فیزیک دوازدهم: مبحث طیف خطی

تهیه و تنظیم : ژیلا رضایی – شهرستان رودبار

۱- تمام اجسام در هر دمایی که باشند ، از خود موج الکترومغناطیس منتشر می کنند ، که به آن تابش گرمایی گویند.

۲- در دماهای معمولی مثل دمای اتاق بیشتر تابش در ناحیه فروسرخ است و با افزایش دما به سمت مرئی می رود.

۳- برای یک جسم جامد مثل رشته داغ یک لامپ این موج پیوسته است. یعنی امواج شامل گستره پیوسته از طول موجها است.

۴- تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ، ناشی از برهم کنش قوی بین اتمهای سازنده آن است.

۵- گازهای کم فشار و رقیق ، که اتمهای منفرد آنها مانند جامدات نیرویی قوی بین اتمهای سازنده آنها، وجود ندارد به جای طیف پیوسته طیف آنها گسیلی خطی است.

۶- به طیف گسیلی خطی به اختصار طیف خطی هم می گویند.

۷- طول موجهای ایجاد شده در گازها ، برای اتمهای هر گاز منحصر به فرد است و اطلاعات مهمی در مورد نوع و ساختار اتمهای آن گاز به ما میدهد.

۸- با طیف گسیلی خطی ، می توان به نوع گاز پی برد.چون همانطور که اثر انگشت هیچ دو شخصی یکسان نیست ، طیف خطی هیچ دو عنصری مثل هم نیست.

۹-در لامپ های گازی ، طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.

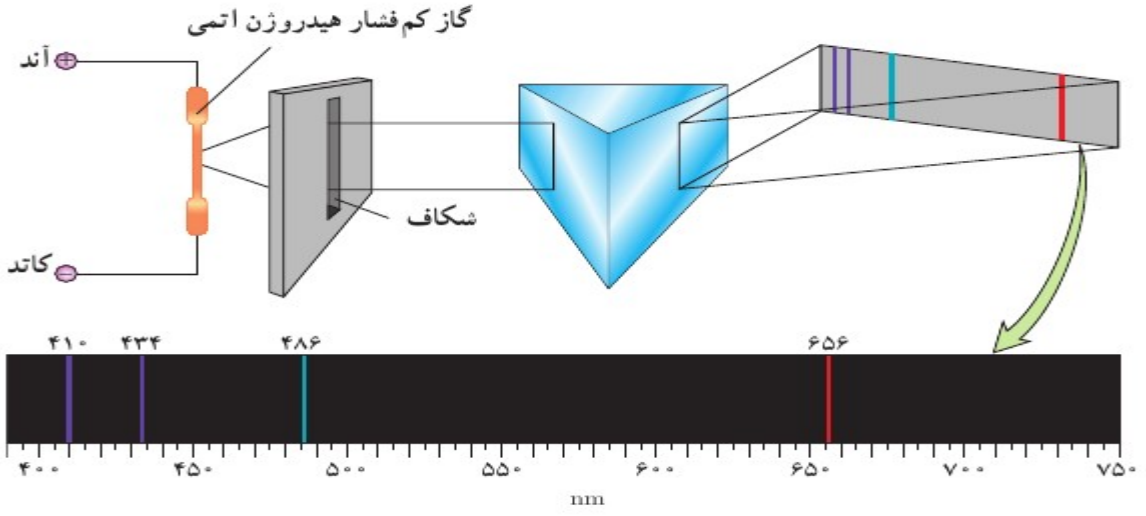
۱۰- دو نمونه از گازهای کم فشار و رقیق ، در لامپهای نئون و جیوه وجود دارد.

۱۱- طیف گسیلی جسم جامد ملتهب ، پیوسته و مثل هم است .بنابراین به کمک آن نمی توان عناصر را تشخیص داد.

۱۲- اینکه چرا هر عنصری طول موج های خاص خود را تابش می کند و یا طول موجهای خاص را جذب می کند از دیدگاه فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیست.

۱۳-برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم های هر گاز ، لام\ شیشه ای حاوی گاز را به پایانه های منبع تغذیه با ولتاژ بالا متصل می کنیم به علت ولتاژ بالا گاز تخلیه الکتریکی شده و اتمهای گاز شروع به نوسان می کنند.

۱۴-اسباب آزمایش تشکیل طیف خطی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی در شکل زیر نشان داده شده است.



(توضیح شکل بالا) به کمک منشور طول موج های گسیل از گاز ، از هم جدا و طیف خطی آن تشکیل شده است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۱۵- به کمک معادله ریدبرگ می توان طول موجهای خطوط مختلف طیف گسیل خطی هیدروژن را حساب کرد.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \qquad n > n' \qquad \text{(معادلهٔ ریدبرگ)}$$

در رابطه بالا طول موج λ بر حسب نانومتر بدست می آید. R مقدار ثابت ریدبرگ است که در سوالها داده می شود و بر حسب یک بر نانو متر داده می شو د و n' مربوط به تراز مقصد و رشته است و n در هر رشته هر عدد صحیح بزرگتر از شماره مربوط به رشته یا همان تراز مبدا است.

۱۶- جدول زیر رشته خطهای طیف گسیلی هیدروژن اتمی است.

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱۹۰۶ ـ ۱۹۱۴	۱	$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۱^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$	۲,۳,۴,...	فرابنفش
بالمر	۱۸۸۵	۲	$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$	۳,۴,۵,...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۱۹۰۸	۳	$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$	۴,۵,۶,...	فروسرخ
براکت	۱۹۲۲	۴	$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$	۵,۶,۷,...	فروسرخ
پفوند	۱۹۲۴	۵	$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۵^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$	۶,۷,۸,...	فروسرخ

۱۷- رمز حفظ کردن نام طیف: لیلا، بابا پاشو برو پفک بخر.لیلارمز لیمان ، بابارمز بالمر، پاشو رمز پاشن، برو رمز براکت و پفک رمز پفوند است.

۱۸- تنها رشته بالمر یعنی وقتی الکترون به تراز ۲ برود می تواند مرئی باشد.

۱۹- خطوط طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی مطابق روبرو است.

$n = ۳ \rightarrow \lambda_۱ = ۶۵۶/۲۰\,nm$ (خط قرمز)

$n = ۴ \rightarrow \lambda_۲ = ۴۸۶/۰۸\,nm$ (خط آبی)

$n = ۵ \rightarrow \lambda_۳ = ۴۳۴/۰۰\,nm$ (خط نیلی)

$n = ۶ \rightarrow \lambda_۴ = ۴۱۰/۱۳\,nm$ (خط بنفش)

۲۰- برای محاسبه بلندترین طول موج در هر کدام از رشته ها باید اختلاف بین n و n' برابر یک باشد.مثلا برای محاسبه بلندترین طول موج رشته براکت مقدار n را باید ۵ قرار دهیم و n' را ۴ که همان عدد مربوط به رشته است.

۲۱- برای محاسبه کوتاهترین طول موج در هر رشته n را بینهایت قرار می دهیم.

۲۲- هر چه n بزرگتر باشد ، طول موجها کوتاهتر می شوند و بسامد وانرژی بیشتر می شود.

۲۳- در رشته طیف هیدروژن اتمی، کوتاهترین طول موج و پربسامدترین و پر انرژی ترین فوتون تابشی، مربوط به رشته لیمان است.

۲۴- در رشته طیف هیدروژن اتمی ، بلندترین طول موج مربوط به رشته پفوند است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۲۵- بلندترین طول موج رشته لیمان حتی از کوتاهترین طول موج رشته بالمر هم کوتاهتر است و به ترتیب بلندترین طول موج رشته بالمر از کوتاهترین طول موج رشته پاشن کوتاهتر است و .....

۲۶- معادله ریدبرگ یک رابطه تجربی است.

۲۷- فیزیک کلاسیک پاسخی برای اینکه، چرا تنها طول موجهای معینی توسط هیدروژن اتمی تابش میشود، نداشت.

۲۸- با اصلاح مدل اتمی رادرفورد دانشمندان توانستند توضیح مناسبی برای طول موجهای گسسته تابش شده توسط گاز هیدروژن اتمی را ارائه دهند.

سوال اول:

در طیف اتم هیدروژن کمینهٔ بسامد خطوط در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$. چند برابر بیشینهٔ بسامد خطوط در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ است؟

① $\frac{۵}{۴}$ ② $\frac{۴}{۵}$ ③ $\frac{۳۶}{۷}$ ④ $\frac{۷}{۳۶}$

جواب:

① ② ③ ④ می‌دانیم $f=\frac{c}{\lambda}$ و $f prop to \frac{۱}{\lambda}$ از طرفی هم $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n_L^۲}-\frac{۱}{n_u^۲})$. پس:

$$\frac{\text{بالمر } f_{min}}{\text{پاشن } f_{max}}=\frac{\text{بالمر } \frac{۱}{\lambda}}{\text{پاشن } \frac{۱}{\lambda}}=\frac{(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{n_u^۲})}{(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{n_u^۲})}$$

در ضمن می‌دانیم برای f_{min} باید n_u یک عدد از n_L بیشتر باشد و برای f_{max} باید $n=\infty$ باشد.

پس:

$$\frac{\text{بالمر } f_{min}}{\text{پاشن } f_{max}}=\frac{\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۹}}{\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{\infty}}=\frac{\frac{۵}{۳۶}}{\frac{۱}{۹}}=\frac{۵}{۴}$$

سوال دوم:

در اتم هیدروژن، الکترونی در تراز $n=۳$ قرار دارد. بیش‌ترین انرژی مربوط به فوتون تابشی توسط آن چند الکترون ولت است؟

$(R=۰/۰۱(nm)^{-۱}\ ,\ h=۴\times ۱۰^{-۱۵}eV\cdot s\ ,\ c=۳\times ۱۰^{۸}m/s)$

① $\frac{۲۰}{۳}$ ② $\frac{۳}{۲۰}$ ③ $\frac{۳}{۳۲}$ ④ $\frac{۳۲}{۳}$

جواب:

① ② ③ ④ بیشترین انرژی فوتون هنگامی که الکترون در مدار n است زمانی رخ می‌دهد که الکترون به حالت پایه $(n'=۱)$ بوده به کمک رابطهٔ رید برگ و بالمر ابتدا λ موج گسیل را حساب می‌کنیم:

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})=۰/۰۱(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{۹})\Rightarrow \lambda=۱۱۲/۵nm$$

انرژی فوتون $E=hf=\frac{hc}{\lambda}=\frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۱۱۲/۸\times ۱۰^{-۹}}=\frac{۳۲}{۳}eV$

سوال سوم:

طول موج‌های مربوط به رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ تقریباً در محدودهٔ کدام‌یک از گزینه‌های زیر برحسب نانومتر می‌تواند قرار گیرد؟

$(R=۰/۰۱۱nm^{-۱})$

① ۱۰۰۰ تا ۱۸۵۰ ② ۹۵۰ تا ۱۹۵۰ ③ ۸۰۰ تا ۱۹۰۰ ④ ۹۰۰ تا ۱۹۰۰

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جواب:

① ② ③ ④ کمینه و بیشینهٔ طول موج رشتهٔ پاشن را حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l}\lambda_{min} \xrightarrow[n'=3]{n=\infty} \frac{1}{\lambda_{min}} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2}) = 0/011(\frac{1}{9} - 0) = \frac{11}{9000} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9000}{11} = 818/1nm \\ \lambda_{max} \xrightarrow[n'=3]{n=4} \frac{1}{\lambda_{max}} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}) = 0/011(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}) = \frac{77}{144000} \Rightarrow \lambda_{max} = 1870nm\end{array}\right\} \Rightarrow 818/1nm \leq \lambda_{\text{رشتهٔ پاشن}} \leq 1870nm$$

تنها گزینهٔ ۱ نزدیکترین محدوده به محدودهٔ موردنظر است.

سوال چهارم:

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

سراسری- ۱۳۹۸ $R = 0/01(nm)^{-1}$

① ۱۰۰ و بالمر ② ۱۰۰ و لیمان ③ $\frac{400}{3}$ و بالمر ④ $\frac{400}{3}$ و لیمان

جواب:

① ② ③ ④ کوتاه‌ترین طول موج زمانی اتفاق می‌افتد که $(n = 1)$ رشتهٔ لیمان و $(n' = \infty)$ باشد:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2}) = \frac{1}{100}(\frac{1}{1} - 0) \Rightarrow \lambda = 100nm$$

سوال پنجم:

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

① $\frac{84}{7}$ ② $\frac{28}{3}$ ③ $\frac{9}{4}$ ④ $\frac{1}{16}$

جواب:

① ② ③ ④ سومین خط طیف رشتهٔ بالمر مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 2$ است و اولین خط طیف رشتهٔ براکت مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 4$ است.

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

$$v = \lambda f \xrightarrow{v=\text{یکسان}} \frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}} = \frac{\lambda_{\text{بالمر}}}{\lambda_{\text{براکت}}} = \frac{R(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2})}{R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2})} \Rightarrow \frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{25-16}{25\times16}}{\frac{25-4}{25\times4}} \Rightarrow \frac{f_{\text{بالمر}}}{f_{\text{براکت}}} = \frac{84}{9} = \frac{28}{3}$$

توضیح : V همان C یعنی سرعت امواج الکترومغناطیس یعنی سرعت نور است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس