۱ از داخل پرانتز گزینهٔ درست را انتخاب کنید.

پاسخ:

الف در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ (فرابنفش – فروسرخ) است.

پاسخ: فروسرخ

۲ 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) طیف پیوسته حاصل از یک جسم جامد ملتهب است و اتم‌های گازهای کم‌فشار و رقیق (یا بخار عناصر رقیق‌شده) در صورت تحریک مناسب، طیف گسسته‌ای را که شامل طول موج‌های معینی است، گسیل می‌کنند.

تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است، ولی بین اتم‌های گازهای کم‌فشار و رقیق، برهم‌کنش‌های قوی وجود ندارد.

(ب) طیف پیوسته: یک جسم جامد با دمای بسیار بالا نیاز است. (البته اجسام در هر دمایی تابش گرمایی دارند؛ ولی برای مشاهده و نیز بررسی بهتر طیف‌های گسیلی، هرچه دمای جسم بالاتر باشد، شدت پرتوها و گستردگی آنها بیشتر و بهتر است.)

طیف گسسته: اگر یک لامپ باریک که حاوی مقداری گاز رقیق و کم‌فشار است را به کمک جریان برق تحریک کنیم، در اثر تخلیهٔ الکتریکی، اتم‌های گاز نوری گسیل می‌کنند که با عبور این نور از منشور، طیف گسسته قابل مشاهده است.

۳ گزاره‌های زیر را با واژهٔ مناسب کامل کنید.

پاسخ:

الف تشکیل طیف گسیلی ..... توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است.

پاسخ: پیوسته

۴ واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و بنویسید.

الف طیف گسیلی یک لامپ حاوی مقداری گاز کم‌فشار و رقیق که به ولتاژ بالا وصل است، طیفی (پیوسته ـ خطی) است.

پاسخ: خطی

۵ کوتاه‌ترین طول موج گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$، چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

دورترین گذار، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی هر رشته را ایجاد می‌کند، یعنی در اینجا $\begin{cases} n = \infty \\ n' = ۲ \end{cases}$

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{\infty})$$

$$\lambda = ۴۰۰nm$$

۶ در اتم هیدروژن، بلندترین طول موج در رشته بالمر $(n' = ۲)$ چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱\ (nm)^{-۱})$

پاسخ: بلندترین طول موج مربوط به $n = n' + ۱$ بوده که در اینجا $n = ۳$ می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda = ۷۲۰\ nm$$

۷ کوتاه‌ترین طول موج رشته پاشن $(n' = ۳)$ در اتم هیدروژن را به‌دست آورید: $(R = ۰/۰۱nm^{-۱})$

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به دورترین گذار که در اینجا $n = \infty$ است، می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - ۰) \rightarrow \lambda = ۹۰۰nm$$

۸ بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱۱nm^{-۱})$

بلندترین طول موج مربوط به $n = n' + ۱$ می‌شود. یعنی $n = ۴$، بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱۱nm^{-۱}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) \Rightarrow \lambda \cong ۱۸۷۰nm$$

۹ اتم هیدروژن در حالت برانگیختهٔ $n = ۳$ قرار دارد. کوتاه‌ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱nm^{-۱})$

کوتاه‌ترین طول موج تابشی مربوط به دورترین گذار به پایین می‌شود که $n' = ۱$ می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda = ۱۱۲/۵nm$$

۱۰ سومین طول موج در رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد.

$(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۶^۲}) \Rightarrow \lambda = ۱۲۰۰nm$$

فروسرخ

۱۱ طول موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ را به‌دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع‌اند؟

$$\begin{cases}\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱۰۹(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{n^{۲}})\\ n'=۳ \text{ رشتهٔ پاشن}\end{cases}$$

خط اول رشتهٔ پاشن $\Rightarrow n=۴ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱۰۹(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶})=۰/۰۱۰۹(\frac{۷}{۱۴۴})$

$$\Rightarrow \lambda=\frac{۱۴۴}{۷\times ۰/۰۱۰۹}nm \rightarrow \lambda=۱۸۸۷/۲۸nm \Rightarrow \text{فروسرخ}$$

خط دوم رشتهٔ پاشن $\Rightarrow n=۵ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱۰۹(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۲۵})=۰/۰۱۰۹(\frac{۱۶}{۲۲۵})$

$$\Rightarrow \lambda=\frac{۲۲۵}{۱۶\times ۰/۰۱۰۹}nm \rightarrow \lambda=\frac{۲۲۵}{۰/۱۷۴۴}nm=۱۲۹۰/۱۳nm \text{ فروسرخ}$$

۱۲ در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موجی که الکترون تابش می‌کند تا به مدار n' برسد، ۱۶۰۰ نانومتر است. این نور در کدام ناحیه از طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد و n' چقدر است؟ $(R=۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۱) فرابنفش ـ ۴ ۲) فرابنفش ـ ۲ ۳) فروسرخ ـ ۴ ۴) فروسرخ ـ ۲

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طول موج ۱۶۰۰ نانومتر در محدودهٔ فروسرخ است. بین دو گزینهٔ «۳» و «۴»، طول موج‌های $n'=۲$ مرئی یا فرابنفش هستند؛ پس $n'=۴$ درست است. یعنی گزینهٔ ۳ صحیح است.

۱۳ در اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، بلندترین طول موج گسیل‌شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاه‌ترین طول موج این رشته است؟ $[R=۰/۰۱(nm)^{-۱}]$

۱) ۲۴۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج در هر رشته به ترتیب به ازای $n=n'+۱$ و $n=\infty$ به دست می‌آیند. داریم:

$$(n'=۲) \text{ بالمر} \Rightarrow \begin{cases}\text{بلندترین طول موج } [n=۳] \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}}=R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}})=\frac{۵}{۳۶۰۰nm}\\ \text{کوتاه‌ترین طول موج } [n=\infty] \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}}=R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{\overset{\circ}{۱}}{\infty})=\frac{۱}{۴۰۰nm}\end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \lambda_{max} = ۷۲۰nm \\ \lambda_{min} = ۴۰۰nm \end{cases} \Rightarrow \lambda_{max} - \lambda_{min} = ۳۲۰nm$$

۱۴ در اتم هیدروژن، کدام گذار منجر به گسیل فوتونی با بسامد $۲/۲۵ \times ۱۰^{۱۵} Hz$ می‌شود؟

$$(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}, R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱})$$

۱) $n = ۲$ به $n' = ۱$ ۲) $n = ۳$ به $n' = ۱$ ۳) $n = ۴$ به $n' = ۲$ ۴) $n = ۵$ به $n' = ۲$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** ابتدا طول موج را محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۲/۲۵ \times ۱۰^{۱۵}} \rightarrow \lambda = \frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۷} \rightarrow \lambda = \frac{۴۰۰}{۳} nm$$

با توجه به اینکه طول موج محاسبه‌شده مربوط به ناحیهٔ فرابنفش است، گزینه‌های مربوط به رشتهٔ بالمر که در اینجا بیانگر طول موج در ناحیهٔ مرئی هستند (در رشتهٔ بالمر، طول موج مربوط به $n = ۴$ و $n = ۵$ در ناحیهٔ مرئی قرار دارد.) حذف می‌شوند و می‌توان دریافت که این طول موج مربوط به رشتهٔ لیمان و $n' = ۱$ است. بنابراین با نوشتن معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \rightarrow \frac{۳}{۴۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{n^{۲}}) \rightarrow n = ۲$$

و درنهایت $n = ۲$ و $n' = ۱$ است.

۱۵ در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n' = ۱)$ برابر $\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵} Hz$ است؟

$$\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\ ,\ R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\right)$$

۱) اولین ۲) دومین ۳) سومین ۴) چهارمین

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ ابتدا طول موج فوتون گسیل‌شده را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵}} = \frac{۹}{۸} \times ۱۰^{-۷} m = ۱۱۲/۵nm$$

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \Rightarrow \frac{۱}{۱۱۲/۵nm} = \frac{۱}{۱۰۰}(۱ - \frac{۱}{n^{۲}})$$

$$۱ - \frac{۱}{n^{۲}} = \frac{۱۰۰}{۱۱۲/۵} \rightarrow \frac{۱}{n^{۲}} = ۱ - \frac{۱۰۰}{۱۱۲/۵} = \frac{۱}{۹} \rightarrow n^{۲} = ۹ \rightarrow n = ۳$$

$$n' = ۱ \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{خط اول}} n = ۲ \\ \xrightarrow{\text{خط دوم}} n = ۳ \\ \xrightarrow{\text{خط سوم}} n = ۴ \end{cases}$$

(خط دوم سری لیمان) : $[n' = ۱ \rightarrow n = ۳]$