وبذلك تتناسب الطاقة مع العدد الموجي بصورة طردية . ان ابسط ذرة هي ذرة الهيدروجين التي تحتوي على الكترون واحد ، ويبين الشكل ١ ـ ٥ طيف امتصاصه . ان اوطأ ـ امتصاص هي للخط عند ٨٢٢٥٩ سم$^{-١}$. لاحظ ان خطوط الامتصاص تصبح مزدحمة ببعضها مع بعض عند وصول الحد ١٠٩٦٧٩ سم$^{-١}$. بعد هذا الخط يصبح الامتصاص مستمر .

اذا ماسخنت الذرات او الجزيئات الى درجات حرارة عالية . فانها تبعث ضوء ذا ترددات خاصة . مثال ، تبعث ذرات الهيدروجين ضوءً احمر عند تسخينها وتبعث الذرة التي تمتلك طاقة اضافية (ذرة متهيجة) ضوءً بهيأة خطوط ويعرف بطيف الانبعاث . الشكل ١ ـ ٦ يبين جزءً من طيف الانبعاث لذرة الهيدروجين .

اذا ماتفحصنا جيداً طيف الانبعاث في الشكل ١ ـ ٦ . رأينا أن هنالك ثلاثة مجاميع منفصلة من الخطوط . ان هذه المجاميع . او متسلسلات (Series) سميت باسماء العلماء التي اكتشفوها . ان المتسلسلة التي تبدأ عند ٨٢٢٥٩ سم$^{-١}$ وتستمر الى ١٠٩٦٧٩ سم$^{-١}$ تدعى بمتسلسلة ليمان (Lyman series) وهي في جزء ما فوق البنفسجية من الطيف . والمتسلسلة التي تبدأ عند ١٥٢٣٣ سم$^{-١}$ وتستمر الى ٢٧٤٢٠ سم$^{-١}$ تدعى بمتسلسلة بالمر (Balmer) وتغطي جزءاً صغيراً من ما فوق البنفسجية وجزءً كبيراً من المنطقة المرئية . اما الخطوط بين ٥٣٣٢ سم$^{-١}$ و ١٢١٨٦ سم$^{-١}$ فتدعى بمتسلسلة باش (Paschen) وتقع في منطقة ما تحت الحمراء القريبة من الطيف .

ولو ان طيف الانبعاث للهيدروجين يظهر بانه معقد الا أن رايدبيرغ (J. Rydberg) وضع تعبيراً رياضياً بسيطاً امكن بوساطته التنبأ بمواقع جميع الخطوط . ان هذا التعبير يدعى بمعادلة رايدبيرغ :

$$\bar{\nu}_H = R_H\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \qquad (١ - ٦)$$

في معادلة رايدبيرغ تمثل n ، m اعداداً صحيحة وان m > n ، اما R_H فهو ثابت رايدبيرغ وقيمته هي ١٠٩٦٧٨ .٧٦٤ سم$^{-١}$.

مثال : احسب $\bar{\nu}_H$ للخطوط التي لها n = ١ , m = ٢ و ٣ و ٤ ...

الحل :

الخط n = ١ , m = ٢

$\bar{\nu}_H$ = ١٠٩٦٧٩ ($\frac{١}{٢^{٢}}$ − $\frac{١}{\infty^{٢}}$) = ١٠٩٦٧٩ (١ − $\frac{١}{٤}$)

= ٨٢٢٥٩ سم$^{-١}$

الخط n = ١ m = ٣

$\bar{\nu}_H$ = ١٠٩٦٧٩ ($\frac{١}{٢^{١}}$ − $\frac{١}{٣^{٢}}$) = ١٠٩٦٧٩ (١ − $\frac{١}{٩}$)

= ٩٧٤٩٢ سم$^{-١}$

الخط n = ١ , ٤ = m

$\bar{\nu}_H$ = ١٠٩٦٧٩ ($\frac{١}{٢^{١}}$ − $\frac{١}{٤^{٢}}$) = ١٠٢٨٢٤ سم$^{-١}$

لذلك نرى من الاعداد الموجبة السابقة انها تعود الى الخطوط الثلاثة في متسلسلة ليمان . وبذلك نتوقع ان تعود متسلسلة ليمان للخطوط المحسوبة بقيمة n = ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ = m . دعنا ندقق هذا بحسابنا العدد الموجي للخط $m = \infty , n = 1$

$\bar{\nu}$ = ١٠٩٦٧٩ (١ − ٠) = ١٠٩٦٧٩ سم$^{-١}$

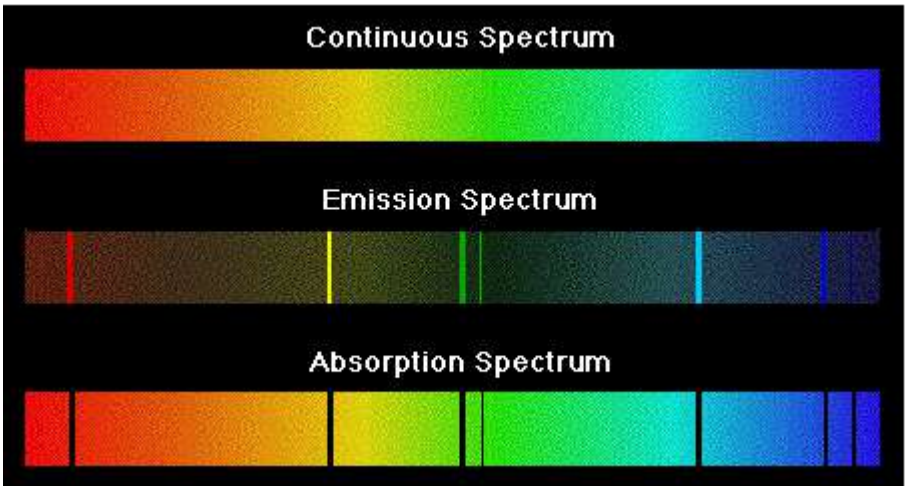
ان العدد الموجي ١٠٩٦٧٩ سم$^{-١}$ يعود الى اعلى خط انبعاث في متسلسلة ليمان .

أما العدد الموجي لـ n = ٢ , m = ٣ فهو

$\bar{\nu}$ = ١٠٩٦٧٩ ($\frac{١}{٤}$ − $\frac{١}{٩}$) = ١٥٢٣٣ سم$^{-١}$

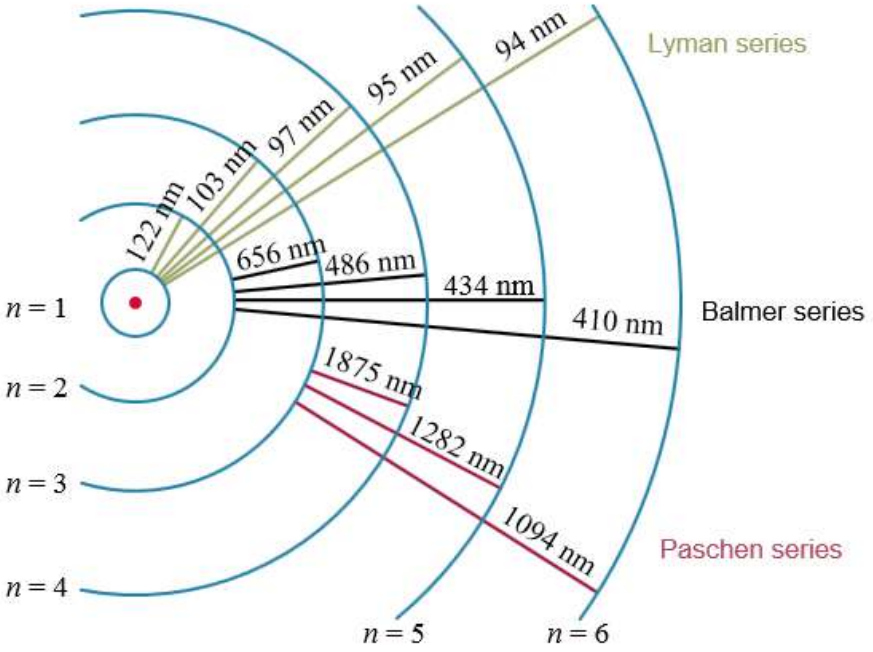
ان هذا يعود الى الخط الاول في متسلسلة بالمر .

ولذلك يعود لمتسلسلة بالمر الخطوط n = ٢ , m = ٣ , ٤ , ٥ ... ٦ و ٧ . من المحتمل ان تتوقع ان متسلسلة باش تعود لـ n = ٣ m = ٤ و ٥ و ٦ .. وكذلك سنتسائل اذا كانت هنالك متسلسلات لها n = ٤ , m = ٥ و ٦ و ٧ و n = ٥ m = ٦ و ٧ و ٨ ... بالتأكيد هما متسلسلتا براكيت (F. Brackett) وفند (Pfund) .



The Hydrogen Series

Names	Wavelength Ranges	Formulas	
Lyman	Ultraviolet	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 2, 3, 4, \ldots$
Balmer	Near ultraviolet and visible	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 3, 4, 5, \ldots$
Paschen	Infrared	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 4, 5, 6, \ldots$
Brackett	Infrared	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 5, 6, 7, \ldots$
Pfund	Infrared	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 6, 7, 8, \ldots$



نظرية بور Bohr Theory

في عام 1913 قام بور بوضع نظرية مستفيدا من أفكار كل من ماكس بلانك Max Planck والبرت اينشتاين Albert Einstein حول الطبيعة الموجية والجسيمية للضوء. وقد تمكن بور من حساب مواقع الخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين. ويمكن تلخيص نظرية بور بالفروض التالية:

1- تستطيع الالكترونات في الذرة ان تمتلك كميات محدودة ومعينة من الطاقة، أي ان طاقة الالكترون مكممة quantized.

2- تدور الالكترونات حول النواة في مدارات دائرية وان شحنة النواة موجبة ويتمركز في داخلها البروتونات الموجبة والنيترونات المتعادلة. وقد أشتقت معادلة لحساب طاقة الالكترون وهي :

$$E = KE+PE$$
$$KE=1/2m_ev^2$$
$$PE=-e^2/r$$
$$E=1/2mev^2 -e^2/r$$
$$m_ev^2=e^2/r$$
$$E=e^2/2r-e^2/r=-e^2/2r$$

تبين المعادلة الاخيرة ان طاقة الالكترون تقل كلما اقترب الالكترون من النواة . اي انه يجب على ذرة الهيدروجين تحرير طاقة باستمرار كلما قصرت المسافة بين النواة والالكترون . ولاجل ان لا يرتطم الالكترون بالنواة اقترح بور انموذجاً بموجبه يدور الالكترون فقط في مدارات محددة ذات انصاف اقطار محددة وحيث يكون الزخم الزاوي للالكترون في هذه المدارات مضاعفاً بسيطاً للعدد $\frac{h}{2\pi}$ ، وحيث تمثل h -ثابت بلانك ، h = ٦,٦٣ × ١٠ $^{-٣٧}$ ايرغ ، ثانية . ويمتص الالكترون طاقة او يبعثها على شكل فوتونات بانتقاله بين هذه المدارات .

وبذلك استطاع نوذج بور للذرة ان يفسر كل من خطوط الامتصاص والانبعاث وخاصة المتسلسلات الخمسة .