البنية الإلكترونية للذرة

**الضوء في دراسة الذرة ووضع النظريات حول بنيتها**
كان الاعتقاد السائد بين العلماء حتى منتصف القرن السابع عشر أن الضوء عبارة عن جسيمات صغيرة جداً يقذفها المصدر الضوئي سواء أكان طبيعياً كالشمس أو صناعياً كالشمعة (نظرية الدقائق Corpuscular Theory) ، وأن هذه الجسيمات بعد انطلاقها من مصدرها تسير بخطوط مستقيمة . وقد استطاعت نظرية الدقائق تفسير ظواهر الحركة في خط مستقيم كالانكسار والانعكاس ، إلا أنها لم تستطع أن تفسر ظواهر التداخل والحيود . لذا افترض العالم Huygens 1678 أن للضوء طبيعة موجية واستطاع بهذه النظرية الجديدة تفسير كل الظواهر بما فيها الحيود والتداخل والاستقطاب .
قدم ماكسويل بعد ذلك أربع معادلات شكلت حجر الأساس لكل الظواهر الكهربائية والمغناطيسية .
وكان من أهم ما توصل إليه ماكسويل أن هذه الموجات الكهرومغناطيسية عند ظهورها تسير بسرعة تساوي سرعة الضوء ، وأنها تنشأ عن اهتزاز شحنات كهربائية ، وأجرى العالم Hertz تجارب أكَّدت صحة نظرية ماكسويل ، ومع ذلك بقيت النظرية قاصرة عن تفسير بعض الظواهر كالتأثير الكهروضوئي والخطوط السوداء في الطيف الشمسي .
وقدم العلماء في مطلع القرن العشرين أفكاراً ملخصها أن طاقة الموجات الكهرومغناطيسية تكون على شكل كمّات محددة من الطاقة سميت الفوتونات .
وهكذا تبين للعلماء أن هنالك علاقة صميمية بين الكهرباء والمغناطيسية والضوء ، وأنها كلها مظاهر مختلفة من منبع واحد ، ولما كان منبع هذه الظواهر هو المادة ، فلا غروَ إذن تبدأ دراسة ذرات العناصر ومكوناتها بدراسات ضوئية . ولا عجب – بعد ذلك – إن لعب الضوء دوراً أساساً في كشف مكونات الذرة والعلاقات التي تربطها ببعضها ، أي باختصار تحديد بنية الذرة .

**الضوء وأثره في كشف البنية الذرية للعناصر**

لاحظ العلماء أنه عند مرور شعاع من الضوء الأبيض العادي من خلال شق صغير ليسقط على منشور ثلاثي, أنه يخرج منه على شكل طيف متصل بلا إنقطاع على الرغم من اختلاف الوانه السبعة. يسمى الطيف الناتج باسم الطيف الكهرومغناطيسي, وهو طيف مرئي حيث تتراوح أطوال موجات الضوء فيه بين 3.8 – 7.5× 10-7م, وهذه الأطوال الموجية هي التي يمكن للعين البشرية رؤيتها, إذا انقصت أو زادت عن هذه القيم أصبحت خارج مجال الرؤية. ونظراً لهذا المقدار اللامتناهي في الصغر في أطوال الموجات. فقد وجد العلماء أن من الأنسب قياسها بوحدة صغيرة هي النانوميتر وهي وحدة تساوي جزء من بليون من المتر أي بالأرقام 1 نانوميتر=10-9م أو أن 1م = 910نانوميتر, وعلى ذلك فإن أطوال موجات الضوء المرئي تتراوح بين 380- 750 نانوميتر.
أجرى العلماء التجربة ذاتها ولكن على الضوء الصادر من غاز الهيدروجين الموجود في أنبوب تفريغ كهربائي, وقد ظهر طيف ضوئي أيضاً ولكنه كان طيفاً متقطعاً يظهر فيه مسافة بين لون وآخر, وعند إستبدال غاز الهيدروجين بغاز آخر ظهر طيف متقطع ولكن بألوان أخرى, وهكذا ظهر أن العناصر المختلفة يمكن تمييزها بأطيافها, وقد اكتشف عنصر الهيليوم بواسطة هذا التحليل الطيفي حيث عثر عليه في ضوء الشمس قبل أن يكتشف على الأرض.
الطيف الذري
أثارت هذه الظاهرة اهتمام العلماء وعكفوا على دراستها وكان من المنطقي أن يعتقدوا أن سبب الإختلاف في أطياف العناصر( الأطياف الذرية ) الواحد منها عن الآخر مرده إلى تركيب ذراتها وتوزيع إلكتروناتها حول النواة. لقد كانت هذه هي البداية التي أدت إلى ظهور نظرية الكم التي أحدثت الثورة العلمية, والإلكترونية في نهاية القرن العشرين. وسيكون لها دور رئيس في تشكيل القرن الحادي والعشرين الحالي.
بدأ العلماء كما هو متوقع بدراسة الطيف الذري لغاز الهيدروجين لأن ذرته هي الأخف والأبسط من بين ذرات كل العناصر المعروفة. ولذلك فمن المتوقع أن يكون لها أبسط بنية وأبسط طيف.
تهيج الذرات, من المعلوم بأن طاقة وضع الإلكترون تتحدد ببعد المستوى الذي يحتله عن النواة, وتكون الذرة مستقرة إذا كانت إلكتروناتها موزعة بالترتيب على المدارات ذات المستوى الأقل.
لنأخذ على سبيل المثال ذرة الهيدروجين ( وهي أبسط ذرة في العالم كما تعلمون ) المكونة من بروتون واحد وإلكترون واحد, إن الإلكترون في حالة الاستقرار يكون موجوداً في مستوى الطاقة الأول, ولكن إذا امتصت هذه الذرة طاقة تزداد طاقة وضع الإلكترون وينتقل إلى مستوى أعلى قد يكون الثاني أو الثالث أو الرابع... إلخ.
- ونسمي الذرة في هذه الحالة باسم الذرة المتهيجة. هذا ويجب أن نذكر أن الذرات قد تتهيج إجبارياً إذا سقط عليها ضوء, أو تأثرت بطاقة كهربائية أو غيرها من أشكال الطاقة, كما قد يهيجها العلماء لأغراض الدراسات والأبحاث التي تقود للاكتشافات والاختراعات. ومن الأمثلة المعروفة لك في هذا المجال ظاهرة الفسفرة التي تنتج عن عنصر الفوسفور عندما يتعرض لضوء عادي.
- تفسير الطيف الذري, عندما تتعرض ذرات العنصر وهو في الحالة الغازية إلى طاقة تؤدي إلى تهيجها, فإن الكتروناتها الخفيفة والسريعة تتأثر بهذه الطاقة وتنتقل إلى مستويات ذات طاقة أعلىأنظر الشكل أدناه . إن وضع الذرة المتهيجة هو وضع غير مستقر, وهو وضع محكوم عليه بعدم الاستمرار, لذلك تحاول الذرية أن تعود لوضعها الطبيعي أي أن الإلكترون( أو الألكترونات ) تعود إلى مستوياتها الأقل طاقة وبذلك تفقد مقادير مختلفة من الطاقة تظهر على شكل موجات ضوئية. إن المناطق المعتمة في الطيف الخطي للعنصر تمثل أطوال موجات لم يصدرها العنصر.

**الطيف الكهرومغناطيسي**يتألف هذا الطيف من مجموعة من مناطق تختلف في اطوال موجاتها وبعضها يقع ضمن مجال رؤية العين البشرية ويعرف باسم الطيف المرئي والقسم الأكبر يقع خارج مجال الرؤية ويعرف بالطيف غير المرئي .

وفي كل الأحوال فإن :
سرعة الضوء = طول الموجة المعنية × التردد

حيث ( ل ) تعني طول الموجة بالأمتار ، أما التردد فهو عدد الموجات في الثانية الواحدة ويقاس بوحدة هيرتز Hertz

النموذج الميكانيكي الموجي للذرة
الضوء وأثره في كشف البنية الذرية للعناصر

مثال : إذا كان تردد موجة كهرومغناطيسية 1410 هيرتز فما طول هذه الموجة؟
الحل : سرعة الضوء ( سرعة الموجات الكهرومغناطيسية )

=8-1410 م
= 10 -6م طول الموجة

وتقاس الموجات القصيرة جدا بوحدة نانومتر Nanometer وهي وحدة تساوي 10 -9 م أو بطريقة أخرى 1 م = 10 -9 نانومتر
وعلى ذلك فإن طول الموجة في السؤال السابق

= 10 -6+9 نانوميتر
= 310 نانومتر

سؤال : إذا كان طول موجة ضوئية 500 نانومتر ، فما ترددها ؟

**الطيف الذري :**
هو ذلك الطيف المرئي الذي يصدر عند عودة إلكترونات ذرات عنصر متهيجه في الحالة الغازية من مستويات طاقة عالية إلى مستويات طاقة أدنى منها .
لقد كان الطيف الذري هو المفتاح الذي أمكن بواسطته حل لغز التركيب الالكتروني للذرة وبعبارة أخرى توزع الكترونات الذرة على مستويات الطاقة . فمن دراسة خطوط الطيف الذري للعنصر امكن تحديد بنيته .
بدأ العلماء ، بدراسة الطيف الذري لعنصر الهيدروجين لأنها الذرة الأخف والابسط ومن المؤكد أن يكون طيفها أبسط الاطياف وكذلك بنيتها . وتابع العلماء دراستهم للاطياف الذرية لمختلف العناصر بعد ذلك .

**تفسير الطيف الذري**
عندما تتعرض ذرات العنصر وهو في الحالة الغازية الى طاقة تؤدي الى تهيجها ، فإن الكتروناتها الخفيفة والسريعة تتأثر بهذه الطاقة وتنتقل إلى مستويات ذات طاقة أعلى .

إن وضع الذرة المتهيجة هو وضع غير مستقر ، وهو وضع محكوم عليه بعدم الاستمرار ، لذلك تحاول الذرة أن تعود لوضعها الطبيعي أي ان الالكترون ( أو الالكترونات ) تعود إلى مستوياتها الأقل طاقة وبذلك تفقد مقادير مختلفة من الطاقة تظهر على شكل موجات ضوئية . إن المناطق المعتمة في الطيف الخطي للعنصر تمثل أطوال موجات لم يصدرها العنصر.

لقد أثار الطيف الذري المتقطع للهيدروجين (والعناصر الأخرى التي درست أطيافها) تساؤلا متوقعا هو : لماذا يكون الطيف متقطعا ؟ وقد جاء الجواب من العالم بلانك الذي قال بأن الضوء هو ذو طبيعة موجية ومادية في وقت واحد . إذن فالضوء ينبعث على شكل وحدات مادية تسمى الواحدة منها فوتون . ولكل فوتون كمية محددة من الطاقة تتناسب مع تردده .
وضع بلانك معادلة الطاقة للفوتون على الشكل التالي :
الطاقة = ثابت بلانك × التردد
وقد اكتشف بلانك الثابت تجريبيا وقيمته بالتقريب هي
6.63×10 -34 جول . ث . ، أما التردد فوحدته هيرتز (موجة / ثانية) .

مثال : إذا علمت أن تردد الضوء الأحمر يساوي 4.6 × 10 14 هيرتز ، فاحسب طاقة فوتون الضوء الأحمر.
الحل : تحسب الطاقة حسب معادلة بلانك
الطاقة = ثابت بلانك × التردد
= 6.63 × 10-34 جول . ث × 4.6 × 10-14 ث
= 30.498 × 10-34+14 جول
= 30.498 × 10-20 جول
= 30.5 × 10-20 جول