جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
قسم الكيمياء

كيمياء الكم

المرحلة الرابعة

محاضرة

تفسير الخطوط الطيفية الذرية

م .د.اسيا اكبر توفيق

asya.akbar@tu.edu.iq

إخفاق الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الخطوط الطيفية الذرية

إخفاق الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الخطوط الطيفية الذرية

الخطوط الطيفية الذرية

**** عندما نضع غاز الهيدروجين في أنبوبة تحت ضغط مخلخل وتخضعه لتفريغ عالي الفولتية فسوف ينبعث ضوء وعند مروره خلال منشور فسوف يتجزأ إلى سلسلة من الخطوط الطيفية كل منهما مرتبط بطول موجي أو تردد مختلف.**

**** ولم تتمكن النظرية الكلاسيكية من إعطاء قيم مضبوطة لترددات الخطوط الطيفية أو حتى قيم قريبة منها.**

**** وخلال الفترة من 1885 إلى 1910 توصل بالمر Balmer وريدبيرج Rydberg إلى إيجاد علاقة تجريبية تعطي الترددات المضبوطة لخطوط طيف الهيدروجين.**

$$\frac{\nu}{c} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_b^2} - \frac{1}{n_a^2}\right) \quad \ldots (3)$$

حيث إن : $n_b = 1,2,3 \ldots\ldots\ldots n_a = 2,3,4 \ldots\ldots\ldots n_a > n_b$

وإن R هو ثابت ريدبيرج ويساوي $109.677\ cm^{-1}$.

** ولم يوجد تفسير لهذه العلاقة التجريبية إلى أن جاء بوهر عام 1913 وبين أن انبعاث ترددات معينة من الضوء من ذرات الهيدروجين يشير إلى أن ذرة الهيدروجين موجودة فقط في حالات طاقية معينة. وبذلك فقد افترض بوهر الفروض الآتية :

(1) إن طاقة الهيدروجين توجد بشكل كمات، أي أن الذرة تتخذ طاقات منفصلة معينة فقط
E3 , E2 , E1 , ... وقد سمى بوهر هذه الحالات المسموحة ذات الطاقة الثابتة بالحالات المستقرة stationary states للذرة (ولا يقصد بهذا التعبير على أن الإلكترون يكون عند سكون في الحالة المستقرة).
(2) لا تنبعث من الذرة في حالتها المستقرة أشعة كهرومغناطيسية.
(3) إذا حدث انتقال إلكترون من حالتها المستقرة Ea إلى أخري أقل طاقياً Eb فإن تردد الضوء المنبعث υ يعطى حسب قانون حفظ الطاقة:

$$E_a - E_b = h\nu \qquad \dots (4)$$

وبصورة مشابهة يحدث انتقال إلكترون من حالة طاقية واطئة إلى أخرى أعلى طاقياً وذلك بامتصاص ضوء تردده معطى بالمعادلة (4-5) والآن عند ربط معادلتي (3) ، (4) نحصل على :

$$E_a + E_b = Rhc\left(\frac{1}{n_b^2} - \frac{1}{n_a^2}\right) \qquad \dots (5)$$

وهذه المعادلة تشير بقوة إلى ان طاقات الحالات المستقرة لذرة الهيدروجين التى تعطي بـ :

$$E = - Rhc / n^2 \qquad (n = 1,2,3, \ldots\ldots\ldots) \qquad \ldots (6)$$

(4) يتحرك الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مدار دائري حول ويخضع لقوانين الميكانيكا الكلاسيكية وأن طاقة الإلكترون تساوي حاصل جمع طاقته الحركية وطاقة جهد التجاذب الكهروستاتيكي بين إلكترون-نواة.

ووفقاً للميكانيكا الكلاسيكية تعتمد الطاقة على نصف قطر المدار، وطالما أن الطاقة هي مكممة (أى موجودة بشكل مضاعفات لـ كم ثابت) لذا يوجد فقط مدارات معينة مسموحة وقد استخدم بوهر فرضية أخري لاختيار المدارات المسموحة.

(5) أن المدارات المسموحة هي تلك التى تكون لها عزم الإلكترون الزاوي :

$$mvr = n\hbar$$

حيث أن: $\hbar = h/2\pi$

m، v هما كتله وسرعة الإلكترون
r هو نصف قطر المدار
n = 1,2,3,4, ...

ومع هذه الفرضيات تمكن بوهر من اشتقاق التعبير التالي لمستويات الطاقة فى ذرة الهيدروجين

$$E = -\frac{2\pi^2 me^4}{n^2 h^2} \quad \ldots (7)$$

حيث e شحنة الإلكترون وعند مقارنة معادلتي (6)، (7) ينتج لنا :

$$R = -\frac{2\pi^2 me^4}{h^3 c} \quad \ldots (8)$$

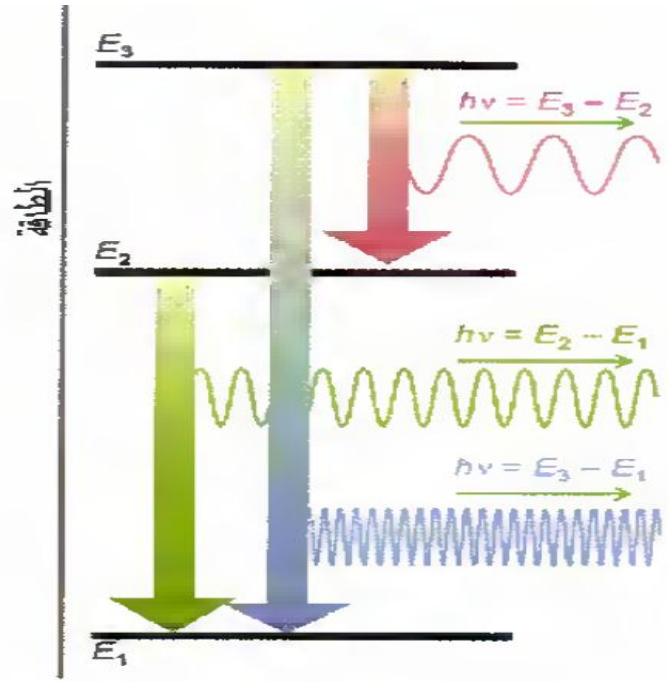
وعند التعويض عن قيم m، e، h، c فإننا سنحصل على قيمة ثابت ويدبيرج

R = 109737 cm-1

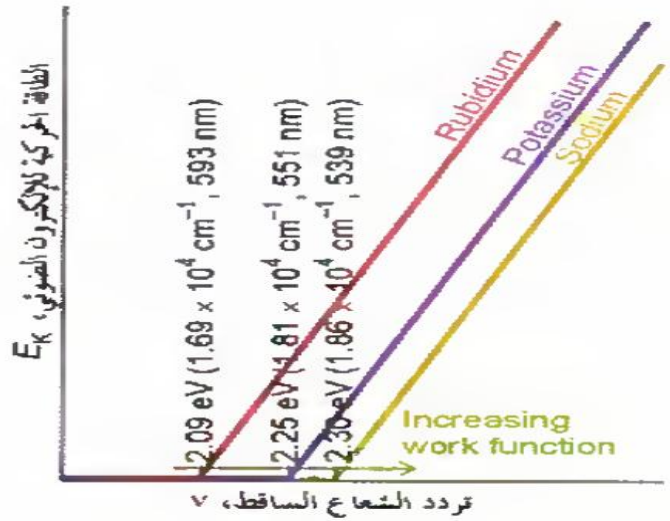
.

منسجمة مع قيمته التجريبية (العملية) وهو دليل على أن بوهر قد أعطي مستويات طاقته مضبوطة لذرة الهيدروجين وهذا يعتبر نجاح كبير لنظرية الكم

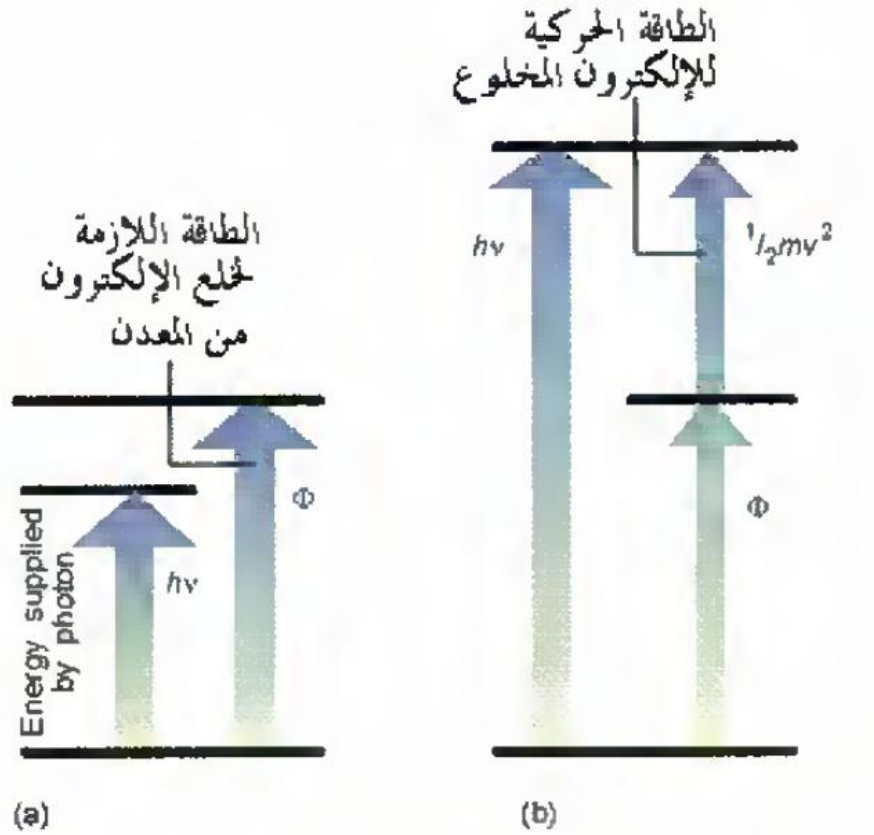
لقد بذلت محاولات عديدة خلال السنوات ()1925-1913لتعديل نظرية بور فقد قام كل من ويلسون
( )Wilsonوسومر فيلد ( )Sommerfieldبصورة مستقلة بتطوير نظرية بور وذلك بأدخال فكرة
المدارات الاهليليجية للالكترونات والتي نجحت بصورة جزئية بتفسير التركيب الدقيق للاطياف الذرية غير أن هذه المحاولات التي تعرف بنظرية الكم القديمة لم تنجح أطلاقاَ في تفسير أطياف الذرات التي تحتوي أكثر من الكترون



شكل ١١–١٠ يمكن تقصي الخطوط الطيفية إذا ما افترضنا أن الجزيء يشع فوتون عندما يتغير ما بين مستويات الطاقة المحددة. لاحظ أن الشعاع ذو التردد العالي يشع عندما يكون التغير في الطاقة عالي



شكل ١١–١١ في التأثير الفوتو إلكتروني، وجد أن الإلكترونات لا تغادر سطح المعدن عندما يكون التردد للشعاع الساقط أقل من قيمة مميزة للمعدن، وعند ترددات أعلى من تلك القيمة، تتغير الطاقة الحركية للإلكترونات الفوتونية خطيا مع التردد للشعاع الساقط.



شكل ١١-١٢ يمكن شرح ظاهرة التأثير الفوتو إلكتروني إذا ما افترضنا أن الشعاع الساقط يتكون من فوتونات لها طاقة تتناسب مع التردد للشعاع. (أ) طاقة الفوتون ليست كافية لخلع الإلكترون من المعدن. (ب) طاقة الفوتون أعلى من طاقة لخلع الإلكترون ويحمل الفائض من الطاقة على هيئة طاقة حركية للإلكترون الفوتوني (الإلكترون المخلوع).