رابطه ریدبرگ

- بالمر با تأمل بیشتر پیشنهاد کرد که ممکن است رشته های دیگری از خطهایی که تا آن زمان در طیف هیدروژن دیده نشده اند وجود داشته باشند. ریدبرگ، فیزیکدان سوئدی، در راستای همین موضوع تلاش فراوانی برای کامل تر کردن طیف گسیلی خطی هیدروژن انجام داد و معادله بالمر را به صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد
-

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

- که در آن R ثابت ریدبرگ و مقدار آن $R = 0.011 \frac{1}{nm}$ در نظر گرفت.
- همچنین n' عدد صحیح مثبتی است که به ازای $n' = 2$ مربوط به رشته بالمر به دست می آید که در ناحیه مرئی طیف قرار دارد

مثال

- در اتم هیدروژن الکترون از مدار n=5 به مدار n=1 گذار انجام میدهد ، طول موج تابش شده چند نانومتر است .

- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{ń^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{25}\right)$

- $\frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{24}{25}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{24}{2500} \rightarrow \lambda = \frac{2500}{24} = 1.04\, nm$

جدول ۴ـ۱ رشتهٔ خط‌های طیف گسیلی هیدروژن اتمی

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱۹۰۶ـ۱۹۱۴	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

مثال کتاب

- طول موجهای اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته براکت را به دست آورید و تعیین کنید که این خطها در کدام گستره طول موجهای الکترومغناطیسی واقع اند .
- در رشته براکت **n=4** و برای اولین و دومین خط طیفی به ترتیب **n =۵** و **n =۶** است

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

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{۵^{۲}}\right) = R(۲/۲۵ \times ۱۰^{-۲}) \Rightarrow \lambda = ۴۰۷۷\text{nm}$$

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{۶^{۲}}\right) = R(۳/۴۷۲ \times ۱۰^{-۲}) \Rightarrow \lambda = ۲۶۴۲\text{nm}$$

فروسرخ!!!

- کوتاه ترین و بلندترین طول موج در رشته پفوند(ń=5) هیدروژن اتمی را به دست آورید.

پفوند	۵	$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{۵^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	$n=۶,۷,۸,\dots$	فروسرخ

- ابتدا چند طول موج را محاسبه می کنیم:

- $\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{ń^2}-\frac{1}{n^2}\right) \twoheadrightarrow \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{25}-\frac{1}{36}\right) \twoheadrightarrow \lambda=8181 \ nm$ بلندترین

$\twoheadrightarrow \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{25}-\frac{1}{49}\right) \twoheadrightarrow \lambda=5104 \ nm$

$\twoheadrightarrow \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{25}-\frac{1}{64}\right) \twoheadrightarrow \lambda=4102 \ nm$

.....

- $\twoheadrightarrow \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{25}-\frac{1}{\infty}\right) \twoheadrightarrow \lambda=2500 \ nm$ کوتاه ترین

سایه دهیم - گروه آموزشی فیزیک فارس

- کوتاه ترین و بلند ترین طول موجی که الکترون اتم هیدروژن در مدار
- (n=5) تابش می کند چقدر است ؟

- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{ń^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25}\right) \rightarrow \lambda = 4444\ nm$ ①
- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{ń^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right) \rightarrow \lambda = 375nm$ ②
- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{ń^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right) \rightarrow \lambda = 476\ nm$ ③
- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{ń^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{25}\right) \rightarrow \lambda = 104\ nm$ ④

- سری براکت و فروسرخ(بلندترین) ① سری پاشن وفروسرخ ②
- سری بالمرو مرئی ③ ④سری لیمان و فرابنفش (کوتاه ترین)

نکته

- با دقت در دو مثال قبل می توان چنین نتیجه گرفت :
- هرگاه الکترون کوتاه ترین گذار را انجام دهد بلندترین طول موج را تابش می کند. در این حالت فرکانس و انرژی کمترین مقدار است.
- هرگاه الکترون بلندترین گذار را انجام دهد کوتاه ترین طول موج را گسیل می کند.در این حالت فرکانس و انرژی بیشترین مقدار است .