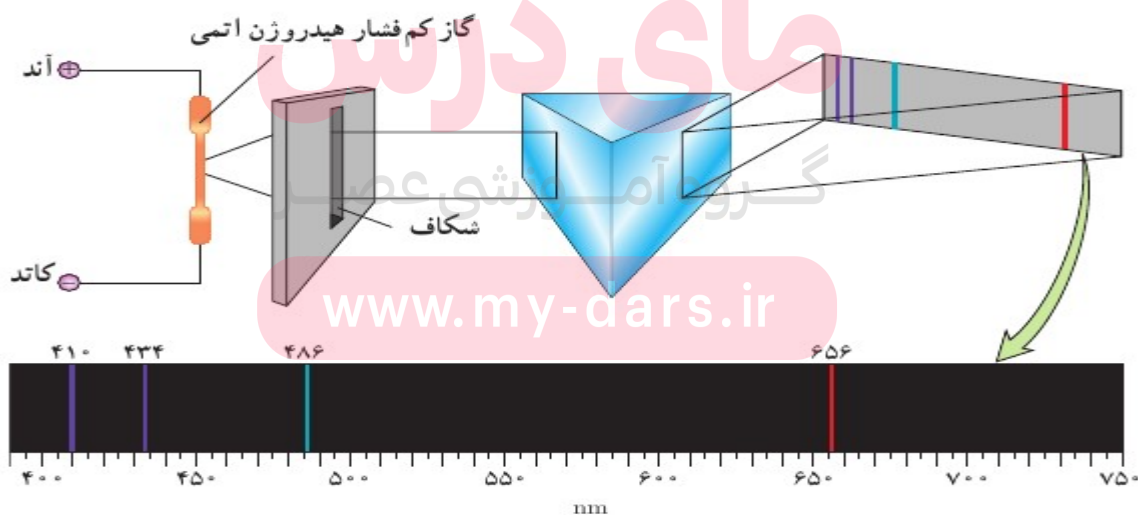


## فیزیک دوازدهم: مبحث طیف خطی تهیه و تنظیم: ژیلای رضایی - شهرستان رودبار

- 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 فرسرخ 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 ، لامپ 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.

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

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n > n' \quad (\text{معادله ریذبرگ})$$

در رابطه بالا طول موج  $\lambda$  بر حسب نانومتر بدست می آید. R مقدار ثابت ریذبرگ است که در سوالها داده می شود و بر حسب یک بر نانو متر داده می شود 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 $n'$	رابطه ریذبرگ مربوط به رشته	مقدارهای $n$	ناحیه طیف
لیمان	۱۹۱۴-۱۹۰۶	۱	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۱۸۸۵	۲	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۱۹۰۸	۳	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۱۹۲۲	۴	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۱۹۲۴	۵	$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

۱۷- رمز حفظ کردن نام طیف: لیلایا بابا پاشو برو پفک بخیر. لیلایا لیمان، بابا پاشو بالمر، پاشو پاشن، برو پاشن 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.

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 و انرژی 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.

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 ریذبرگ 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 کمینه بسامد خطوط در رشته بالمر ( $n' = 2$ ) چند برابر بیشینه بسامد خطوط در رشته پاشن ( $n' = 3$ ) است؟

- ①  $\frac{5}{4}$       ②  $\frac{4}{5}$       ③  $\frac{36}{7}$       ④  $\frac{7}{36}$

جواب:

می‌دانیم  $f = \frac{c}{\lambda}$  و  $\frac{1}{\lambda} \propto R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$  از طرفی هم  $\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$  پس:

$$\frac{f_{min} \text{ بالمر}}{f_{max} \text{ پاشن}} = \frac{\frac{1}{\lambda} \text{ بالمر}}{\frac{1}{\lambda} \text{ پاشن}} = \frac{\left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)}{\left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)}$$

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:

$$\frac{f_{min} \text{ بالمر}}{f_{max} \text{ پاشن}} = \frac{\frac{1}{4} - \frac{1}{9}}{\frac{1}{9} - \frac{1}{\infty}} = \frac{\frac{5}{36}}{\frac{1}{9}} = \frac{5}{4}$$

سوال دوم:

در اتم هیدروژن، الکترونی در تراز  $n=3$  قرار دارد. بیشترین انرژی مربوط به فوتون تابشی توسط آن چند الکترون ولت است؟

$$(R = 0.01 \text{ nm}^{-1}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

- ①  $\frac{20}{3}$       ②  $\frac{3}{20}$       ③  $\frac{3}{32}$       ④  $\frac{32}{3}$

جواب:

بیشترین انرژی فوتون هنگامی که الکترون در مدار  $n$  است زمانی رخ می‌دهد که الکترون به حالت پایه ( $n' = 1$ ) بوده به کمک رابطه ریذبرگ و بالمر ابتدا  $\lambda$  موج گسیل را حساب می‌کنیم:

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.01 \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda = 112.5 \text{ nm}$$

$$\text{انرژی فوتون } E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{112.5 \times 10^{-9}} = \frac{32}{3} \text{ eV}$$

سوال سوم:

طول موجهای مربوط به رشته پاشن ( $n' = 3$ ) تقریباً در محدوده کدامیک از گزینه‌های زیر برحسب نانومتر می‌تواند قرار گیرد؟

$$(R = 0.011 \text{ nm}^{-1})$$

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

جواب:

کمین و بیشینه طول موج رشته پاشن را حساب می کنیم: ① ② ③ ④

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{min} \xrightarrow[n'=r]{n=\infty} \frac{1}{\lambda_{min}} &= R \left( \frac{1}{r^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 0,011 \left( \frac{1}{9} - 0 \right) = \frac{11}{9000} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9000}{11} = 818,18 nm \\ \lambda_{max} \xrightarrow[n'=r]{n=f} \frac{1}{\lambda_{max}} &= R \left( \frac{1}{r^2} - \frac{1}{f^2} \right) = 0,011 \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{77}{144000} \Rightarrow \lambda_{max} = 187,0 nm \end{aligned} \right\} \Rightarrow 818,18 nm \leq \lambda_{\text{رشته پاشن}} \leq 187,0 nm$$

تنها گزینه ۱ نزدیکترین محدوده به محدوده مورد نظر است.

سوال چهارم:

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

۱۳۹۸ سراسری -  $R = 0,01 (nm)^{-1}$

④  $\frac{400}{3}$  و لیمان

③  $\frac{400}{3}$  و بالمر

② ۱۰۰ و لیمان

① ۱۰۰ و بالمر

جواب:

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

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

سوال پنجم:

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

④  $\frac{1}{16}$

③  $\frac{9}{4}$

②  $\frac{28}{3}$

①  $\frac{84}{7}$

جواب:

① ② ③ ④ 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.

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

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

توضیح:  $v$  همان  $C$  یعنی سرعت امواج الکترومغناطیس یعنی سرعت نور است. [www.maydars.com](http://www.maydars.com)