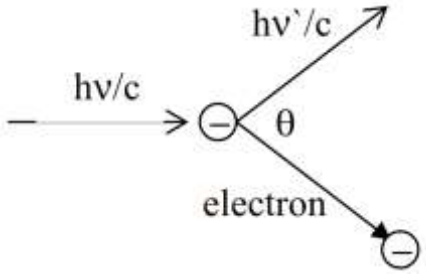
ظاهرة تأثير كومتون Compton Effect

عندما يصطدم الضوء بالإلكترونات فإنه يتشتت ويحدث إزاحة لتردده، ومن الناحية الكلاسيكية فإنه من المتوقع حدوث هذه الإزاحة بقيم مختلفة وعلى ذلك يغطي الضوء المشتت مجالا واسعا من الترددات. ولكن الملاحظ عمليًا أن تردد الضوء المشتت يزاح بمقدار ثابت واحد لكل الأشعة ويعتمد فقط على درجة ميل التشتت. وفوق ذلك فإن مقدار الإزاحة لا يعتمد على تردد الضوء الساقط. هذا السلوك يسمى "تأثير كومتون" Compton Effect.



تشتت الضوء تبعا لظاهرة تأثير كومتون.

ولقد أمكن تفسير هذا السلوك بنجاح تام بتطبيق مبدأ الكم لبلانك على الأشعة. واعتبار أن الفوتون وهو وحدة الطاقة هو الذي يصطدم بالإلكترون وقد تم الوصول إلى معادلة توضح العلاقة بين إزاحة الطول الموجي للضوء المشتت وزاوية التشتت وهذه العلاقة هي

$$\Delta\lambda = \left(\frac{h}{mc}\right)(1 - cos\theta)$$

حيث ان θ هي زاوية التشتت والمقدار h/mc يسمى بطول الموجة كومتون للالكترون Compton Wavelength of the Electron وبالتعويض عن قيمة $c = 3 \times 10^8$ m/s , m = 9.1×10^{-31} kg فأن الطول الموجي لالكترون كومتون يكون 2.426×10^{-12} m وعلى ذلك فإن مقدار أكبر إزاحة للطول الموجي عند زاوية التشتت θ = 180° هو 4.832 pm فقط مهما كان الطول الموجي للضوء.

كيمياء تربية بنات الانبار

نظرية بوهر لذرة الهيدروجين Bohr Theory for the Hydrogen Atom

أصبح العلماء على نهاية الربع الأول من القرن العشرين متفهمين تمامًا لمبدأ الكم لبلانك الذي أصبح الأداة الرئيسية في فهم الظواهر الميكروسكوبية Microscopic Phenomena والمرتبطة بالتركيب الإلكتروني للذرات والجزيئات. وكان أول تطبيق متكامل لهذا المبدأ في مجال التركيب الذري هو نظرية بوهر لذرة الهيدروجين. من أهم ملامح هذه النظرية ومجالات نجاحها وفشلها هو الفروض الرئيسية لنظرية بوهر:

1. طبق بوهر مبدأ الكم لبلانك على ذرة الهيدروجين عن الطيف الذري و الجزيئي فأفترض أن لإلكترون ذرة الهيدروجين عدة مستويات طاقة متاحة له وكل مستوى مستقل بذاته ومنفصل تماما عن المستويات الأخرى ويميز بطاقة معينة ونصف قطر معين. ويميز كل مستوى برقم n ويسمى رقم الكم حيث n = 1, 2, 3,.. .
2. إن عزم الحركة الزاوي Angular Momentum للالكترون في أي هذه المدارات المسموح له بالتواجد فيها يجب أن يعطى بالعلاقة $m.v.r. = \frac{n\,h}{2\,\pi}$ حيث

n = 1, 2, 3, ….. وسمي هذا الشرط " شرط الكم لبوهر" Bohr Quantum Condition

3. يسمح بانتقال الإلكترون من مستوى إلى المستويات الأعلى إذا امتص طاقة تساوى الفرق بين المستويين وفي حالة سقوطه من المستوى الأعلى إلى المستوى الأدنى في الطاقة فإنه يفقد الفرق في صورة طاقة ضوئية هي المسؤولة عن طيف ذرة الهيدروجين.
4. أن طاقة الذرة مكماة او محددة وقد أطلق بور عليها تسمية الحالات المستقرة stationary states وهي لاتشع أشعاعا كهرومغناطسيا في هذه الحالات.
5. تبعث الذرة أشعاع عند أنتقالها من حالة مستقرة الى أخرى اوطأ اما عند الانتقال الى حالة طاقة مستقرة اعلى فأنه يحصل أمتصاص طاقة تردد الأشعاع المنبعث او الممتص بما يتطابق مع العلاقة المعطاة حسب نظرية الكم.

ويبدو من قراءة هذه الفروض أن بوهر طبق مبدأ الكم تطبيقًا كاملا على إلكترون ذرة الهيدروجين. وهذا في الحقيقة صحيح من الوجهة النظرية. أما عمليًا فإن الإثبات الرياضي لبوهر قد اعتمد أساسًا على توازن القوى الكلاسيكي بين قوى الطرد المركزي وقوى التجاذب بين الإلكترونات والنواة. أي أن النظرية أوجدت فكرتين في الأصل متعارضتين معًا في هيكل واحد.

كيمياء تربية بنات الانبار

وقد نجحت نظرية بوهر نجاحًا [illegible] وحساب الطيف الذري للهيدروجين وطاقته. وهذه النظرية هي السبب الأساسي لمنح بوهر جائزة نوبل للعلوم. ولكن بالدراسة المتأنية لهذه النظرية اتضحت أوجه القصور التالية:

1 - إن هذه النظرية معزولة تمامًا ولا يمكن تطبيقها على أي ذرة أخرى غير ذرة الهيدروجين. أي أنها لا يمكن أن تكون الأساس لفهم التركيب الإلكتروني الذري عمومًا.
2 - حتى بالنسبة لطيف ذرة الهيدروجين فإن النظرية عجزت عن تقديم الشرح المقنع لظاهرة زيمن Zeeman Effect وهي عملية انفصام خطوط الطيف إلى خطين أو أكثر في وجود المجالات المغناطيسية وكذلك عجزت النظرية عن تقديم تفسير لظاهرة اختلاف شدة خطوط الطيف.

وقد أعزي النجاح المحدود للنظرية بتطبيقها لمبدأ الكم. أما فشلها فقد ارجع إلى المعاملات الكلاسيكية التي بنيت عليها الحسابات الرياضية وأصبح واضحا تمامًا أنه حتى يمكن تقديم نظرية متكاملة للتركيب الإلكتروني الذري فإنه يجب الاعتماد الكامل وغير المنقوص على مبدأ الكم والبعد تمامًا عن القوانين والأسس الكلاسيكية للميكانيكا حسب العلاقة

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

وبربط المعادلتين السابقتين

$$\Delta E = Rhc \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

ان طاقات الحالات المستقرة لذرة الهيدروجين تعطى بالعلاقة

$$E = \frac{Rhc}{n^2}$$

وبما ان الألكترونات تتحرك حول النواة بمدارات دائرية محددة وبزخم زاوي angular momentum هو mvr وان الألكترونات محددة بوحدات $h/2\pi$ أي أن

$$m\,v\,r = \frac{n\,h}{2\,\pi}$$

حيث ان m كتلة الالكترون, v سرعته , r نصف قطر المدار وباعادة ترتيب المعادلة أعلاه

$$v^2 = \frac{n^2\,h^2}{4\,\pi^2\,m^2\,r^2}$$

في المدار المستقر فأن القوة الطاردة المركزية مساوية لقوى كولمب للتجاذب بين النواة والألكترون $\frac{e^2}{r^2}$ حيث أن e شحنة بروتون النواة وهي مساوية بالمقدار لشحنة الألكترون

كيمياء. تربية بنات. الانبار

$$\frac{m\,v^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$$

وبذلك

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

لذرة H فأن نصف قطر المدار الاول يكون عندما n=1 او

$$r = \frac{h^2}{4\,\pi^2\,m\,e^2} = a_o$$

حيث ان a_o نصف قطر المدار الاول لذرة H حسب نظرية الكم و الطاقة الكلية للألكترون هي مجموع الطاقة الكامنة والطاقة الحركية

$$E = T + V = \frac{1}{2}\,m\,v^2 - \frac{e^2}{r}$$

وبأستخدام المعادلة السابقة

$$E = \frac{e^2}{2\,r} - \frac{e^2}{r} = \frac{-e^2}{2\,r}$$

وباستخدام المعادلة السابقة وبالتعويض عن r نحصل على معادلة مستويات الطاقة للحالات المستقرة لذرة الهيدروجين بدلالة أعداد الكم n

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

المعادلة الأخيرة تبين أن الطاقة مكممة وان n هو عدد الكم للألكترون, وطبقا لنظرية بور

$$E = R\,h\,c = \frac{2\,\pi^2\,m\,e^4}{h^2} \longrightarrow R = \frac{2\,\pi^2\,m\,e^4}{C\,h^3}$$

و بالتعويض عن قيم الثوابت في المعادلة اعلاه وجد ان قيمة $R = 109737\ cm^{-1}$ وهي مطابقة بدرجة كبيرة مع النتائج العملية وهذا يعتبر نجاح كبير لنظرية الكم. لقد بذلت محاولات عديدة خلال السنوات (1913-1925) لتعديل نظرية بور فقد قام كل من ويلسون Wilson وسومر فيلد Sommerfield بصورة مستقلة بتطوير نظرية بور وذلك بأدخال فكرة المدارات الاهليلجية للالكترونات والتي نجحت بصورة جزئية بتفسير التركيب الدقيق للاطياف الذرية غير ان المحاولات التي تلت ذلك لم تنجح أطلاقا في تفسير أطياف الذرات التي تحتوي أكثر من الكترون

كيمياء تربية بنات الانبار