

۵-۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون

۱. یک لامپ حاوی گاز کم‌فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول‌موج 589 nm گسیل می‌کند.

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

ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ 50 W است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟

۲. توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیوم نئون 50 mW است. اگر توان ورودی این لیزر 500 W باشد، الف) بازده لیزر را حساب کنید.

ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی 633 nm باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.

۳. یک لامپ رشته‌ای با توان 100 W از فاصله یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به‌طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده لامپ ۵ درصد است (یعنی 5 W 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.)

۱۴. شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود 1360 W/m^2 است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر 1 m^2 ، مقدار انرژی 1360 J می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد مقداری زیادی از شدت آن، به علت جذب در جو و ابرها از دست می‌رود. اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین 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) 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.

4. 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

۷. 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 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 680nm قادر به جدا کردن الکترون از سطح این فلز هستند؟

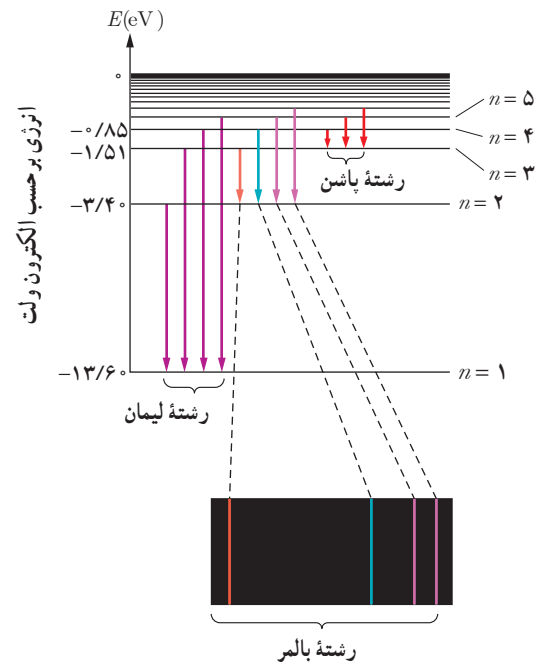
۸. تابش فرابنفشی با طول موج 200 nm بر سطح تیغه‌ای از جنس نیکل با تابع کار 4.9 eV تابیده می‌شود. بیشینه تندی فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح نیکل را حساب کنید.

4. هر گاه بر سطح فلزی نوری با طول موج 420 nm بتابد بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده حدود 0.5 eV است. بسامد آستانه برای گسیل فوتوالکترون‌ها از سطح این فلز چقدر است؟

۲-۵ و ۳-۵ طیف خطی و مدل اتم رادرفورد - بور

- ۱- 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.

|| 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 13.6eV چیست؟
 ب) بر اساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را توضیح دهید.
 پ) اختلاف کوتاه ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را، گستره طول موج های آن رشته می نامند. گستره طول موج های رشته لیمان ($n'=1$) را پیدا کنید.

۱۱ 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 پدیده فیزیکی نمونه‌ای از

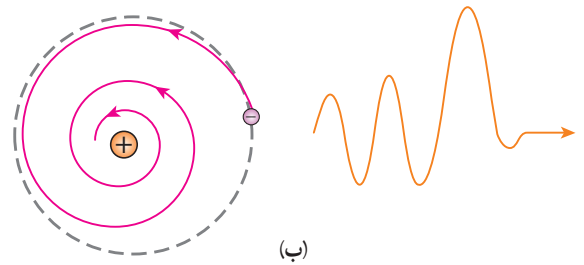
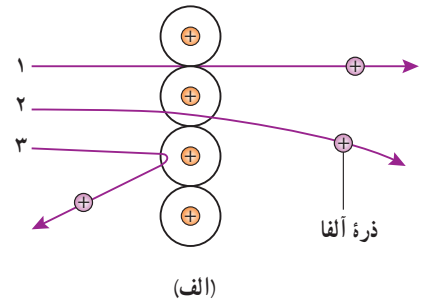
فلوئورسانسی است. آزمایش نشان می‌دهد در پدیده فلوئورسانسی

طول‌موج‌های گسیل‌یافته معمولاً برابر همان طول‌موج نور

فرودی یا بزرگ‌تر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل

بور می‌توانید تبیین کنید؟

۱۳. مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه نازک طلا به دست آمده بود (شکل الف).
 الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند.
 ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذره ۳ منحرف می‌شوند. این امر چه نکته‌ای را درباره ساختار اتم طلا نشان می‌دهد؟
 پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحه نازک طلا استفاده کرده بود؟
 ت) شکل ب، به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟ در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟



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:

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

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

الکترون اتم هیدروژنی در تراز ۵ قرار دارد.

۱۷. 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؟

۴-۵ لیزر

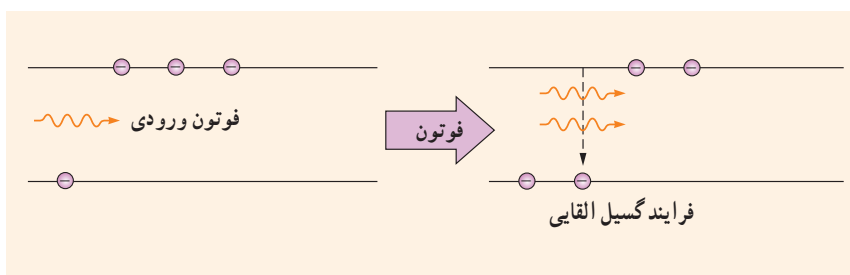
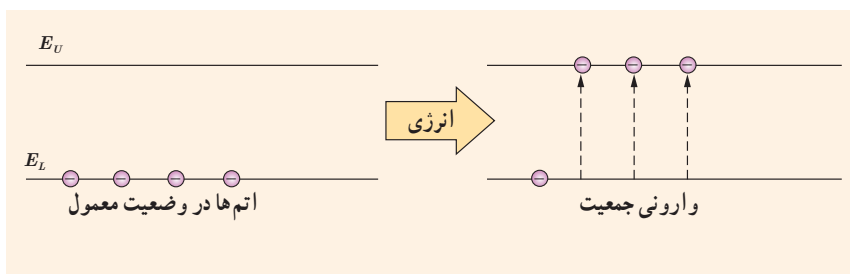
۱۷. شکل زیر فرایند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد.

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

ب) نقش انرژی داده‌شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می‌شود؟

پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟
ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا فرایند گسیل القایی انجام شود؟

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



11. 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 به طور مستقیم به باریکه نور ایجادشده توسط لیزر نگاه نکنید؟

