

شكل يوضح المستويات الطيفية الخمس لطيف ذرة الهيدروجين .

نظرية رذرفورد ، Rutherford theory

كان رذرفورد قد قام بعدة تجارب على سلوك الأشعة ألفا عند سقوطها على رقائق من الذهب بسُمك  $10^{-4}$  سم واقترح استناداً إلى النتائج التي حصل عليها ما يأتي:

- ١- تكون الذرة من نواة متناهية في الصغر وفي الدقة ( نصف قطرها بحود  $10^{-12}$  سم ) .
- ٢- تحتوي هذه النواة كل الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلة الذرة .
- ٣- نصف قطر الذرة بحود  $10^{-8}$  سم تدور الالكترونات بسرعة فائقة حول النواة .
- ٤- شبه رذرفورد دورات الالكترونات حول النواة بحركة الافلاك حول الشمس .
- ٥- استقرار هذا التركيب (النظام) يأتي القوة لطاردة المركزية الناتجة عن الحركة الدائرية للالكترونات تتأدى في المقدار وتضاد في الاثبات قوة الجذب الكهروستاتيكي بين النواة الموجبة والالكترونات السالبة .

لكن بتطبيق القوانين الكلاسيكية للكهر ومغناطيسية يتبين ان حركة دقائق مشحونة (الالكترونات) حول دقائق تعاكسات الحث (النواة) بتحويل صيت يؤدي الى انبعاث طاقة وتأت دورات الالكترونات حول النواة سيؤدي الى انبعاث طاقة وهذا سيؤدي الى انخفاض طاقة الالكترونات وانخفاض سرعتها وبالنتيجة تضطر هذه الالكترونات الى الانتقال الى مستويات طاقة اوطأ مما كانت عليه وكلما استمرت هذه الحركة سوف تفقد الالكترونات هيزر من طاقتها .

الالكترونات وانخفاض سرعتها وبالنتيجة تضطر هذه الالكترونات الى الانتقال الى مستويات طاقة اوطأ مما كانت عليه وكلما استمرت هذه الحركة سوف تفقد الالكترونات هيزر من طاقتها وتضرب من النواة وتبدل تصع هذه الحركة للالكترونات ليست فقطهه على مدار ثابت

وانما يقع المدار حلزوني spiral الى انه تنقل  
 الالكترونات في التواء عند النهاية . ولهذا السبب  
 نقل رذرفورد في تفسير البناء الذري اتركيب  
 الذرة - وط

نظرية بور Bohr theory

لما كانت نظرية الكم لا تعترف بفقدان رامتصاص الطاقة  
 يصدره مسفرة بل على هيئة كمات محددة (منفصلة)  
 فقد قام العالم بور 1913 بأعطاه هذه دينا ميكية  
 عن الذرة مستخدماً مفاهيم نظرية الكم الحديثة .  
 اقترح بور ما يأتي :

- ١- الالكترون لا يشع طاقتة باستمرار ان لا يتخذ  
 الالكترون مساراً حلزونياً حول التواء وهذا  
 يعني وجود حالات ، ومسارات ثابتة في  
 الذرة تثبت فيها طاقة الالكترون .
  - ٢- بوجود هذه الحالات الثابتة قات الطاقة  
 تنتج من الذرة فقط عند انتقال الالكترون  
 من احد هذه الحالات الى اخرى اقل طاقه  
 وبذلك تلتو الطاقة المنبعثة لهذه العملية  
 هي
- $$E_2 - E_1 = h\nu$$
- وتنتج مجموعات الخطوط الطيفية من الامتالات  
 المتوقعة من انتقال الالكترون في الذرة .

اما فرضيات نظرية بور فهي :

- ١- تدور الالكترونات بمسارات دائرية حول التواء
- ٢- لكل مدار من هذه المدارات نصف قطر محدد
- ٣- لكل مدار طاقة محددة تختلف عن طاقته بمدارات  
 الاخرى .

4- من العدد اللانهائي المحتمل للمدارات يدور الإلكترون  
فقط في تلك المدارات التي تتميز بأن الزخم  
الزاوي angular momentum للإلكترون يساوي  
مضاعف صحيح للعدد  $\frac{h}{2\pi}$  أي أن:  
حيث:  $n$  عدد صحيح يمثل رقم المدار  
وتسمى  $n$  عدد الكم.

$$mvr = n \frac{h}{2\pi}$$

الزخم الزاوي =  $mvr$

$h$  ثابت بلانك ،  $\pi$  الشبيه الثابتة  
 $r$  نوع المدار ،  $m$  كتلة الإلكترون ،  $v$  سرعة الإلكترون.

5- تفقد الذرة أو تكتسب الطاقة بكميات محددة  
عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة محدد إلى  
مستوى آخر.  $E_2$  و  $E_1$  أي من مدار إلى مدار آخر  
فعندما ينتقل الإلكترون  $h$  منه وهو موجود في  $n - 1$   
يطلق منه: مثل إلى مدار آخر (مدار)  $n$  فرد  
الذرة أعلى أو بالعكس فالفرق بين طاقة المدارين  
مثل طاقة امتصاصها أو طاقة انبعاث أي أن

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

لقد توصل العالم بور لحساب نوع المدار (المدار) للإلكترون  
وطاقة الإلكترون في ذرة H والذرات الشبيهة وكذلك  
صاغ ثابت رايد بيرغ وذلك من القوانين الآتية:

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m e^2 Z}$$

$n$  رقم المدار ،  $h$  ثابت بلانك  
 $\pi$  الشبيه الثابتة  
 $m$  كتلة الإلكترون =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$   
 $e$  شحنة الإلكترون =  $1.6 \times 10^{-19}$

$Z$  العدد الذري ،  $r$  نصف قطر المدار.

٤- من العدد الملائمات المحتمل للمدارات يدور الإلكترون  
 فقط في تلك المدارات التي تتميز بأن الزخم  
 الزاوي angular momentum للإلكترون يساوي  
 مضاعف صحيح للعدد  $\frac{h}{2\pi}$  أي أن:

$$mvr = n \frac{h}{2\pi} \quad \text{حيث: } n \text{ عدد صحيح يمثل رقم المدار}$$

وحيث  $n$  عدد الكم.

$$mvr = \text{الزخم الزاوي}$$

$h$  ثابت بلانك ،  $\pi$  النسبة الثابتة  
 $r$  نوع المدار ،  $m$  كتلة الإلكترون ،  $v$  سرعة الإلكترون .  
 ٥- تفقد الذرة أو تكتسب الطاقة بكميات محددة  
 عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة محدد إلى  
 مستوى آخر .  
 فعندما يمتص الإلكترون  $h\nu$  وهو موجود في  $n_1$

يصلح أنه يصل إلى مدار مرتفع (مدار)  $n_2$  فترد  
 طاقة أعلى أو بالعكس فالفرق بين طاقة المدارين  
 مثل طاقة امتصاصها أو طاقة انبعاث أي أن

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

لقد توصل العالم بور لحساب نوع المسار (المدار) للإلكترون  
 وطاقة الإلكترون في ذرة H والذرات الشبيهة وكذلك  
 ما ي ثابت رايد بيرغ وذلك مع القوانين الآتية:

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m e^2 Z}$$

$n$  رقم المدار ،  $h$  ثابت بلانك

$\pi$  النسبة الثابتة

$m$  كتلة الإلكترون =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$e$  شحنة الإلكترون =  $1.6 \times 10^{-19}$

$Z$  العدد الذري ،  $r$  نصف قطر المدار

$$r = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2 Z} = n^2 a_0 \quad Z=1 \text{ for H atom}$$

$$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2} = 0.529 \times 10^{-8} \text{ cm} = 0.529 \text{ \AA}$$

$$\therefore r = n^2 a_0 \quad \text{for H atom.}$$

$$r = \frac{n^2 a_0}{Z} \quad \text{للذرات الشبيهة بـ H}$$

أما صياح طاقة الإلكترون في مدار معين فتكون كما يأتي

$$E_p = -\frac{Ze^2}{r} \quad , \quad E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

تمثل:  $E_k$  الطاقة الحركية للإلكترون في مدار معين .

$$E_p = \text{الكافئة} = \dots$$

$$E_T = \frac{-Ze^2}{r} + \frac{m v^2}{2} \quad \text{تمثل } E_T \text{ الطاقة الكلية للإلكترون في مدار معين}$$

وبالتعويض عن سرعة الإلكترون  $v$  وكتلة الإلكترون  $m$  تصبح طاقة الإلكترون الكلية في مدار معين  $n$  بالشكل

الآتي:

$$E_n = \frac{-2\pi^2 m e^4 Z^2}{n^2 h^2} \quad E_n \text{ طاقة الإلكترون في مدار معين } n$$

وعندما ينتقل الإلكترون من مدار خارجي  $n_2$  إلى مدار داخلي  $n_1$  فإن الطاقة المنبعثة  $E$  تحسب بالشكل

الآتي:

$$E = E_{n_2} - E_{n_1} = \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{h^2} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

٧

ولمّا كانت:  $E = h\nu$

$$\therefore \nu = \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{h^3} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

مما كانت:  $\nu = \nu c$

$$\therefore \nu = \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{h^3 c} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\boxed{\therefore \nu = R Z^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)}$$

حيث  $\nu$  العدد الموجب يمثل طاقة الإلكترون  
برصة  $\text{cm}^{-1}$  في مدار معين.

$R$  ثابت ريدبيرغ،  $Z$  العدد الذري للذرة.

أدت عمليات أبحاث خطوط الطيف في ذرة  $H$  في  
المسلسلات هي عبارة عن شروحات الطاقة في  
حالة الاستقرار ground state لذرة  $H$  حيث  $n = 1$   
وإذا حصل تغير أبيض مثلاً سوف ينتقل هذا الإلكترون  
إلى مستوى طاقة أعلى نتيجة امتصاص الطاقة.

Example  $\Rightarrow$  Calculate the first five  
Bohr radii for Hydrogen atom?

Solution:  $r = n^2 a_0$

1-  $n=1 \therefore r = 1^2 \times 0.529 = 0.529 \text{ \AA}$

2-  $n=2 \therefore r = 2^2 \times 0.529 = 2.116 \text{ \AA}$

3-  $n=3 \therefore r = 3^2 \times 0.529 = 4.761 \text{ \AA}$

أكل الحل عندما  $5 = n$  و  $4 = n$

^

Example 8- Calculate the five lowest energy levels of the Hydrogen atom (in erg units)

Solution:

$$E_n = \frac{-2\pi^2 m e^4 Z^2}{n^2 h^2}$$

$$1- n=1 \quad \therefore E_1 = \frac{-2(3.14)^2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4 \times 1^2}{1^2 \times (6.62 \times 10^{-27})^2}$$

$$E_1 = \frac{-1.176 \times 10^{-107}}{43.82 \times 10^{-54}}$$

$$E_1 = -26.83 \times 10^{-53} \text{ erg.}$$

$$2- n=2 \quad \therefore E_2 = \frac{-2(3.14)^2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4 \times 1^2}{2^2 \times (6.62 \times 10^{-27})^2}$$

$$3- n=3$$

$$4- n=4$$

$$5- n=5$$

} . جی جی

Example 9 calculate the wave number  $\bar{\nu}$  of photon of light will excited on electron from  $n=1$  to  $n=4$  energy levels of H atom?



Solution:  $\nu = RZ^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$   
 for H atom  $Z = 1$   
 $\therefore \nu = 109677 \times 1^2 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right)$   
 $= 109677 \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$   
 $= 109677 \times 0.9375$   
 $= 102822.187 \text{ cm}^{-1}$

Example 8 Calculate the wave number and the frequency of the first Lyman transition?

$$\nu = RZ^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$= 109677 \times 1^2 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$= 109677 \times 0.75$$

$$= 82257.75 \text{ cm}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{82257.75} = 1.2 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{10}}{1.2 \times 10^{-5}} = 2.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

Example 8 calculate the ionization energy of the  $\text{He}^+$  when  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = \infty$

Solution: 
$$\begin{aligned} \bar{\nu} &= R Z^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \\ &= 109677 \times 2^2 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \\ &= 438708 (1 - 0) \\ &= 438708 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = \frac{1}{438708} = 2.28 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{10}}{2.28 \times 10^{-6}} = 1.31579 \times 10^{16}$$

$$\nu = 131579 \times 10^{11} \text{ Hz}$$

$$E = h\nu = 6.62 \times 10^{-27} \times 131579 \times 10^{11}$$

$$E = 871053 \times 10^{-16} \text{ erg}$$

or  $E = hc\bar{\nu} = 6.62 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10} \times 438708$

$$E = 8712740.8 \times 10^{-17} \text{ erg}$$

$$= 871274.08 \times 10^{-16} \text{ erg}$$

Example: what is the radius of the first Bohr orbit for  $He^+$ ?  $z=2$

Solution:  $r = \frac{n^2 a_0}{Z} = \frac{1 \times 0.529}{2}$

$r = 0.2645 \text{ \AA}$

نظرية بور المطورة:

رغم النجاح الذي حققته نظرية بور في حساب تردد الخطوط في طيف ذرة H والذرات الشبيهة بالذرات النظرية لاقت بعض الصعوبات وكان أولها تفسير ظاهرة التراكيب الدقيقة fine structures في طيف الخط للذرات الشبيهة بـ H فقد تبين عند استخدام أجهزة طيفية أكثر تطوراً دقة ولها قدرة عالية في تحليل خطوط الطيف (طيف الانبعاث) لذرة H، أن خطوط الطيف الذي اتفقنا نظرية بور ليست خطوطاً مفردة بل يتكون خط الطيف الواحد من مجموعة خطوط دقيقة ومتقاربة وهذا يعني أن الخط الرئيسي أو عدد الكم الرئيسي Principle quantum number (n)

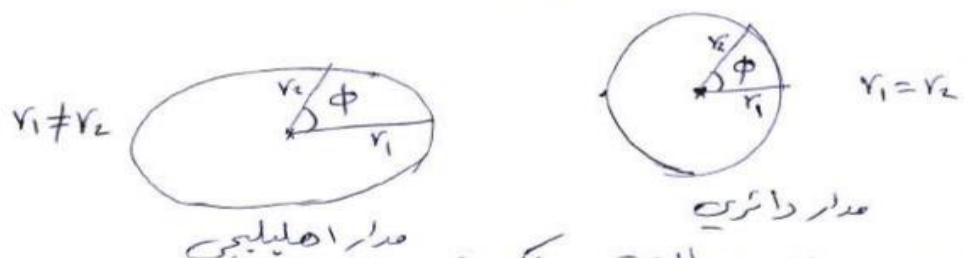
عدد الكم الرئيسي Principle quantum number (n)

هو عبارة عن مجموعة خطوط ثانوية أي أن مستويات الطاقة الرئيسية n هو عبارة عن مستويات ثانوية من الطاقة وهذا يدرك على أنه إلكترون ينتقل ما بين هذه الخطوط المتقاربة بالطاقة، كما لو صلاحت وضع الذرات في مجال مغناطيسي إن فصل هذه الخطوط بعضها عن البعض الآخر أي تفصل خطوط طيف الانبعاث الواحد عن الآخر وتولف بمصباح آخر وهذا يعرف

تأثير زيمان Zeeman effect -  
 ان هذه النتائج تتناقض ونظرية بور التي مهدت لانقالات  
 الالكترونية ويعلمها مسوية ما بين  $n_1, n_2, n_3, \dots$   
 أي ما بين الاغلفة الرئيسة او مستويات الطاقة  
 الرئيسة وبالنتيجة مهدت زخم الالكترون.  
 لذلك سنتناول دراسة القوام الالكتري التي تمثل نظرية  
 بور المطورة:

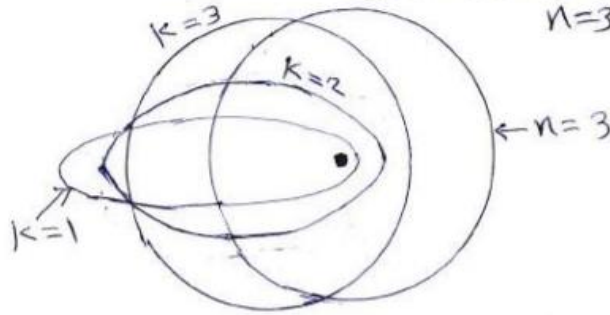
- ١- التراكيب الدقيقة، نظرية زومرفلد Sommerfeld
- ٢- تأثير زيمان Zeeman effect
- ٣- تأثير سبين الالكترون electron spin effect
- ٤- التراكيب الدقيقة، نظرية زومرفلد

فر زومرفلد التراكيب الدقيقة في هيفن لايتعات  
 لذرة H علمه أن الالكترون لا يدور في مدارات دائرية  
 فقط بل يدور في مدارات اهليلجية elliptical أيضاً.  
 والفرد بين عملية دوران الالكترون في مدار دائري  
 ودورانه في مدار اهليلجي هو أنه في الحالة الأولى  
 تتغير زاوية الدوران  $\phi$  فقط ولا يتغير  $r$  بينما في  
 الحالة الثانية تتغير  $\phi$  و  $r$



وبذلك نتحدد طاقة الالكترون، ويتحدد زخم الزاوي  
 بعدد كمها: عدد الكم الرئيس (n) principle quan. no.  
 وعدد الكم السمتي (k) azimuthal quan. no.

وقد ألبت زورفلد أن لكل قيمة من قيم  $n$  تأخذ  $K$  عدد ماوي لها من القيم الصحيحة من 1 إلى  $n$   
 $(K=1 \rightarrow n)$  فعندما  $n=3$   $\therefore K=1, 2, 3$   
 وعليه تأن المدار الأتري هو عندما  $K=n$  أي هناك  
 3 احتمالات: - الأول: دوران الألكترون في مدار الأتري  $n=3, K=3$   
 الثاني: دوران الألكترون في مدار اهليلجي  $n=3, K=2$   
 الثالث: دوران الألكترون في مدار اهليلجي  $n=3, K=1$



المدارات الدائرية والاهليلجية عند  $n=3$   
 إذت يمكننا أن نتصور مستويات الطاقة الرئيسة في  
 نظرية بور وقد انقسم إلى مستويات ثانوية  
 و sublevel متقاربة جداً في طاقتها مما يفر ظاهرة  
 التراكيب (الخطوط) الدقيقة في الطيف الخطي لذرة H  
 والذرات الشبيهة مثل  $He^+$  ولكنها قلت في تفسير  
 أو تحليل خطوط طيف الانبعاث الخطي للذرات الحاوية  
 على عدد كبير من الألكترونات لذلك أستعينا  
 عدد الكم المتي  $K$  بعدد كم آخر هو عدد الكم

الثانوي  $l$  وكل قيمة من  $n$  يأخذ  $l$  القيم من صفر (0)  
 إلى  $(n-1)$  أي 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

## ٢- تأثير زيمان

الصغيرة الثانية التي واجهتها نظرية بور هي حدوث  
ثمة انقسام آخر لخطوط الطيف الذرية (الطبقة الحظية)  
عند وضع غاز الهيدروجين تحت مجال مغناطيسي أي  
عند شلها مجال مغناطيسي على خطوط الطيف سوف  
تتفصل الخطوط بعضها عن البعض الآخر وهذا يعني  
أن المستويات الثانوية تنفصل إلى مستويات  
أكثر دقة ولذلك أدقل العالم زيمان عدد كم ثالث  
هو عدد الكم المغناطيسي  $m$  أو  $m_L$  Magnetic

quan. no. وهو العدد الذي يدر مستوى المدار  
الذي يدور فيه الإلكترون نسبة إلى اتجاه المجال  
المغناطيسي الخارجي. وقد وجد أن قيمة  $m$  تعتمد  
على قيمة عدد الكم الثانوي  $l$ .

عدد قيم  $m = 2l + 1$  وأن:  $m = +l, 0, \dots, -l$

when  $n=1$   $l = n-1 = 1-1 = 0$

$m = +l, \dots, 0, \dots, -l = +0, \dots, 0, \dots, -0$

$\therefore m = 0$

when  $n=2$   $l = 0 \rightarrow n-1$

$l = 0 \rightarrow 2-1$

$l = 0 \rightarrow 1$

$l = 0, 1$

when  $l = 0 \Rightarrow m = 0$

when  $l = 1 \Rightarrow m = +l, \dots, 0, \dots, -l$

$m = +1, 0, -1$

when  $n=3$   $l=0 \rightarrow n-1$   
 $= 0 \rightarrow 3-1$   
 $= 0 \rightarrow 2$   
 $= 0, 1, 2$

when  $l=0 \Rightarrow m=0$

$l=1 \Rightarrow m=+1, 0, -1$

$l=2 \Rightarrow m=+2, +1, 0, -1, -2$

لأن عدد قيم  $m = 2l + 1 = 2 \times 2 + 1 = 5$  قيم عندما  $l=2$

### ٧- تأثير بريم الإلكترون Electron spin effect

فسر العالمان كورد شميدت وأهلييك (1925) الخطوط المزدوجة double line في طيف لايفعات لذرات العناصر القلوية alkali metals بأنه إضافة إلى الحركة المدارية للإلكترون حول النواة فإنه يبرم حول محوره أيضاً وينتج عن كل من هاتين الحركتين مجال مغناطيسي، وهناك احتمالات فقط:

٢- المجال المغناطيسي الناتج عن بريم الإلكترون يعزز المجال الناتج عن حركته المدارية.

٣- المجال المغناطيسي الناتج من بريم الإلكترون يهفف المجال الناتج عن حركته المدارية.

والحركة بريم الإلكترون حول محوره زخم زاوي يمتلك المقدار  $m_s \cdot \frac{h}{2\pi}$  حيث  $m_s$  عدد كمي البرم Spin quantum No. الذي يأخذ القيمتين  $+\frac{1}{2}$  أو  $-\frac{1}{2}$  قيمة الزخم =  $\pm \frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$