انحراف بسیار کمی در اثر نیروی دافعه از کنار هسته‌ی اتم می‌گذرند که نشان می‌دهد بیشتر حجم ماده (اتم‌ها) از فضای خالی تشکیل شده است.

(ب) تعداد بسیار کمی از ذرات آلفا به مرکز اتم برخورد می‌نمایند و به سمت عقب باز می‌گردند، که نشان می‌دهد 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) رادرفورد به دنبال ورقه‌ی نازک و فلزی سنگین بود.

۱- ورق طلا را می‌توان به راحتی، به ورقه‌ی بسیار نازکی تبدیل کرد. شکل دادن و نازک کردن طلا از همه فلزات، آسان‌تر می‌باشد. در نتیجه رادرفورد، ورقه‌ی طلا را برای آزمایش خود برگزید.

۲- رادرفورد به دنبال یک فلز سنگین بود که تعداد الکترون‌های زیادی داشته باشد. می‌خواست میزان پراکندگی ذرات آلفا را در اتم سنگین با تعداد الکترون‌های زیاد بررسی نماید.

دلیل انتخاب پرتو آلفا هم باردار بودن و سنگین بودن ذره آلفا بود. سنگین بودن پرتو باعث می‌شد 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 می‌شود که بسامد آن، با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود 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 اتم‌ها نیز جور در نمی‌آید.

در مدل بور که برای اتم هیدروژن ارائه شد. الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا برخلاف نظریه الکترومغناطیسی کلاسیک تابشی نمی‌کند و همچنین از یک حد معین با شعاع مشخص به هسته نزدیک‌تر نمی‌شود.

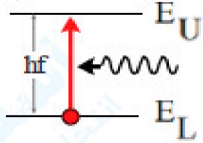


۹- الف) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.

ب) با استفاده از مدل بور، چگونه می‌توانید خط‌های تاریک در طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی را توجیه کنید؟  
 پ) وقتی که نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود، تابش مرئی از خود گسیل می‌کنند. این پدیده‌ی فیزیکی نمونه‌ای از فلئوئورسانسی است. آزمایش نشان می‌دهد در پدیده‌ی فلئوئورسانسی طول‌موج‌های گسیل یافته معمولاً برابر همان طول‌موج نور فرودی یا بزرگ‌تر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل بور می‌توانید تبیین کنید؟

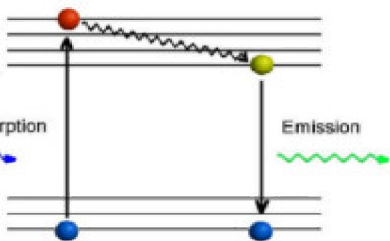
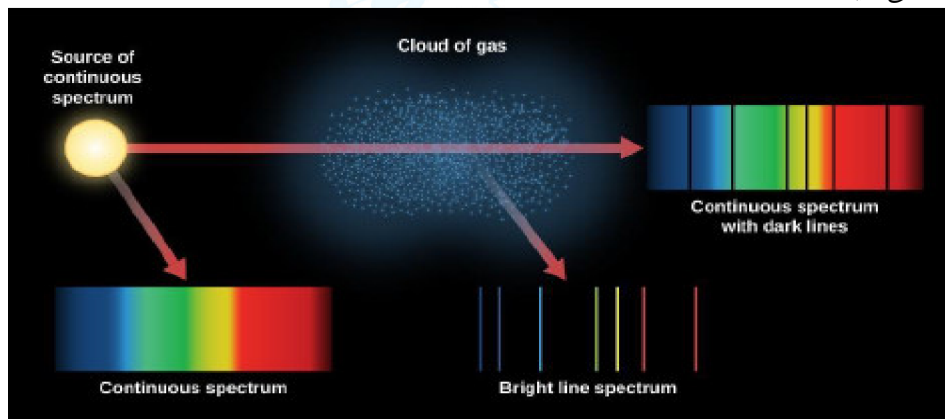
« پاسخ »

الف) الکترون‌های که از ترازهای انرژی پایین‌تر با جذب فوتون به ترازهای انرژی بالاتر می‌روند. در این حالت، اتم،



فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند.

ب) وقتی نور سفیدی را به گاز هیدروژن رقیق می‌تابانیم الکترون‌های گاز بعضی از فوتون‌های نور فرودی را جذب کرده و به ترازهای بالاتر می‌روند. اگر نور خروجی از گاز را از منشور عبور دهیم یک دسته خط‌های جذبی تاریک در طیف پیوسته مشاهده می‌کنید.



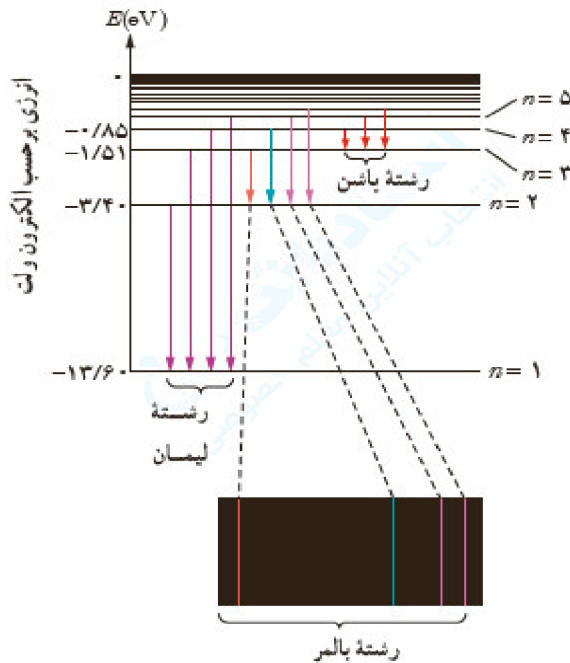
پ) برای برانگیخته شدن اتم‌های بسیاری از مواد که به آن، نور فرابنفش بتابانیم. هنگام بازگشت به حالت پایه، نور مرئی گسیل می‌کنند. در این نوع مواد فوتون فرابنفش اتم را برانگیخته می‌سازد و الکترون به چند تراز انرژی بالاتر می‌رود و در برگشت با پرش‌های کوتاه‌تر و پله پله به تراز پایین‌تر می‌رود و فوتون‌های کم‌انرژی‌تری گسیل می‌کند که بعضی از آنها در ناحیه مرئی است.

۱۰- 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  $13/60 \text{ eV}$  چیست؟

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

پ) اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را، گستره‌ی طول موج‌های آن رشته می‌نامند. گستره‌ی طول موج‌های رشته‌ی لیمان ( $n' = 1$ ) را پیدا کنید.



## « پاسخ »

الف) عدد کوانتومی است که نشان‌دهنده شماره مدار مجاز الکترون به دور هسته است و  $n = 1$  پایین‌ترین تراز انرژی است که مربوط به مدار اول است که به آن حالت پایه گفته می‌شود.

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 اندازه‌ی انرژی آن تراز به الکترون انرژی بدهیم تا از قید هسته رها شود و علامت منفی هم به همین دلیل است.

$13/60 \text{ eV}$  - 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 انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند. وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود.

الکترون زمانی که از یک حالت مانا با انرژی بیشتر ( $E_U$ ) به حالت مانا با انرژی کمتر ( $E_L$ ) برود فوتون تابش می‌کند 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.

$$\text{پ) } \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \xrightarrow{n_L = 1, n_U = \infty} \frac{1}{\lambda_{\min}} = 0,011 \text{ nm}^{-1} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda_{\min} = 90,9 \text{ nm}$$

$$\xrightarrow{n_L = 1, n_U = 2} \frac{1}{\lambda_{\min}} = 0,011 \text{ nm}^{-1} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{2^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = 121,2 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{1240 \text{ nm} \cdot \text{eV}}{0 + 13/60 \text{ eV}} = 90,9 \text{ nm}$$

۱۱- 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 می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد.

## « پاسخ »

الف) برای یک جسم جامد، نظیر رشته‌ی داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول‌موج‌ها است. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازنده‌ی آن است. حال آن‌که گازهای کم‌فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آن‌ها از برهم کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول‌موج‌های معینی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند و طول‌موج‌های ایجاد شده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند.  
 ب) برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم‌های هر گاز نظیر هیدروژن، هلیوم، سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم‌فشار است استفاده می‌شود. دو الکترود 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 گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می‌کنند. آزمایش نشان می‌دهد که طیف خطی ایجاد شده و هم‌چنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.

۱۲- توضیح دهید برای یک فلز معین، تغییر هریک از کمیت‌های زیر چه تأثیری در نتیجه‌ی 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

## « پاسخ »

الف) اگر بسامد نور فرودی بیش‌تر از بسامد آستانه باشد پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد. ( $f > f_0$ )  
 اگر بسامد نور فرودی کم‌تر از بسامد آستانه باشد پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. ( $f < f_0$ )  
 ب) افزایش شدن نور فرودی در بسامد کم‌تر از آستانه تأثیری در پدیده فوتوالکتریک ندارد.  
 پ) در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد که با کاهش شدت نور فرودی تعداد الکترون‌های کم‌تری از سطح جدا می‌شوند و جریان کم‌تری به وجود می‌آید.

۱۳- الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟

ب) توضیح دهید نظریه‌ی 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؟

**« پاسخ »**

الف) آزمایش نشان می‌دهد وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. به این پدیده‌ی فیزیکی، اثر فوتوالکتریک می‌گویند.

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 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 پدیده‌ی 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 فوتوالکترون‌ها می‌شود، در حالی‌که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.

۱۴- شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود  $\frac{W}{m^2} = 1360$  است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر  $1m^2$ ، مقدار

انرژی  $1360 J$  می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد مقدار 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  $\frac{W}{m^2} = 300$  باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول‌موج متوسط فوتون‌ها را  $570 nm$  فرض کنید.

**« پاسخ »**

$$nhf = pt \Rightarrow n = \frac{pt\lambda}{hc} = \frac{300 \cdot \frac{W}{m^2} \times 1s \times 570 \times 10^{-9} m}{6.63 \times 10^{-34} j.s \times 3 \times 10^8 \frac{m}{s}} = 8/6 \times 10^{20}$$

۱۵- یک لامپ رشته‌ای با توان  $100\text{ W}$  از فاصله‌ی یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به طور یک‌نواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده‌ی لامپ  $5\%$  درصد است (یعنی  $5\text{ W}$  تابش مرئی گسیل می‌کند) و فقط  $1\%$  درصد این تابش دارای طول‌موجی در حدود  $550\text{ nm}$  است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول‌موج وارد مردمک‌های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را  $2\text{ mm}$  در نظر بگیرید.)

« پاسخ »

$$A = \overset{\text{قطر مردمک}}{\pi R^2} = \underset{\text{سطح دو مردمک}}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{P}{4\pi r^2} \\ E &= IAt \end{aligned} \right\} \Rightarrow E = \frac{P}{4\pi r^2} (4\pi R^2) t = \frac{P}{4r^2} (D^2) t$$

$$E = \frac{0.01 \times 5\text{ W} \times (2 \times 10^{-3}\text{ m})^2 \times 1\text{ s}}{4 \times (10^3\text{ m})^2} = 2/5 \times 10^{-14}\text{ J}$$

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} = n = \frac{\lambda}{hc} E$$

انرژی که به  $2$  مردمک می‌رسد.

$$n = \frac{550 \times 10^{-9}\text{ m}}{6.63 \times 10^{-34}\text{ (j.s)} \times 3 \times 10^8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)} \times 2/5 \times 10^{-14}\text{ j} \Rightarrow n = 6/9 \times 10^4$$

۱۶- توان باریکه‌ی نور خروجی یک لیزر گازی هلیم نئون  $50\text{ mW}$  است. اگر توان ورودی این لیزر  $500\text{ W}$  باشد:

الف) بازده لیزر را حساب کنید.

ب) اگر طول‌موج باریکه‌ی نور خروجی  $633\text{ nm}$  باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.

« پاسخ »

$$\text{الف) بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times 100 = \frac{5 \times 10^{-3}\text{ W}}{50\text{ W}} \times 100 = 0.01\%$$

$$\text{ب) } n = \frac{pt \cdot \lambda}{hc} = \frac{5 \times 10^{-3}\text{ W} \times 1\text{ s} \times 633 \times 10^{-9}\text{ m}}{6.63 \times 10^{-34}\text{ j.s} \times 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1/59 \times 10^{16}$$

- ۱۷- یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول موج  $589 \text{ nm}$  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  $5/0 \text{ W}$  است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟

« پاسخ »

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{589 \times 10^{-9} \text{ m}} = 5/09 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1242 \text{ nm} \cdot \text{eV}}{589 \text{ nm}} = 2/109 \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow E = 2/109 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3/374 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\left. \begin{array}{l} E = pt \\ E = nhf \end{array} \right\} \Rightarrow pt = nhf \Rightarrow n = \frac{pt \cdot \lambda}{hc} = \frac{5 \text{ W} \times 60 \text{ s} \times 589 \times 10^{-9} \text{ m}}{6/63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 8/89 \times 10^{20}$$

- ۱۸- وارونی جمعیت را به طور کامل توضیح دهید.

« پاسخ »

در گسیل القایی یک منبع انرژی خارجی الکترون‌ها را به حالت برانگیخته می‌رساند. حالتی را که الکترون‌های زیادی به ترازهای برانگیخته می‌روند، وارونی جمعیت می‌گویند.

- ۱۹- تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از چیست؟

« پاسخ »

برهم کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن

- ۲۰- منظور از وارونی جمعیت چیست؟

« پاسخ »

در گسیل القایی یک منبع انرژی خارجی الکترون‌ها را به حالت برانگیخته می‌رساند. حالتی را که الکترون‌های زیادی به ترازهای برانگیخته می‌روند، وارونی جمعیت می‌گویند.

- ۲۱- اثر فوتوالکتریک را توضیح دهید.

« پاسخ »

اگر نوری با بسامد مناسب بر سطح فلزی بتابد، می‌تواند باعث گسیل الکترون از سطح آن فلز گردد. به این پدیده اثر فوتوالکتریک گفته می‌شود.



۲۲- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.  
در رشته خط‌های طیف گسیلی هیدروژن اتمی، طیف پاشن در ناحیه مرئی قرار دارد.

« پاسخ »

نادرست

۲۳- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.  
براساس مدل بور، مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده هستند.

« پاسخ »

درست

۲۴- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.  
فوتون‌هایی با طول موج بلندتر از طول موج آستانه، انرژی کافی برای کندن الکترون از سطح فلز را ندارند.

« پاسخ »

درست

۲۵- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.  
شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن متفاوت است.

« پاسخ »

درست

۲۶- فوتون‌های لیزری، حاصل از کدام نوع گسیل هستند؟

« پاسخ »

گسیل القایی

۲۷- طول موج‌های رشته‌ی بالمر در کدام ناحیه‌ها از طیف امواج الکترومغناطیسی است؟

« پاسخ »

فرابنفش و مرئی

۲۸- اثر فوتوالکتریک را توضیح دهید.

« پاسخ »

اگر نوری با بسامد مناسب بر سطح فلزی بتابد، می‌تواند باعث گسیل الکترون از سطح آن فلز گردد. به این پدیده اثر فوتوالکتریک گفته می‌شود.



۲۹- عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید.  
خط های فرانوفر در طیف نور خورشید، معرف جنس (خورشید - جو خورشید) است.

« پاسخ »

جو خورشید

۳۰- حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز  $8/28 \text{ eV}$  است. آیا فوتون‌هایی با طول موج  $680 \text{ nm}$  قادر به جدا کردن الکترون از سطح این فلز هستند؟

« پاسخ »

خیر، زیرا فوتون‌هایی با طول موج بلندتر از طول موج آستانه، انرژی کافی برای کندن الکترون از سطح فلز را ندارند.

۳۱- یک اتم هیدروژن در حالت  $n = 6$  قرار دارد.

الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن اگر این اتم به حالت پایه برود، چند نوع فوتون با انرژی مختلف گسیل می‌شود؟

ب) فرض کنید که فقط گذارهای  $\Delta n = 1$  مجاز باشند، در این صورت چند نوع فوتون با انرژی مختلف گسیل می‌شود؟

« پاسخ »

الف) با فرض این که تمام گذارها ممکن باشد، برای این که الکترونی از تراز  $n = 6$  به  $n = 1$  برود، باید تمامی گذارهای بین ترازهای میانی را هم به حساب آورد:

$$n_1 = 6 \begin{cases} n_2 = 5 \\ n_2 = 4 \\ n_2 = 3 \\ n_2 = 2 \\ n_2 = 1 \end{cases} \quad n_1 = 5 \begin{cases} n_2 = 4 \\ n_2 = 3 \\ n_2 = 2 \\ n_2 = 1 \end{cases} \quad n_1 = 4 \begin{cases} n_2 = 3 \\ n_2 = 2 \\ n_2 = 1 \end{cases}$$

$$n_1 = 3 \begin{cases} n_2 = 2 \\ n_2 = 1 \end{cases} \quad n_1 = 2 \Rightarrow n_2 = 1$$

در مجموع ۱۵ حالت گذار مختلف با ۱۵ نوع فوتون با انرژی مختلف داریم و یا انتخاب ۲ حالت مانا از بین ۶ حالت

$$\binom{6}{2} = \frac{6 \times 5}{2} = 15 \text{ حالت مانا:}$$

ب) اگر فقط گذارهای  $\Delta n = 1$  مجاز باشد، آن وقت الکترون پس از هر گذار یک تراز انرژی پایین می‌آید و در این حالت فقط ۵ گذار داریم.

۳۲- خط های فرانوفر در طیف نور خورشید، معرف چیست؟

« پاسخ »

جنس جو خورشید

۳۳- در اتم هیدروژن:  $(a_0 = 5/29 \times 10^{-11} \text{ m})$

الف) شعاع مدار سوم را محاسبه کنید.

ب) انرژی مدار دوم را به دست آورید.

ج) الکترونی از مدار  $n = 4$  به حالت پایه، گذار می‌کند. انرژی، فرکانس و طول موج فوتون گسیل شده را محاسبه نمایید.

« پاسخ »

$$r_n = a_0 \cdot n^2 \Rightarrow r_3 = a_0 \cdot 9 = 9a_0 = 9 \times 5/29 \times 10^{-11} \text{ m} \quad \text{الف)}$$

$$E_n = \frac{-13/6 \text{ eV}}{n^2} = \frac{-13/6 \text{ eV}}{4} = -3/4 \text{ eV} \quad \text{ب)}$$

$$E_4 = \frac{-13/6 \text{ eV}}{4^2} = -0/85 \text{ eV} \quad \text{ج)}$$

حالت پایه برابر با  $n = 1$  است:

$$E_1 = \frac{-13/6 \text{ eV}}{(1)^2} = -13/6 \text{ eV}$$

$$E_{\text{فوتون}} = E_4 - E_1 = -0/85 - (-13/6) = 12/75 \text{ eV}$$

$$E_{\text{فوتون}} = hf \Rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{12/75 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J}}{6/63 \times 10^{-34}} = 3/2 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{3/2 \times 10^{15}} = 2/3 \times 10^{-7} \text{ m}$$

۳۴- حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز  $8/28 \text{ eV}$  است. طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکترون از سطح این فلز چند الکترون ولت است؟

« پاسخ »

رابطه‌ی حداقل بسامد  $hf_0 = W_0$

$$hf_0 = W_0 \Rightarrow 4/14 \times 10^{-15} (\text{eV} \cdot \text{s}) \times f_0 \left(\frac{1}{\text{s}}\right) = 8/28 \text{ eV}$$

$$f_0 = \frac{8/28}{4/14} \times 10^{15} = 2 \times 10^{15} \left(\frac{1}{\text{s}}\right) \quad \text{بسامد آستانه}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^{15}} = \frac{3}{2} \times 10^{-7} = 150 \text{ nm} \quad \text{طول موج آستانه}$$

۳۵- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.  
به کمک طیف گسیلی پیوسته یک جسم می‌توان جنس آن جسم را شناسایی کرد.

« پاسخ »

نادرست

۳۶- توان باریکه نور خروجی از یک لیزر گازی هلیم - نئون  $6\text{mW}$  است، اگر توان ورودی این لیزر  $60\text{W}$  باشد، مطلوب‌بست محاسبه‌ی:

الف) بازده این لیزر

تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود. (فرض کنید طول موج باریکه نور خروجی  $60\text{nm}$  می‌باشد.)  
( $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{J.s}$ )

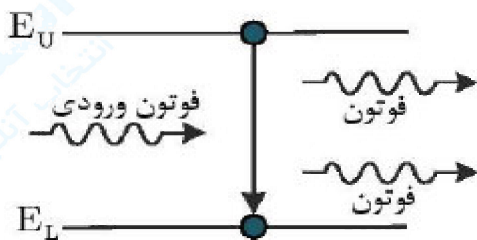
« پاسخ »

الف) 
$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} = \frac{6 \times 10^{-3}}{60} = 10^{-4} = \frac{1}{10000} \%$$

ب) 
$$E = nE' = nhf = nh \frac{c}{\lambda}$$

$$E = P \times t = 60 \times 10^{-3} \times 1 \Rightarrow 60 \times 10^{-3} = n \times \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} \Rightarrow 60 \times 10^{-3} = n \times 3 \times 10^{-19}$$

$$\rightarrow n = \frac{60}{3} \times 10^{16} = 2 \times 10^{16}$$



۳۷- شکل زیر:

الف) چه نوع گسیلی را نشان می‌دهد؟

ب) فاز فوتون ورودی و خروجی در این نوع گسیل نسبت به هم چگونه است؟

« پاسخ »

الف) گسیل القایی

ب) هم‌فاز هستند.

۳۸- جدول روبه‌رو را در رابطه با رشته‌های طیف اتم هیدروژن پر کنید.

نام رشته	مقدار $n'$	گستره‌ی طول موج
لیمان	۱	الف
ب	۳	ج

« پاسخ »

الف) فرابنفش      ب) پاشن      ج) فروسرخ

۳۹- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.  
نظریه بور برای هر اتم تک الکترونی صادق است.

« پاسخ »

درست

۴۰- اتم هیدروژن در حالت برانگیخته  $n = ۳$  قرار دارد. کوتاه‌ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟

$$(R = ۰.۰۱ \text{ nm}^{-1})$$

« پاسخ »

(ص ۱۲۳)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) \quad \lambda = 112/5 \text{ nm}$$

۴۱- در پدیده‌ی فوتوالکتریک، تابع کار یک فلز تحت تابش  $۳/۸ \text{ eV}$  است.

الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکتریک‌ها از سطح این فلز چند نانومتر است؟ ( $hc = ۱۲۴۰ \text{ eV} \cdot \text{nm}$ )  
ب) اگر طول موج فرودی بر سطح این فلز  $۱۵۵ \text{ nm}$  باشد، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها چه قدر است؟

« پاسخ »

$$\frac{hc}{\lambda_0} = W_0, \quad \lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{1240}{3/8} \approx 326/3 \text{ nm} \quad \text{الف)}$$

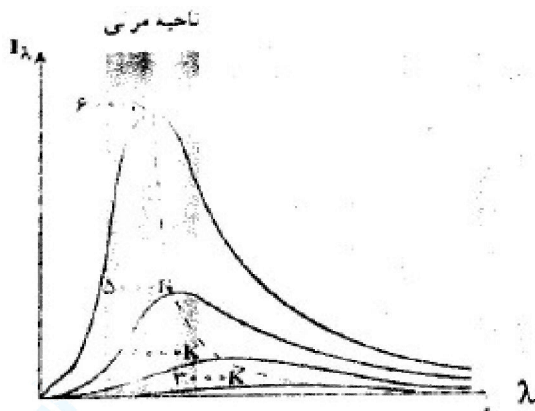
$$K_{\text{max}} = \frac{hc}{\lambda} - W_0, \quad K_{\text{max}} = \frac{1240}{155} - 3/8 = 4/2 \text{ eV} \quad \text{ب)}$$

(ص ۱۱۸)

۴۲- به چه نوع طیفی طیف پیوسته می‌گوییم؟

« پاسخ »

طیفی که شامل گستره‌ی پیوسته‌ای از طول موج‌ها است.



۴۳- الف) دو مورد از ناتوانی فیزیک کلاسیک در توجیه طیف‌های اتمی را بیان کنید.  
 ب) نمودار تابندگی یک جسم در دماهای متفاوت مطابق شکل روبه‌رو است. از مشاهده این نمودارها چه نتایج حاصل می‌شود دو مورد را بیان کنید.

« پاسخ »

- الف - ۱- چرا هر عنصر طیف مخصوص به خود را دارد. ۲- قادر به توجیه طیف‌های گسسته نبود. ص ۱۷۲ و ۱۷۳ (هر مورد ۰/۲۵)  
 ب - ۱- هر چه دمای جسم افزایش یابد تابندگی جسم بیش‌تر می‌شود. ۲- با افزایش دما، بیشینه تابندگی به طرف طول موج‌های کوتاه‌تر می‌رود. ص ۱۵۶ (هر مورد ۰/۲۵)

۴۴- دو ویژگی از مدل اتمی بور را بیان کنید.

« پاسخ »

- ۱- الکترون‌ها روی مدارهایی با شعاع ثابت به نام مدارهای مانا در حرکت به دور هسته هستند. (۰/۲۵)  
 ۲- تا زمانی که الکترون روی مدار مانای خود قرار دارند بر خلاف نظریه کلاسیک، تابشی از خود ندارند. (۰/۲۵) (یا هر مورد صحیح دیگر). ص ۱۷۸ - ۱۸۰

۴۵- اگر الکترون اتم هیدروژن از تراز ۴ به تراز ۲ انتقال یابد، الف) این گذار مربوط به جذب است یا گسیل؟

ب) انرژی مربوط به این گذار را برحسب الکترون ولت به دست آورید. ( $E_R = ۱۳/۶\text{ev}$ )

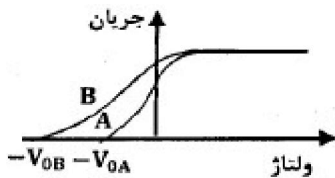
« پاسخ »

الف) گسیل (۰/۲۵) ص ۲۱۰

ب)

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad (۰/۲۵)$$

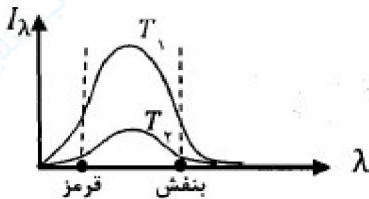
$$E_2 = \frac{-۱۳/۶}{۴} = -۳/۴\text{ev} \quad (۰/۲۵) \quad E_4 = \frac{-۱۳/۶}{۱۶} = -۰/۸۵\text{ev} \quad (۰/۲۵) \quad \Delta E = ۲/۵۵\text{ev} \quad (۰/۲۵)$$



۴۶- آزمایش فوتوالکتریک را با نور تک‌فام فرابنفش و در شرایط یکسان با دو فلز مختلف A و B انجام داده‌ایم. با توجه به منحنی تغییرات جریان برحسب ولتاژ شکل مقابل: الف) تابع کار کدام یک از دو فلز بیش‌تر است؟ چرا؟ ب) ولتاژ متوقف‌کننده به چه عاملی بستگی ندارد؟

« پاسخ »

الف) فلز A (۰/۲۵) زیرا طبق رابطه  $hf - W = eV_0$  با ثابت ماندن  $hf$ ، ولتاژ متوقف‌کننده فلز A کم‌تر است. (۰/۲۵) ص ۱۹۷  
ب) شدت پرتو فرودی (۰/۲۵) ص ۱۹۳



۴۷- الف) در نمودار تابندگی برحسب طول موج شکل مقابل که برای دو دمای مختلف  $T_1$  و  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ) رسم شده است، ۳ ایراد وجود دارد. آن‌ها را بیان کنید. ب) سطح زیر نمودار تابندگی برحسب طول موج، معرف چه کمیتی است؟

« پاسخ »

الف) ۱) جای دماهای  $T_1$  و  $T_2$  برعکس است (۰/۲۵) ۲) جای نور قرمز و بنفش برعکس است (۰/۲۵) ۳) بیشینه تابندگی دو منحنی در یک راستا رسم شده است. (۰/۲۵)  
ب) شدت تابشی (۰/۲۵) ص ۱۸۷  
(مصحح محترم اگر در قسمت الف، دانش آموز با رسم نمودار جدید ایرادها را اصلاح کند، بارم مناسب تعلق گیرد.)

۴۸- اساس کار لیزر، کدام برهم کنش است؟

« پاسخ »

گسیل القایی (۰/۲۵) ص ۲۱۶

۴۹- به کمک چه طیفی می‌توان به جنس یک جسم پی برد؟

« پاسخ »

طیف گسیلی ناپیوسته (خطی) (۰/۲۵) ص ۲۱۸

۵۰- شالوده فیزیک جدید را کدام نظریه‌ها تشکیل می‌دهند؟

« پاسخ »

نسبیت و فیزیک کوانتومی - هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۸۴

۵۱- خطهای مربوط به کدام طیف در اتم هیدروژن طول موجی در ناحیه فرورسرخ ندارد؟  
 (۱) بالمر (۲) پاشن (۳) براکت (۴) پفوند

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طول موجهای طیفهای پاشن، براکت و پفوند در ناحیه فرورسرخ هستند، طول موج مربوط به طیف بالمر در ناحیه فرابنفش و مرئی است.

۵۲- در یک اتم هیدروژن، اختلاف بلندترین طول موج مرئی در رشته بالمر ( $n' = 2$ ) و کوتاهترین طول موج فرابنفش در

رشته لیمان ( $n' = 1$ ) چند نانومتر است؟ ( $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ )  
 (۱) ۷۲۰ (۲) ۶۲۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۸۲۰

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در سری بالمر ( $n' = 2$ ) برای  $n = 3, 4, 5, 6$  طول موجهای مرئی و برای  $n = 3$  بلندترین طول موج مرئی را داریم. با استفاده از معادله ریدبرگ، داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

بلندترین طول موج مرئی رشته بالمر:

$$\frac{n' = 2}{n = 3} \rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = 0.01 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda_1 = 720 \text{ nm}$$

در سری لیمان ( $n' = 1$ )، تمام طول موجها در ناحیه فرابنفش هستند و به ازاء  $n = \infty$  کوتاهترین طول موج فرابنفش را خواهیم داشت:

$$\frac{n' = 1}{n = \infty} \rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = 0.01 \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_2 = 100 \text{ nm}$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = 620 \text{ nm}$$

بنابراین:



۵۳- بسامد آستانه یک فلز در آزمایش فوتوالکتریک برابر با  $10^{14} \text{ Hz}$   $6 \times 10^{14}$  است. فوتونی با چه طول موجی برحسب میکرومتر به سطح این فلز تابیده شود تا بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌های جدا شده از فلز، برابر با  $3/6 \text{ eV}$  شود؟

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و } h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s})$$

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۴ (۴) ۰/۶

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از معادله فوتوالکتریک داریم:

$$W_0 = hf_0$$

$$K_{\text{max}} = hf - W_0 \rightarrow K_{\text{max}} = h(f - f_0)$$

$$\Rightarrow 3/6 = 4 \times 10^{-15} \times (f - 6 \times 10^{14}) \Rightarrow 9 \times 10^{14} = f - 6 \times 10^{14}$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{c} \rightarrow \frac{3 \times 10^8}{\lambda} = 15 \times 10^{14}$$

۵۴- در اتم هیدروژن، الکترون در تراز  $n = 3$  قرار دارد. از این حالت برانگیخته به حالت پایه جهش کند، طول موج فوتون گسیل شده تقریباً چند میکرون (میکرومتر) است؟ ( $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$  و  $E_R = 13/6 \text{ eV}$ )

- (۱) ۰/۱۰۲ (۲) ۰/۲۰۴ (۳) ۰/۳۲۳ (۴) ۰/۴۲۳

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. زیرا خواهیم داشت:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow E_1 = -13/6 \text{ eV} \text{ و } E_3 = -1/5 \text{ eV}$$

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -1/5 - (-13/6) = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cong 102 \text{ nm} = 0/102 \mu\text{m}$$

۵۵- انرژی هر فوتون اشعه ایکس با طول موج  $10^{-10} \text{ m}$  چند برابر انرژی هر فوتون از اشعه فرابنفش با طول موج

$10^{-8} \text{ m}$  است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۰/۰۱ (۳) ۱۰ (۴) ۰/۱

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

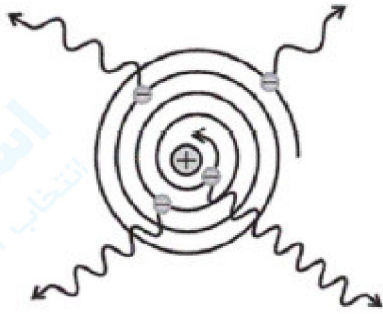
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{10^{-8}}{10^{-10}} = 100 \Rightarrow E_1 = 100 E_2$$

طبق رابطه  $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ ، خواهیم داشت:

۵۶- در اتم هیدروژن، همه تابش‌های کدام رشته در ناحیه فرابنفش قرار دارند؟  
 (۱) بالمر (۲) لیمان (۳) پاشن (۴) براکت

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طول موج همه خط‌های طیف اتم هیدروژن در رشته لیمان در ناحیه فرابنفش قرار دارند.



۵۷- شکل زیر براساس مدل اتم هسته‌ای رسم شده است. کدام یک از موارد زیر از این مدل نتیجه‌گیری نمی‌شود؟

- (۱) انرژی الکترون با نزدیک شدن به هسته کاهش می‌یابد.
- (۲) الکترون پس از چرخش‌های متوالی روی هسته سقوط می‌کند.
- (۳) با نزدیک شدن الکترون به هسته، بسامد موج گسیلی از آن افزایش می‌یابد.
- (۴) طیف اتمی، خطی یا گسسته است.

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. این مدل همان مدل رادفورد است که بر اساس آن طیف گسیلی اتم باید پیوسته باشد.

۵۸- بسامد سومین خط طیفی رشته بالمر ( $n' = 2$ ) چند برابر بسامد اولین خط طیفی رشته براکت ( $n' = 4$ ) است؟

- (۱)  $\frac{14}{7}$  (۲)  $\frac{28}{3}$  (۳)  $\frac{9}{4}$  (۴)  $\frac{1}{16}$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. سومین خط طیف رشته بالمر مربوط به گذار الکترون از تراز  $n = 5$  به تراز  $n' = 2$  است و اولین خط طیف رشته براکت مربوط به گذار الکترون از تراز  $n = 5$  به تراز  $n' = 4$  است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$v = \lambda f \xrightarrow{v = \text{یکسان}} \frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}} = \frac{\lambda_{\text{بالمر}}}{\lambda_{\text{براکت}}} = \frac{R \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right)}{R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)}$$

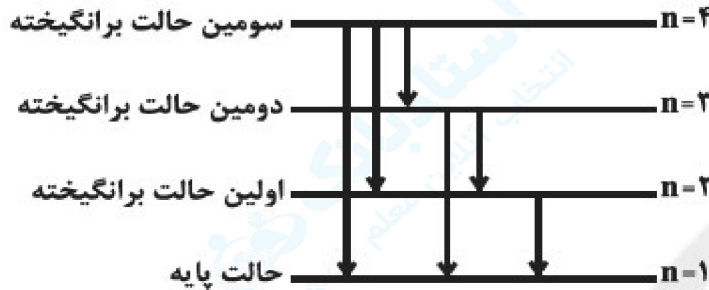
$$\Rightarrow \frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}} = \frac{25 - 16}{25 \times 16} \Rightarrow \frac{f_{\text{بالمر}}}{f_{\text{براکت}}} = \frac{16}{9} = \frac{28}{3}$$

۵۹- در یک اتم هیدروژن، الکترون در سومین حالت برانگیخته قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این الکترون به حالت پایه جهش کند، به ترتیب از راست به چپ چند نوع فوتون با انرژی‌های مختلف گسیل می‌شود و چه تعداد از آنها در ناحیه نور مرئی هستند؟

- (۱) ۳، ۱ (۲) ۶، ۱ (۳) ۳، ۲ (۴) ۶، ۲

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پایین‌تر از انرژی هیدروژن حالت پایه و حالت‌های بالاتر از آن حالت‌های برانگیخته نامیده می‌شود. با این توضیحات الکترون ابتدا در تراز  $n = 4$  قرار دارد که مطابق شکل، ۶ فوتون با انرژی‌های متمایز ممکن است تابش شود تا به حالت پایه برسد.



از طرفی می‌دانیم در اتم هیدروژن، فقط طیف گسیلی بالمر ( $n' = 2$ ) شامل فوتون‌هایی در ناحیه مرئی هستند که این فوتون‌ها به ازای گذار از ترازهای  $n = 3$ ،  $n = 4$ ،  $n = 5$  و  $n = 6$  به تراز  $n' = 2$  گسیل خواهند شد. بنابراین دو فوتون از فوتون‌های فوق در ناحیه نور مرئی هستند.

۶۰- در یک آزمایش فوتوالکتریک اگر طول موج نور فرودی به سطح فلز از  $300\text{nm}$  به  $800\text{nm}$  افزایش یابد، انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکترن‌های گسیل شده از سطح فلز چگونه تغییر می‌کند؟ ( $hc = 1200\text{eV}\cdot\text{nm}$ ) و پدیده فوتوالکتریک همواره رخ می‌دهد.

- (۱)  $2/5\text{eV}$  افزایش می‌یابد. (۲)  $2/5\text{eV}$  کاهش می‌یابد.  
(۳)  $4\text{eV}$  افزایش می‌یابد. (۴)  $4\text{eV}$  کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادله فوتوالکتریک، داریم:

$$K_{\max} = hf - W, \Rightarrow (K_{\max})_2 - (K_{\max})_1 = h(f_2 - f_1)$$

$$\Rightarrow (K_{\max})_2 - (K_{\max})_1 = hc \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

$$\Rightarrow (K_{\max})_2 - (K_{\max})_1 = 1200 \times \left( \frac{1}{800} - \frac{1}{300} \right) = -2/5\text{eV}$$

بنابراین انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکترن‌ها  $2/5\text{eV}$  کاهش خواهد یافت.

۶۱- در یک آزمایش فوتوالکتریک، تابع کار فلز ۳ eV است. اگر نوری با طول موج ۲۰۰ nm بر سطح فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترون‌ها برابر V است و اگر نوری با طول موج ۳۰۰ nm بر فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترون‌ها برابر V' است. کدام است؟ (hc = ۱۲۰۰ eV . nm)

- (۱)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  (۲)  $\sqrt{3}$  (۳)  $\frac{1}{3}$  (۴) ۳

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} K_{\max} &= \frac{1}{2} m V_{\max}^2 = \frac{hc}{\lambda_1} - W \\ K'_{\max} &= \frac{1}{2} m V'_{\max}{}^2 = \frac{hc}{\lambda_2} - W \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left( \frac{V_{\max}}{V'_{\max}} \right)^2 = \frac{\frac{1200}{200} - 3}{\frac{1200}{300} - 3} = 3$$

$$\Rightarrow \frac{V_{\max}}{V'_{\max}} = \sqrt{3} \Rightarrow \frac{N'_{\max}}{N_{\max}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۶۲- در گسیل‌های مربوط به اتم هیدروژن، بلندترین طول موج مربوط به رشته بالمر، تقریباً چند نانومتر است؟ (hc = ۱۲۴۰ eV . nm و  $E_R = ۱۳/۶$  eV)

- (۱) ۴۵۴ (۲) ۴۶۰ (۳) ۶۵۶ (۴) ۷۶۰

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بلندترین طول موج رشته‌ی بالمر به ازای گذار ۲ → ۳ گسیل می‌شود.

$$E_n = \frac{-۱۳/۶ \text{ eV}}{n^2}$$

$$E_2 = \frac{-۱۳/۶}{4}, E_3 = \frac{-۱۳/۶}{9}, E_V - E_L = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E_3 - E_2 = -۱۳/۶ \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{4} \right) = \frac{۱۳/۶(۵)}{۹ \times ۴} = \frac{۱۲۰۰ \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۶۳۵/۳ \text{ nm}$$

$$\Rightarrow \lambda \simeq ۶۳۶ \text{ nm}$$

۶۳- تابع کار فلزی  $4/5 \text{ eV}$  است. اگر نوری به طول موج  $150$  نانومتر به آن فلز بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح فلز چند الکترون ولت است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

- (۱) ۲ (۲)  $2/5$  (۳)  $3/5$  (۴) ۴

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} hf - w_0 &= K_{\max} \\ f &= \frac{c}{\lambda} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} - w_0 = K_{\max}$$

$$K_{\max} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{150 \times 10^{-9}} - 4/5 = 3/5 \text{ eV}$$

۶۴- در اتم هیدروژن اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۳ برابر  $\Delta E$  و بین ترازهای ۴ و ۶ برابر  $\Delta E'$  باشد، نسبت  $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$  کدام است؟

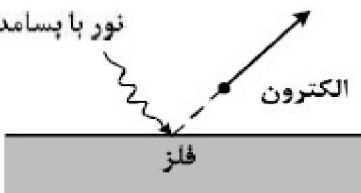
- (۱)  $35/8$  (۲)  $25/6$  (۳)  $3/98$  (۴) ۱

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$E = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \left\{ \Delta E = E_R \left( 1 - \frac{1}{9} \right) = \frac{8E_R}{9}, \Delta E' = E_R \left( \frac{1}{16} - \frac{1}{36} \right) = \frac{5E_R}{144} \Rightarrow \frac{\Delta E}{\Delta E'} = 25/6 \right.$$

نور با پسماند مناسب



۶۵- شکل زیر، مربوط به کدام پدیده‌ی فیزیکی است؟

- (۱) فوتوالکتریک  
(۲) پرتوژیایی  
(۳) بازتاب  
(۴) لیزر

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۶۶- اگر  $a_n$  شعاع اتم بور در اتم هیدروژن باشد، بزرگی انرژی الکترونی که در شعاع  $r_n$  به دور هسته اتم هیدروژن در حال چرخش است، چند ریذبرگ است؟

$$\left(\frac{r_n}{a_n}\right)^2 \quad (۴) \quad \left(\frac{a_n}{r_n}\right)^2 \quad (۳) \quad \frac{r_n}{a_n} \quad (۲) \quad \frac{a_n}{r_n} \quad (۱)$$

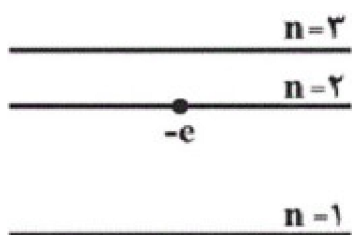
« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad r_n = a_n \cdot n^2 \rightarrow E_n = \frac{-E_R}{r_n} \times a_n$$

$$\xrightarrow{E_R = \text{ریذبرگ}} |E_n| = \frac{a_n}{r_n} E_R$$

$E_R$  برابر با یک ریذبرگ است. بنابراین بزرگی انرژی الکترون برابر با  $\frac{a_n}{r_n}$  ریذبرگ است.



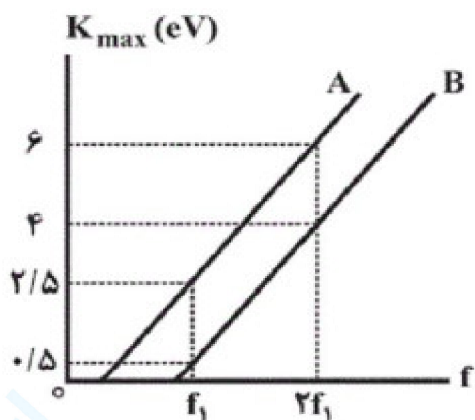
۶۷- نمودار ترازهای انرژی در یک اتم تک الکترونی مطابق شکل زیر است. اگر الکترون در ابتدا در تراز  $n = 2$  قرار داشته باشد، انرژی فوتون ورودی که بتواند این الکترون را وادار به گسیل القایی کند، کدام است؟ ( $E_n$ ، انرژی الکترون در تراز  $n$  است.)

$$E_3 - E_1 \quad (۲) \quad E_1 \quad (۱)$$

$$E_2 - E_1 \quad (۴) \quad E_3 \quad (۳)$$

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی دو تراز برابر باشد، بنابراین چون الکترون در ابتدا در تراز  $n = 2$  قرار دارد، برای گسیل القایی باید فوتونی با انرژی  $E_2 - E_1$  به آن بتابانیم تا گسیل القایی رخ دهد.



۶۸- نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی برای دو فلز A و B در آزمایش فوتوالکتریک مطابق شکل زیر است. بسامد آستانه فوتوالکترون‌های فلز A چند برابر فلز B است؟

- (۱)  $\frac{1}{5}$   
 (۲)  $\frac{1}{4}$   
 (۳)  $\frac{1}{2}$   
 (۴)  $\frac{1}{3}$

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادله فوتوالکتریک داریم:

$$W_0 = hf_0$$

$$K_{\max} = hf - W_0 \longrightarrow K_{\max} = h(f - f_0)$$

فلز A: 
$$\begin{cases} 2/5 = h(f_1 - f_{0,A}) \\ 6 = h(2f_1 - f_{0,A}) \end{cases} \Rightarrow \frac{2/5}{6} = \frac{f_1 - f_{0,A}}{2f_1 - f_{0,A}} \Rightarrow f_{0,A} = 2/7 f_1 \quad (1)$$

فلز B: 
$$\begin{cases} 0/5 = h(f_1 - f_{0,B}) \\ 4 = h(2f_1 - f_{0,B}) \end{cases} \Rightarrow \frac{0/5}{4} = \frac{f_1 - f_{0,B}}{2f_1 - f_{0,B}} \Rightarrow f_{0,B} = 6/7 f_1 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1) \text{ و } (2)} \frac{f_{0,A}}{f_{0,B}} = \frac{2/7 f_1}{6/7 f_1} = \frac{1}{3}$$

بنابراین:

۶۹- تابع کار فلزی ۳ eV است. بلندترین طول موج نوری که بتواند از سطح این فلز الکترون جدا کند، چند نانومتر است؟

$$\left( c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و } h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \right)$$

- (۱) ۲۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۶۰۰

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda} \approx \frac{1200}{\lambda(\text{nm})} \Rightarrow \lambda = \frac{1200}{W_0(\text{eV})} = \frac{1200}{3} = 400 \text{ nm}$$



۷۰- در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟

$$R = 0.01 (\text{nm})^{-1}$$

(۴)  $\frac{400}{3}$  و لیمان

(۳)  $\frac{400}{3}$  و بالمر

(۲) ۱۰۰ و لیمان

(۱) ۱۰۰ و بالمر

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کوتاه‌ترین طول موج گسیلی متناظر است با بیش‌ترین انرژی طیف اتم هیدروژن که مربوط به رشته لیمان  $n = 1, n' = \infty$  است:

$$n = 1, n' = \infty \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01 \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = 0.01 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda_{\min} = 100 \text{ nm}$$

۷۱- کدام یک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند؟

(۲) پدیده‌ی فوتوالکتریک و طیف خطی

(۱) مکانیت نیوتونی و پدیده‌ی فوتوالکتریک

(۴) نظریه‌ی الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

(۳) لیزر و نظریه‌ی الکترومغناطیسی ماکسول

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۷۲- تابع کار فلزی  $4/14 \text{ eV}$  است. بیشینه طول موج نور برای خارج کردن الکترون از سطح این فلز چند نانومتر است؟

$$\left( h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \text{ و } C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

(۴) ۶۰۰

(۳) ۵۰۰

(۲) ۴۰۰

(۱) ۳۰۰

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بیشینه طول موج نور متناظر با بسامد آستانه می‌باشد که از روی تابع کار فلز به دست

$$W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{1240}{4/14} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{1240}{4/14} = 300 \text{ nm}$$

می‌آید:

۷۳- یک لامپ ۲۰۰ وات، نور بنفش با طول موج  $400\text{ nm}$  گسیل می‌کند. یک لامپ ۲۰۰ واتی دیگر نور زرد با طول موج  $600\text{ nm}$  گسیل می‌کند. تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟

- (۱)  $\frac{2}{3}$       (۲) ۱      (۳)  $\frac{3}{2}$       (۴) ۲

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تعداد فوتون‌ها از حاصل تقسیم انرژی گسیلی ( $U = pt$ ) توسط لامپ به انرژی یک فوتون ( $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ ) به دست می‌آید.

$$\frac{n_y}{nv} = \frac{U_y}{U_v} \times \frac{hf_y}{hf_v} \Rightarrow U_y = U_v = 200\text{ J} \Rightarrow \frac{n_y}{nv} = \frac{\lambda v}{\lambda y} = \frac{400}{600} = \frac{2}{3}$$

۷۴- چه تعداد از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- (الف) طیف ناشی یک جسم جامد داغ، گسیلی پیوسته می‌باشد.  
 (ب) طیف تابشی گازهای کم‌فشار و رقیق، طیفی خطی می‌باشد.  
 (ج) اتم‌های هر گاز دقیقاً طول‌موج‌هایی از نور سفید را جذب می‌کنند که در صورت گرم شدن، به اندازه‌ی کافی آن طول‌موج‌ها را تابش می‌کنند.  
 (د) تنها برخی از رشته‌های گسیلی طیف بالمر در اتم هیدروژن، در ناحیه‌ی فرورسرخ قرار دارد.
- (۱) یک      (۲) دو      (۳) سه      (۴) چهار

« پاسخ »

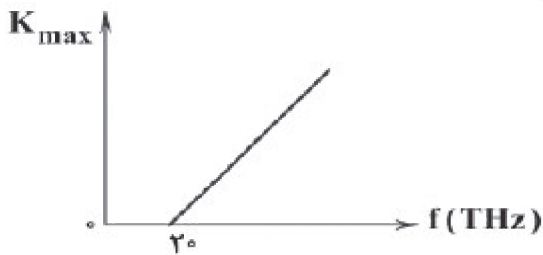
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طول‌موج‌های طیف بالمر در ناحیه‌ی فرابنفش و مرئی قرار دارند و عبارت «د» نادرست است. از سوی دیگر، عبارات‌های «الف»، «ب» و «ج» صحیح می‌باشند و گزینه‌ی ۱ صحیح است.

۷۵- در اتم هیدروژن، الکترون، گذاری از مدار  $n_U$  به  $n_L$  انجام می‌دهد. برای کدام مقادیر  $n_U$  و  $n_L$  به‌ترتیب از راست به چپ، تابش در محدوده‌ی فرابنفش است؟

- (۱) ۵ و ۱      (۲) ۴ و ۲      (۳) ۴ و ۳      (۴) ۳ و ۲

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تابش‌های رشته‌ی لیمان ( $n_L = 1$ ) در محدوده‌ی فرابنفش است.



۷۶- نمودار زیر مربوط به بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی است. حداکثر انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها اگر بسامد نور فرودی ۳۰ THz باشد، چند میلی‌الکترون ولت است؟

$$(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s})$$

- (۱) ۱۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۳۰  
(۴) ۴۰

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار، بسامد آستانه‌ی فلز ۲۰ THz است بنابراین با استفاده از رابطه‌ی  $K_{\max} = hf - W$ ، بیشینه انرژی جنبشی را محاسبه می‌کنیم:

$$K_{\max} = hf - W, \Rightarrow K_{\max} = hf - hf_0 = h(f - f_0)$$

$$\Rightarrow K_{\max} = 4 \times 10^{-15} \times (30 \times 10^{12} - 20 \times 10^{12}) = 4 \times 10^{-15} \times 10 \times 10^{12} = 40 \times 10^{-3} = 0.04 \text{ eV} = 40 \text{ meV}$$

۷۷- در طیف اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موجی که در رشته‌ی بالمر ( $n' = 2$ ) گسیل می‌شوند، به ترتیب از

راست به چپ، تقریباً چند نانومتر هستند؟ ( $R \approx 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$ )

- (۱) ۲۰۰، ۵۰۰  
(۲) ۴۰۰، ۷۲۰  
(۳) ۴۰۰، ۵۰۰  
(۴) ۲۰۰، ۷۲۰

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که مدار مقصد در رشته‌ی بالمر برابر  $n' = 2$  است. در این صورت داریم:  
(۱) کوتاه‌ترین طول موج در رشته‌ی بالمر، مربوط به حالتی است که الکترون از مدار خیلی دور ( $n = \infty$ ) به  $n' = 2$  منتقل می‌شود. در این حالت می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.01 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{1}{400} \Rightarrow \lambda_{\min} = 400 \text{ nm}$$

(۲) بلندترین طول موج در رشته‌ی بالمر، مربوط به حالتی است که الکترون از مدار  $n = 3$  به  $n' = 2$  منتقل شود. بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.01 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{5}{3600} = \frac{1}{720} \Rightarrow \lambda_{\max} = 720 \text{ nm}$$

۷۸- اگر بسامد پرتوی فرودی بر سطح فلزی ۶ برابر بسامد آستانه‌ی آن فلز باشد، نسبت تابع کار فلز به انرژی سریع‌ترین فوتوالکترون گسیل شده از سطح آن کدام است؟

- (۱) ۵ (۲)  $\frac{1}{5}$  (۳) ۳ (۴)  $\frac{1}{3}$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{W_0}{K_{\max}} = \frac{hf_0}{hf_0 - hf_1} = \frac{hf_0}{h(f_0 - f_1)} = \frac{f_0}{f_0 - f_1} = \frac{f_0}{6f_0 - f_0} = \frac{1}{5}$$

۷۹- نسبت کم‌ترین طول موج رشته‌ی ..... به بیش‌ترین طول موج رشته‌ی ..... برابر  $\frac{9}{16}$  است. (۵)  $n' = 5$  پفوند، (۴)  $n' = 4$  پاشن

- (۱) پفوند - براکت (۲) براکت - پفوند (۳) پفوند - پاشن (۴) پاشن - پفوند

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. کم‌ترین طول موج به ازای  $n \rightarrow \infty$  و بیش‌ترین طول موج به ازای  $n = n' + 1$  خواهد بود.

$$\frac{\frac{1}{\lambda_{\min n_1}}}{\frac{1}{\lambda_{\max n_2}}} = \frac{R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)}{R \left( \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)} = \frac{\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}}{\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_2^2}} = \frac{\lambda_{\max n_2}}{\lambda_{\min n_1}}$$

$$\xrightarrow[n_2 = n'_2 + 1]{n_1 = \infty} \frac{\lambda_{\max n_2}}{\lambda_{\min n}} = \frac{\frac{1}{n_1^2}}{\frac{1}{n_2^2} - \left( \frac{1}{(n'_2 + 1)^2} \right)} = \frac{\frac{1}{n_1^2}}{\frac{n_2^2 + 2n'_2 + 1 - n_2^2}{n_2^2 (n'_2 + 1)^2}}$$

$$= \frac{n_2^2 (n'_2 + 1)^2}{n_1^2 (2n'_2 + 1)} = \frac{16}{9} \Rightarrow \frac{n_2^2 (n'_2 + 1)^2}{n_1^2 (2n'_2 + 1)} = \frac{4^2}{3^2} \Rightarrow n'_2 = 4, n'_1 = 5$$

بنابراین  $n'_1 = 5$  مربوط به رشته‌ی پفوند و  $n'_2 = 4$  مربوط به رشته‌ی براکت است.

۸۰- در طیف اتم هیدروژن کمینه بسامد خطوط در رشته بالمر ( $n' = 2$ ) چند برابر بیشینه بسامد خطوط در رشته پاشن ( $n' = 3$ ) است؟

$\frac{7}{36}$  (۴)       $\frac{36}{7}$  (۳)       $\frac{4}{5}$  (۲)       $\frac{5}{4}$  (۱)

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می دانیم  $\lambda = \frac{v}{f}$  پس برای بیشینه بسامد باید کمینه طول موج را به دست آورد و بالعکس:

$$\frac{f_{\min} \text{ بالمر}}{f_{\max} \text{ پاشن}} = \frac{\lambda_{\min} \text{ پاشن}}{\lambda_{\max} \text{ بالمر}} \quad (I)$$

$\lambda_{\min}$  رشته پاشن ( $n' = 3$ ) در جابه جایی از  $n = \infty$  به  $n' = 3$  اتفاق می افتد و  $\lambda_{\max}$  رشته بالمر ( $n' = 2$ ) در جابه جایی از  $n = 3$  به  $n' = 2$  اتفاق می افتد:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min} \text{ پاشن}} = R \left( \frac{1}{9} - 0 \right) \Rightarrow \lambda_{\min} \text{ پاشن} = \frac{9}{R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\max} \text{ بالمر}} = R \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{5}{36} R \Rightarrow \lambda_{\max} \text{ بالمر} = \frac{36}{5R}$$

$$\xrightarrow{(I)} \frac{f_{\min} \text{ بالمر}}{f_{\max} \text{ پاشن}} = \frac{\frac{9}{R}}{\frac{36}{5R}} = \frac{5}{4}$$

۸۱- اگر توان یک لامپ ۶۰ میلی وات و طول موج نور خروجی لامپ ۶۰۰ نانومتر باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لامپ

گسیل می شود؟ (  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  )

$1/875 \times 10^{17}$  (۴)       $1/5625 \times 10^{17}$  (۳)       $1/5625 \times 10^{20}$  (۲)       $1/875 \times 10^{20}$  (۱)

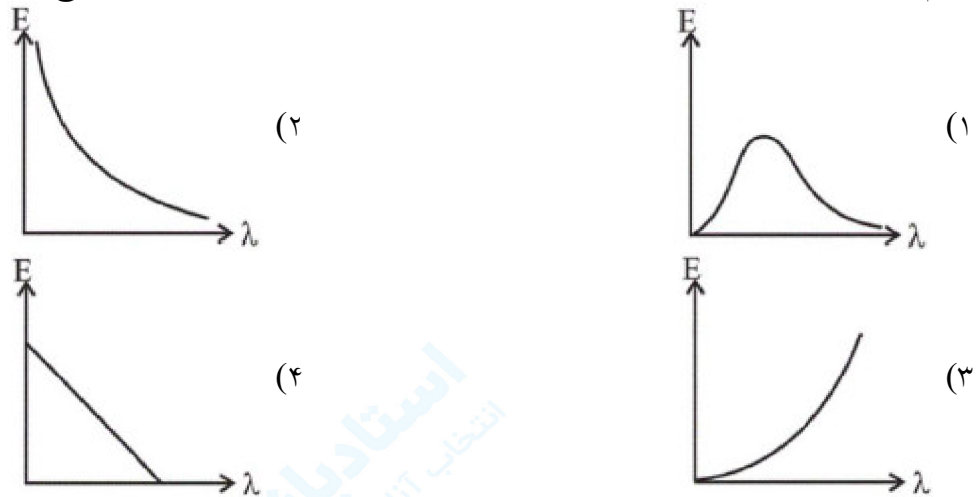
« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$E_{\text{out}} = nhf = nh \frac{c}{\lambda} \Rightarrow 60 \times 10^{-3} \times 1 = n \times 4 \times 10^{-15} \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\times \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} \Rightarrow n = 1/875 \times 10^{17} \text{ فوتون}$$

۸۲- کدام یک از نمودارهای زیر می‌تواند مقدار انرژی یک فوتون را برحسب طول موج آن به درستی نشان دهد؟



« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای یک فوتون، داریم:

$$E = hf \Rightarrow E = h \frac{c}{\lambda}$$

در رابطه بالا انرژی هر فوتون با طول موج آن رابطه عکس دارد  $(E \propto \frac{1}{\lambda})$  و از نوع توابع هموگرافیک می‌باشد که به صورت گزینه «۲» رسم می‌شود.

۸۳- انرژی فوتونی  $2/52 \text{ eV}$  است. این فوتون گسیلی می‌تواند مربوط به ..... در اتم هیدروژن باشد.

$$(hc = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}, R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$$

(۲) خط پنجم رشته بالمر ( $n' = 2$ )

(۱) خط سوم رشته لیمان ( $n' = 1$ )

(۴) خط پنجم رشته لیمان ( $n' = 1$ )

(۳) خط سوم رشته بالمر ( $n' = 2$ )

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه  $E = \frac{hc}{\lambda}$  می‌توان طول موج فوتون گسیلی را به دست آورد.

$$2/52 = \frac{1200}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{10^4}{21} \text{ nm} \approx 476/2 \text{ nm}$$

با توجه به مقدار تقریبی  $\lambda = 476/2 \text{ nm}$  می‌توان نتیجه گرفت که فوتون گسیلی در محدوده نور مرئی بوده و مربوط به رشته بالمر است. پس  $n' = 2$  است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{21}{10^4} = \frac{1}{100} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{21}{100} = \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{25} \Rightarrow n^2 = 25 \Rightarrow n = 5$$

$n = 5$  و  $n' = 2$ : فوتون گسیلی مربوط به خط سوم رشته بالمر است.

۸۴- کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- (۱) در گسیل خودبه‌خود، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.
- (۲) در گسیل القایی، تعداد فوتون‌های خروجی عددی زوج است.
- (۳) در گسیل القایی، فوتون ورودی باعث تحریک الکترون از حالت پایه شده و سپس با بازگشت این الکترون به تراز پایین‌تر، یک فوتون مشابه فوتون اولیه گسیل خواهد شد.
- (۴) الکترون‌های برانگیخته در ترازهای شبه پایدار، مدت زمان طولانی‌ترین نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در گسیل القایی، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود. برای تحریک اولیه الکترون از یک چشمه خارجی مناسب استفاده می‌شود.

۸۵- در طیف اتم هیدروژن، کمینه بسامد خطوط در رشته بالمر ( $n' = 2$ ) چند برابر بیشینه بسامد خطوط در رشته پاشن ( $n' = 3$ ) است؟

- (۱)  $\frac{5}{4}$       (۲)  $\frac{4}{5}$       (۳)  $\frac{36}{7}$       (۴)  $\frac{7}{36}$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم  $f = \frac{c}{\lambda}$  است، پس برای بیشینه بسامد باید کمینه طول موج را به دست آورد و بالعکس.

پاشن ( $\lambda_{\min}$ ) در جابه‌جایی الکترون از  $n = \infty$  به  $n' = 3$  اتفاق می‌افتد و بالمر ( $\lambda_{\max}$ ) در جابه‌جایی از  $n = 3$  به  $n' = 2$  اتفاق می‌افتد. با استفاده از معادله ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow f = Rc \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{(f_{\min})_{\text{بالمر}}}{(f_{\max})_{\text{پاشن}}} = \frac{\left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)}{\left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)} = \frac{5}{4}$$



۸۶- در یک اتم هیدروژن الکترون در تراز  $n$  قرار دارد. اگر تمام جهش‌های ممکن برای رفتن به حالت پایین‌تر در نظر گرفته شود، هر  $6$  طول موج گسیلی متمایز آن در ناحیه فرورسرخ قرار خواهند گرفت.  $n$  کدام است؟

(۱) ۶ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) ۳

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون طول موج‌ها در ناحیه فرورسرخ هستند، پس جهش‌های الکترون به ترازهای  $n' = 2$  (بالمر) و  $n' = 1$  (لیمان) غیر ممکن است. چون  $6$  طول موج مشخص و متمایز در این گسیل‌ها وجود دارند پس  $6$  جهش متمایز به صورت‌های زیر وجود دارند:

۳ جهش در رشته پاشن ( $n' = 3$ ):

$$4 \rightarrow 3, 5 \rightarrow 3, 6 \rightarrow 3$$

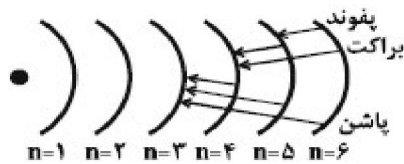
۲ جهش در رشته براکت ( $n' = 4$ ):

$$5 \rightarrow 4, 6 \rightarrow 4$$

۱ جهش در رشته پفوند ( $n' = 5$ ):

$$6 \rightarrow 5$$

پس الکترون در تراز  $n = 6$  قرار دارد.



۸۷- به سطح فلزی با تابع کار  $\frac{E_R}{13}$  به ترتیب پراثری‌ترین فوتون رشته بالمر ( $n' = 2$ ) و پراثری‌ترین فوتون رشته پاشن ( $n' = 3$ ) را می‌تابانیم. بیشینه سرعت آزاد شدن الکترون از سطح فلز در حالت اول چند برابر حالت دوم است؟

(۱)  $\frac{81}{16}$  (۲)  $\frac{9}{4}$  (۳)  $\frac{16}{81}$  (۴)  $\frac{9}{4}$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پراثری‌ترین فوتون هر رشته متناظر با کوتاه‌ترین طول موج آن رشته (یعنی  $n = \infty$ ) است. پراثری‌ترین فوتون رشته بالمر ( $n' = 2$ ) برابر با  $\frac{E_R}{2}$  و پراثری‌ترین فوتون رشته پاشن

( $n' = 3$ ) برابر با  $\frac{E_R}{3^2}$  است. در رابطه  $K_{\max} = hf - W$  به جای انرژی فوتون ( $hf$ ) از  $\frac{E_R}{4}$  و  $\frac{E_R}{9}$  استفاده

می‌کنیم.

$$K_{\max} = hf - W,$$

$$(K_{\max})_1 = \frac{E_R}{4} - \frac{E_R}{13} \Rightarrow (K_{\max})_1 = \frac{9E_R}{13 \times 4}$$

$$(K_{\max})_2 = \frac{E_R}{9} - \frac{E_R}{13} \Rightarrow (K_{\max})_2 = \frac{4E_R}{13 \times 9}$$

در نتیجه:

$$\frac{(K_{\max})_1}{(K_{\max})_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{\frac{9E_R}{13 \times 4}}{\frac{4E_R}{13 \times 9}} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{81}{16} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{9}{4}$$

۸۸- در یک آزمایش فوتوالکتریک، اگر به سطح فلزی با تابع کار  $2\text{eV}$ ، نوری با بسامد  $10^{15}\text{ Hz}$  بتابانیم، بیشینه تندی فوتوالکترون‌های گسیلی  $V_{\text{max}}$  می‌شود. اگر بخواهیم بیشینه تندی فوتوالکترون‌های گسیلی  $2V_{\text{max}}$  گردد، بسامد

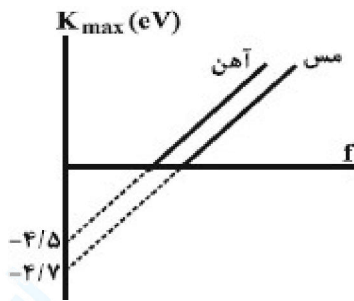
نور فرودی را چند هرتز باید افزایش دهیم؟ ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ )

- (۱)  $2/5 \times 10^{15}$  (۲)  $1/5 \times 10^{15}$  (۳)  $3 \times 10^{15}$  (۴)  $5 \times 10^{15}$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه انرژی جنبشی بیشینه،  $K_{\text{max}} = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$ ، برای دو برابر شدن  $v_{\text{max}}$  باید انرژی جنبشی ۴ برابر شود، پس:

$$\begin{aligned} (V_{\text{max}})_2 &= 2(V_{\text{max}})_1 \\ \Rightarrow (K_{\text{max}})_2 &= 4(K_{\text{max}})_1 \Rightarrow hf_2 - W_0 = 4(hf_1 - W_0) \\ \Rightarrow 4 \times 10^{-15} f_2 - 2 &= 4 \times (4 \times 10^{-15} \times 10^{15} - 2) \\ \Rightarrow f_2 &= 2/5 \times 10^{15} \text{ Hz} \Rightarrow \Delta f = 1/5 \times 10^{15} \text{ Hz} \end{aligned}$$



۸۹- در یک آزمایش فوتوالکتریک، نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی برای دو فلز آهن و مس رسم شده است. اگر نوری با طول موج  $272/5 \text{ nm}$  به سطح هر دو فلز بتابانیم، در کدام فلز گسیل فوتوالکترون صورت می‌گیرد؟ ( $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$ )

(۱) آهن

(۲) مس

(۳) در هر دو، گسیل فوتوالکترون صورت می‌گیرد.

(۴) در هیچ کدام گسیل فوتوالکترون صورت نمی‌گیرد.

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار تابع کار آهن  $W_0 = 4/5 \text{ eV}$  و تابع کار مس  $W_0 = 4/7 \text{ eV}$  است. به کمک رابطه  $W_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$  می‌توانیم طول موج آستانه هر فلز را به دست آوریم.

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \begin{cases} \text{آهن: } 4/5 = \frac{1240}{(\lambda_0)_{\text{آهن}}} \Rightarrow (\lambda_0)_{\text{آهن}} = 275/5 \text{ nm} \\ \text{مس: } 4/7 = \frac{1240}{(\lambda_0)_{\text{مس}}} \Rightarrow (\lambda_0)_{\text{مس}} = 263/8 \text{ nm} \end{cases}$$

با توجه به این که گسیل فوتوالکترون در طول موج‌های کمتر از  $\lambda_0$  رخ می‌دهد، پس در فلز آهن گسیل فوتوالکترون صورت می‌گیرد.

۹۰- اگر فرض کنیم شدت تابشی خورشید در نقطه‌ای روی سطح زمین برابر با  $310 \frac{W}{m^2}$  باشد، یک پنل خورشیدی به ابعاد

$100 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}$  و بازدهی ۲۰ درصد، در هر دقیقه انرژی چند فوتون را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند؟ (طول

موج متوسط فوتونها را  $600 \text{ nm}$  فرض کنید،  $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$  و  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$

(۱)  $4/5 \times 10^{21}$  (۲)  $4/5 \times 10^{22}$  (۳)  $2/25 \times 10^{21}$  (۴)  $2/25 \times 10^{22}$

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه شدت تابشی، انرژی جذب شده توسط پنل خورشیدی را تعیین می‌کنیم. داریم:

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow 310 = \frac{E}{2 \times 60} \Rightarrow E = (2 \times 60 \times 310) \text{ J}$$

با توجه به این که بازده این پنل در تبدیل انرژی فوتونها به انرژی الکتریکی برابر با ۲۰ درصد است، بنابراین برای تعیین تعداد فوتون‌هایی که انرژی آن‌ها به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود، داریم:

$$\frac{20}{100} E = n \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{2}{10} \times 2 \times 60 \times 310 = n \frac{1240 \times 1/6 \times 10^{-19}}{600}$$

$$\Rightarrow n = 2/25 \times 10^{22} \text{ فوتون}$$

۹۱- رابطه انرژی فوتونی که در اثر گذار الکترون از تراز انرژی بالا به پایین ایجاد می‌شود، به صورت

$$E = -A \left( \frac{1}{n_U^2} - \frac{1}{n_L^2} \right)$$

نور در خلأ است.)

$\frac{Rc}{h}$  (۴)

$Rhc$  (۳)

$\frac{R}{hc}$  (۲)

$R$  (۱)

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی که اتم هیدروژن، فوتونی با انرژی  $E_U - E_L = hf$  را جذب می‌کند، الکترون از مداری با انرژی  $E_L$  به مداری با انرژی  $E_U$  می‌رود. بنابراین داریم: (انرژی فوتون گسیلی برابر اختلاف انرژی این دو تراز است.)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{f}{c} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$f = cR \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$hf = hcR \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow A = Rhc$$

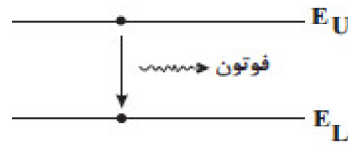
- ۹۲- چه تعداد از جملات زیر درست است؟
- (آ) اتم‌های هر گاز دقیقاً طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که در صورت برانگیختگی تابش می‌کنند.  
(ب) طیف گسیلی و جذبی دو نوع گاز می‌توانند همانند یکدیگر باشند.  
(پ) مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود.  
(ت) بیش‌تر تابش گسیل شده از سطح اجسام در دماهای معمولی در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

## « پاسخ »

- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
- آ: با توجه به خط آخر صفحهٔ ۱۰۸ دست است.
- ب: با توجه به بند آخر صفحهٔ ۱۰۸ نادرست است.
- پ: با توجه به بند آخر صفحهٔ ۱۰۹ درست است.
- ت: با توجه به حاشیهٔ صفحهٔ ۹۹ درست است.
- لذا ۳ جمله درست خواهد بود.

۹۳- کدام یک از عبارتهای زیر در مورد لیزرها نادرسیت است؟

- (۱) هرچه الکترونها بتوانند در تراز شبه پایدار مدت زمان بیش تری باقی بمانند
- (۲) همه پرتوهای نوری که از یک لامپ رشته‌ای ساطع می‌شوند همفاز نیستند در صورتی که پرتوهای نوری که از یک لیزر ساطع می‌شوند همگی همفازند.

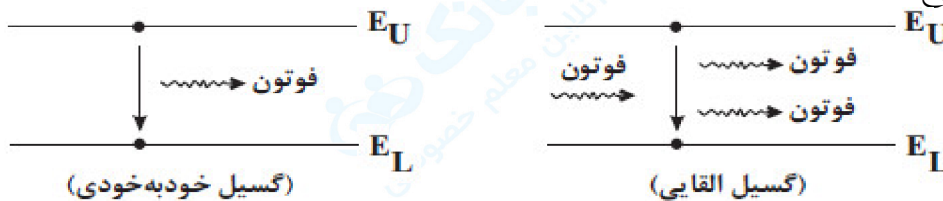


(۳) شکل روبه‌رو نمایش‌دهنده گسیل القایی در لیزرهاست.

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

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



اگر انرژی کافی به اتمها داده شده، الکترونهای بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است.

وارونی جمعیت الکترونها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترونها در ترازهای سوم به تراز شبه پایدار نسبت به تراز پایین بسیار بیشتر باشند. در این تراها الکترونها مدت زمان بسیار طولانی‌تری ( $10^{-3}$  s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی ( $10^{-8}$  s) باقی می‌مانند.

این زمان طولانی‌تر فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. (صحت گزینه‌های «۱» و «۴»)

در لیزر فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. (صحت گزینه «۲»)

۹۴- یک الکترون در اتم هیدروژن با دریافت نور تک‌رنگی با طول موج  $100\text{ nm}$  برانگیخته شده و از حالت پایه به مدار دیگری می‌رود. با در نظر گرفتن تمام گذراهای ممکن اگر این اتم به حالت پایه باز گردد، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت وجود دارد؟ ( $hc = 1200\text{ eV}\cdot\text{nm}$  و  $E_R = 13/5\text{ eV}$ )

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در ابتدا باید بدانیم الکترون با دریافت این نور به کدام حالت برانگیخته رفته است.

$$hf = E_U - E_L \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_U - E_L$$

$$\frac{1200}{100} = \frac{-13/5}{n^2} - \frac{-13/5}{1^2} \Rightarrow n^2 = 9 \Rightarrow n = 3$$

الکترونی که در مدار  $n = 3$  قرار دارد برای رفتن به حالت پایه ۳ گذار مختلف و در نتیجه ۳ فوتون با انرژی‌های مختلف به صورت زیر می‌تواند داشته باشد:

$$\Delta E(E_3 \rightarrow E_2)$$

$$\Delta E(E_3 \rightarrow E_1)$$

$$\Delta E(E_2 \rightarrow E_1)$$

۹۵- یک سلول خورشیدی به ابعاد  $75\text{ cm} \times 75\text{ cm}$ ، در یک روز ابری شدت تابشی  $100 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  را از خورشید دریافت می‌کند.

اگر طول موج متوسط فوتون‌ها  $496\text{ nm}$  باشد، در این صورت تعداد تقریبی فوتون‌های دریافتی در مدت نصف شبانه‌روز مطابق با کدام گزینه است؟ ( $hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$  و  $e = 1/6 \times 10^{-19}\text{ C}$ )

۱)  $6 \times 10^{25}$       ۲)  $6 \times 10^{19}$       ۳)  $6 \times 10^{24}$       ۴)  $6 \times 10^{18}$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا توان ورودی را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{P}{\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}} = 100 \Rightarrow P = 100 \times \left(\frac{9}{16}\right) = 56/25\text{ W}$$

انرژی دریافتی:

$$E_{\text{کل}} = P \cdot \Delta t = 56/25 \times (12 \times 60 \times 60)$$

$$\Rightarrow E_{\text{کل}} = 2/43 \times 10^6\text{ J} \approx 1/5 \times 10^{25}\text{ eV}$$

$$E_{\text{فوتون}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{496} = 2/5\text{ eV}$$

$$n = \frac{E_{\text{کل}}}{E_{\text{فوتون}}} = \frac{1/5 \times 10^{25}}{2/5} = 0/6 \times 10^{25} = 6 \times 10^{24}\text{ فوتون}$$



۹۶- طول موج‌های مربوط به رشته پاشن ( $n' = 3$ ) تقریباً در محدوده کدام یک از گزینه‌های زیر برحسب نانومتر می‌تواند

قرار گیرد؟ ( $R = 0.11 \text{ nm}^{-1}$ )

- (۱) ۱۰۰۰ تا ۱۸۵۰ (۲) ۹۵۰ تا ۱۹۵۰ (۳) ۸۰۰ تا ۱۹۰۰ (۴) ۹۰۰ تا ۱۹۰۰

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{3^2}{R} \approx 818.18 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = R \left( \frac{16-9}{144} \right) = R \left( \frac{7}{144} \right)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{144}{0.77} \approx 187.0 \text{ nm}$$

۹۷- اگر فوتون گسیل شده از دهمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر ( $n' = 2$ ) به سطح فلز A بتابد، پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. اگر فوتون گسیل شده از اولین خط طیف اتم هیدروژن در رشته لیمان ( $n' = 1$ ) به سطح فلز A بتابد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

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

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون به ازای بسامد فوتون گسیل شده از دهمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر فوتوالکتریک رخ داده است، به ازای بسامدهای بالاتر هم پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. چون بسامد فوتون‌های گسیل شده رشته لیمان از بسامد فوتون گسیل شده از تمام خطوط رشته بالمر بزرگتر است، بنابراین پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکتردها افزایش می‌یابد.

۹۸- کدام یک از گزینه‌های زیر جزء ویژگی‌های گسیل القایی نمی‌باشد؟

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

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. سه ویژگی عمده گسیل القایی مطابق گزینه‌های «۱» و «۲» و «۳» می‌باشد.

۹۹- کدام گزینه در مورد پدیده فوتوالکتریک نادرست است؟

- (۱) در بسامد ثابت با افزایش شدت نور تعداد فوتوالکتردها افزایش یافت.
- (۲) در بسامد ثابت با افزایش شدت نور انرژی جنبشی فوتوالکتردها بدون تغییر می ماند.
- (۳) اگر طول موج نور تابیده شده بر سطح فلز از طول موج آستانه کمتر باشد، پدیده فوتوالکتریک رخ نمی دهد.
- (۴) بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامد آستانه کمتر باشد پدیده فوتوالکتریک رخ نمی دهد. بنابراین اگر طول موج نور تابیده شده بر سطح فلز از طول موج آستانه بیشتر باشد، پدیده فوتوالکتریک رخ نخواهد داد.

	°	
<b>B</b>	_____	-۰/۸۵eV
	_____	-۱/۵۱eV
<b>A</b>	_____	-۳/۴۰eV
	_____	-۱۳/۶eV

۱۰۰- شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد. وقتی الکترون از تراز انرژی A به تراز انرژی B برود بسامد فوتون ..... توسط الکترون برابر با ..... تراهرتز

است.  $(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s})$

- (۱) گسیل شده، ۶۳۷۵      (۲) گسیل شده، ۱۰۶۲۵
- (۳) جذب شده، ۶۳۷/۵      (۴) جذب شده، ۱۰۶۲/۵

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی الکترون از تراز A به تراز B می رود، انرژی آن افزایش می یابد، بنابراین بایستی یک فوتون با انرژی برابر با اختلاف انرژی بین این دو تراز را جذب کند. بسامد فوتون جذب شده برابر است با:

$$\Delta E = hf \Rightarrow E_B - E_A = 4 \times 10^{-15} \times f \Rightarrow -0/85 + 3/40 = 4 \times 10^{-15} f$$

$$\Rightarrow f = 6/375 \times 10^{14} \text{ Hz} = 637/5 \text{ THz}$$