فصل ۴ آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

درس ۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون، طیف خطی و مدل‌های اتمی رادرفورد و بور، لیزر

سؤالات امتحانی درس اوّل

۱ جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

الف. اگر طیف اتمی زمینهٔ سیاه و خط‌های رنگی داشته باشد، به آن ..... می‌گویند.

ب. در فیزیک جدید کمیت‌های گسسته را کمیت ..... می‌نامند.

پ. انرژی هر فوتون با طول موج نسبت ..... دارد.

ت. به الکترون‌های کنده شده از سطح فلز در اثر تابش نور، ..... گفته می‌شود.

ث. طول موج‌های ایجاد شده در طیف خطی برای اتم‌های هر گاز ..... هستند.

ج. خط‌های سری لیمان در طیف خطی اتم هیدروژن در ناحیهٔ ..... طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارند.

چ. براساس مدل اتمی تامسون، اتم توزیع یکنواختی از بار ..... است و بارهای ..... در آن پراکنده شده‌اند.

ح. در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون بیشتر اوقات در ..... قرار دارد.

۲ عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید:

الف. انرژی هر فوتون نور مرئی (بیشتر ـ کمتر) از موج فروسرخ است.

ب. افزایش شدت نور تابشی بر گسیل فوتوالکترون‌ها (بی‌تأثیر ـ موثر) است.

پ. الگوی اتمی (رادرفورد – تامسون) موسوم به الگوی کیک کشمشی است.

ت. فوتون‌های لیزری حاصل از این برهم کنش هستند. (گسیل القایی – گسیل خودبه‌خودی)

ث. الگوی رادرفورد برای اتم (می‌تواند – نمی‌تواند) پایداری اتم‌ها را توضیح دهد.

۳ توجیه کوانتومی پدیدهٔ فوتوالکتریک را بنویسید.

۴ چرا فوتون‌های نور با رنگ‌های متفاوت، انرژی متفاوت دارند؟

۵ سه پرتو X و بنفش و رادیویی را برحسب انرژی فوتون‌هایشان به‌طور صعودی مرتب کنید.

۶ از یک لامپ که طول موج نور آن $0/66\mu m$ است، در مدت ۲/۰ دقیقه $1/0\times10^{22}$ فوتون تابش می‌شود. توان این لامپ چند وات است؟ $c=3/0\times10^{8}\,m/s$ و $h=6/6\times10^{-34}\,J.s$

۷ توان باریکهٔ نور خروجی از یک لیزر گازی هلیوم ـ نئون برابر $6/0\times10^{-4}\,W$ و توان ورودی آن ۶۰W است.

الف. بازده لیزر را محاسبه کنید.

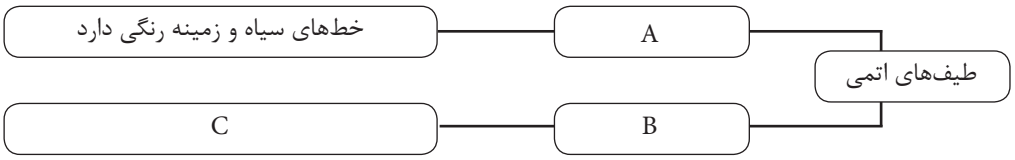
ب. درصورتی که طول موج باریکهٔ خروجی $660\times10^{-9}\,m$ باشد، در هر دقیقه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌شود؟ $c=3/0\times10^{8}\,m/s$ و $h=6/6\times10^{-34}\,J.s$

۸ طیف پیوسته و طیف گسستهٔ خطی هر کدام در چه شرایطی ایجاد می‌شوند؟

۹ از مطالعهٔ طیف‌های گسیلی و جذبی عنصرهای مختلف، دو نتیجهٔ مهم حاصل می‌شود. این نتیجه‌ها را بنویسید.

۱۰ الف. طیف خورشید چگونه طیفی است؟ ب. چرا در طیف نور سفید خورشید، خط‌های تیره دیده می‌شود؟

۱۱ **در خانه‌های خالی نقشهٔ مفهومی زیر، به جای حروف، کلمه و یا عبارت مناسب بنویسید:**



۱۲ **سازوکار گسیل نور توسط یک اتم را از دیدگاه مدل اتمی تامسون بنویسید.**

۱۳ **یکی از ضعف‌های مدل اتمی تامسون را بیان کنید؟**

۱۴ **مدل اتم هسته‌ای را چه کسی مطرح کرد؟ ضعف‌های این مدل اتمی را بنویسید.**

۱۵ **مفروضات مدل اتمی بور را بنویسید.**

۱۶ **جذب تابش الکترومغناطیسی در طیف هیدروژن را به کمک الگوی بور شرح دهید.**

۱۷ **چرا انرژی الکترون بر روی مدارها منفی است؟**

۱۸ **انرژی یونش الکترون چیست؟**

۱۹ **دو موفقیت و دو ضعف مدل اتمی بور را بنویسید.**

۲۰ **چه تفاوتی بین گسیل خودبه‌خودی و گسیل القایی وجود دارد؟**

۲۱ **وارونی جمعیت چیست؟**

۲۲ **دو روش معمول برای ایجاد وارونی جمعیت را نام ببرید.**

۲۳ **سه ویژگی عمدهٔ فوتون‌های لیزری را بنویسید.**

۲۴ **چه زمانی می‌گوییم اتم‌ها در وضعیت معمول قرار دارند؟**

۲۵ **شکل زیر یک تفاوت نور حاصل از یک چشمهٔ معمولی و لیزر را نشان می‌دهد. این تفاوت چیست؟**

۲۶ **بلندترین طول موج مربوط به رشتهٔ بالمر اتم هیدروژن را محاسبه کنید.** $R = ۰/۰۱\,nm^{-۱}$

۲۷ **بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ پاشن اتم هیدروژن را محاسبه کنید.** $R = ۰/۰۱nm^{-۱}$

۲۸ **اتم هیدروژن از حالت برانگیختهٔ $n = ۴$ به حالت پایه بازمی‌گردد.**

الف. انرژی فوتون تابش شده را برحسب الکترون ولت و ریدبرگ بیان کنید.

ب. طول موج وابسته به آن را محاسبه کنید.

پ. این فوتون مربوط به کدام رشته از طیف هیدروژن است؟ $R = ۰/۰۱nm^{-۱}$

۲۹ **اتم هیدروژن در حالت برانگیختهٔ $n = ۵$ قرار دارد.**

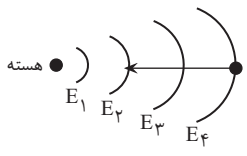
الف. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، این اتم با تابش چند فوتون مختلف می‌تواند به حالت پایه برگردد؟

ب. کوتاه‌ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟

پ. اگر تنها گذارهای $\Delta n = ۱$ مجاز باشد، چه طول موج‌هایی گسیل می‌شود و هر یک در کدام ناحیه در طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارند؟ $R = ۰/۰۱nm^{-۱}$

۳۰ **با ذکر مثال توضیح دهید اتم هیدروژن گونه چگونه اتمی است؟**

۳۱ **در شکل، ترازهای انرژی مربوط به اتم هیدروژن را مشاهده می‌کنید. در گذار نشان داده شده**



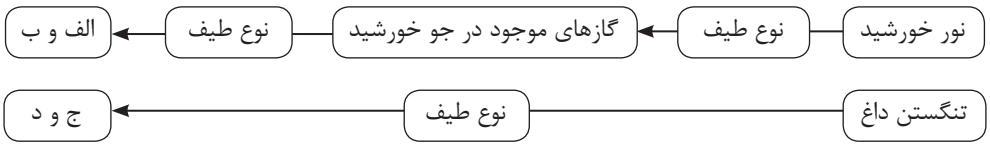
الف. فوتون جذب می‌شود یا تابش؟

ب. انرژی فوتون فوق چند الکترون‌ولت است؟

پ. این فوتون مربوط به کدام رشته از طیف اتم هیدروژن است؟ $E_۱ = -۱۳/۶\ ev$

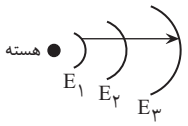
۳۲ **انرژی یونش در تراز $n = ۳$ اتم هیدروژن چند الکترون ولت و چند ریدبرگ است؟** $(E_R = ۱۳/۶eV)$

۳۳ در نقشهٔ مفهومی زیر، نوع طیف را هم از نظر جذبی یا گسیلی و هم از نظر خطی یا پیوسته بودن مشخص کنید.



۳۴ رابطهٔ ریدبرگ را به کمک فرضیه‌های بور به دست آورید.

۳۵ **الف.** در شکل مقابل، برای گذار الکترون از حالت پایه به مدار $n = ۳$ در اتم هیدروژن از یک فوتون استفاده شده است. انرژی این فوتون چند الکترون ولت بوده است؟ $(E_R = ۱۳/۶ eV)$



ب. اگر این الکترون دوباره به حالت پایه برگردد، طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟

۳۶ طرح‌وارهٔ شکل روبه‌رو مربوط به یکی از ضعف‌های مدل اتمی رادرفورد است. استنباط خود را از دیدن این شکل بیان کنید.

۳۷ اگر در اتم هیدروژن، الکترون‌گذاری را از تراز $n = ۴$ به تراز $n = ۲$ انجام دهد؛

الف. انرژی فوتون تابش شده چند الکترون ولت است؟

ب. طول موج فوتون گسیلی چند نانومتر است؟ $E_۱ = -۱۳/۶ eV$

۳۸ **الف.** انرژی الکترون در تراز $n = ۴$ اتم هیدروژن را برحسب الکترون‌ولت محاسبه کنید.

ب. این انرژی چند ریدبرگ است؟

پاسخ

۱ **الف.** خطی **ب.** کوانتومی **پ.** وارون
ت. فوتوالکترون **ث.** منحصربه‌فرد **ج.** فرابنفش
چ. مثبت ـ منفی **ح.** حالت پایه

۲ **الف.** بیشتر **ب.** بی‌تأثیر **پ.** تامسون
ت. گسیل القایی **ث.** نمی‌تواند

۳ هر فوتون تنها با یک الکترون برهم کنش دارد و تمام انرژی فوتون به الکترون داده می‌شود و فوتون از بین می‌رود. اگر انرژی فوتون از انرژی بستگی الکترون بیشتر باشد، الکترون بلافاصله از اتم جدا شده و اضافهٔ انرژی به‌صورت انرژی جنبشی فوتوالکترون ظاهر می‌شود.

۴ زیرا هر رنگی دارای طول موج معینی است و انرژی فوتون نیز با طول موج آن نسبت وارون دارد.

۵ $E_{\text{رادیویی}} < E_{\text{بنفش}} < E_X$

۶ ابتدا انرژی هر فوتون را محاسبه می‌کنیم.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\,J.s)(۳/۰\times۱۰^{۸}\,m/s)}{(۰/۶۶\times۱۰^{-۶}\,m)} = ۳/۰\times۱۰^{-۱۹}\,J$$

$$P = \frac{E_{\text{کل}}}{t} \Rightarrow P = \frac{nE}{t} = \frac{۱۰^{۲۲}\times۳/۰\times۱۰^{-۱۹}}{(۲min)(۶۰\frac{s}{min})} = ۲۵\,W$$

۷ **الف.** $\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} = \frac{۶/۰\times۱۰^{-۴}}{۶۰} = ۱/۰\times۱۰^{-۵}$

ب. انرژی هر فوتون

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\,J.s)(۳/۰\times۱۰^{۸}\,m/s)}{۶۶۰\times۱۰^{-۹}\,m} = ۳/۰\times۱۰^{-۱۹}\,J$$

$$\left.\begin{array}{l} E_{\text{کل}} = P_{\text{خروجی}}\,t \\ E_{\text{کل}} = nE \end{array}\right\} \Rightarrow ۶/۰\times۱۰^{-۴}\times۶۰ = n\times۳/۰\times۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow n = ۱/۲\times۱۰^{۱۷}$$

۸ تشکیل طیف توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است، در حالی‌که تشکیل طیف خطی در گازهای رقیق به وجود می‌آید که اتم‌های آن‌ها منفرد هستند و برهم کنش آن‌ها ناچیز است.

۹ ۱. طول موج‌های طیف گسیلی و جذبی از مشخصه‌های هر عنصر است.
۲. طول موج‌های طیف گسیلی و جذبی بر هم منطبق هستند.

۱۰ **الف.** طیف جذبی
ب. زیرا در جو خورشید عناصر به‌صورت بخار اتمی وجود دارند و هنگامی که طیف نور سفید از آن‌ها عبور می‌کند، بعضی از طول موج‌ها را جذب می‌کنند.

۱۱ A: طیف جذبی B: طیف خطی
C: زمینه سیاه و خط‌های رنگی دارد.

۱۲ الکترون‌ها با بسامدهای معین حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند و این نوسان، باعث تابش موج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود.