

(الذرة)

الذرة هي أصغر حجر بناء أو أصغر جزء من العنصر الكيميائي يمكن الوصول إليه والذي يحتفظ بالخصائص الكيميائية لذلك العنصر، يرجع أصل الكلمة الإنجليزية إلى الكلمة الإغريقية أتوموس، والتي تعني غير القابل (Atom: بالإنجليزية) للإنقسام؛ إذ كان يعتقد أنه ليس ثمة ما هو أصغر من الذرة، تتكون الذرة من سحابة من الشحنات السالبة (الإلكترونات) التي تدور حول نواة موجبة الشحنة صغيرة جدًا في المركز، وتتكون النواة من بروتونات موجبة الشحنة، ونيوترونات متعادلة، وتعدّ الذرة هي أصغر جزء من العنصر يمكن أن يتميز به عن بقية العناصر؛ إذ كلما غصنا أكثر في المادة لنلاقي البنى الأصغر لن يعود هناك فرق بين عنصر وآخر، فمثلاً، لا فرق بين بروتون في ذرة حديد وبروتون آخر في ذرة يورانيوم مثلاً، أو ذرة أي عنصرٍ آخر، الذرة، بما تحمله من خصائص؛ عدد بروتوناتها، كتلتها، توزيعها الإلكتروني... تصنع الفروقات بين العناصر المختلفة، وبين الصور المختلفة للعنصر نفسه (المسماة بالنظائر)، وحتى بين كَوْن هذا العنصر قادراً على خوض تفاعل كيميائي ما أم لا

ظل وما زال تركيب الذرة وما يجري في هذا العالم البالغ الصغر يشغل العلماء ويدفعهم إلى إكتشاف المزيد، ومن هنا أخذت تظهر فروع جديدة في العلم حاملة معها مبادئها ونظرياتها الخاصة بها، بدءاً بمبدأ عدم التأكد (اللاثقة)، مروراً بنظريات التوحيد الكبرى، وانتهاءً بنظرية الأوتار الفائقة، الذرة أصغر من الجزيء ويمكن لذرتين أو أكثر تكوين جزيء.

النظرية الذرية تهتم بدراسة طبيعة المادة، وتنص على أن كل المواد تتكون من ذرات، الإكتشافات اليونانية في عام ٤٣٠ ق.م توصل الفيلسوف اليونانى (ديموقريطس) إلى مفهوم أو فكرة في كل الأشياء مصنوعة من ذرات أو بالمعنى الحرفى كل الأشياء مكونة من ذرات غير قابلة للإنقسام، وإعتقد هذا الفيلسوف أن كل الذرات متماثلة وصلبة وغير قابلة للإنضغاط إلى جانب أنها غير قابلة للإنقسام، وأن الذرات تتحرك بأعداد لا حصر لها في فضاء فارغ، وأن الاختلاف في الشكل والحجم الذري يحدد الخصائص المختلفة لكل مادة، وطبقاً لفلسفة (ديموقريطس) فإن الذرات ليست المكون الأساسي للمواد فقط ولكنها تكون أيضاً خصائص النفس الإنسانية، فعلى سبيل المثال فإن الآلام تسببها «الذرات الشريرة» وذلك لأن هذه الذرات تكون على شكل (إبر) بينما يتكون اللون الفاتح من الذرات المسطحة ذات الملمس الناعم، وقد إعتقد ديمقريطس وإعتقد معه الناس أفكار هي بلا شك تشير تهكمنا الآن ولكنها كانت منذ قرون «العلم الذي لا يبارى».

إن النظرية اليونانية عن الذرة لها مدلول تاريخي وفلسفي بالغ الأهمية، إلا أنها ليست ذات قيمة علمية، ذلك أنها لم تقم على أساس ملاحظة الطبيعة أو القياس أو الإختبارات أو التجارب.

نموذج دالتون

وجاءت نظرية دالتون بشكل مختلف عما سبق ذلك كونها تعتمد على قوانين بقاء الكتلة والنسب الثابتة والتي إشتقت من العديد من الإستنتاجات المباشرة. يمكن التعبير عن النظرية التي اقترحها بالآتي:

- ١- الأشياء (المواد) تتكون من العديد من الجسيمات الغير قابلة للتجزئة (ذرات) ذات حجم صغير جدًا.
 - ٢- ذرات نفس العنصر متشابهة في الخواص (الشكل، الحجم، الكتلة)، وتختلف تمامًا عن ذرات العناصر الأخرى.
 - ٣- الذرة مصمتة متناهية الصغر، غير قابلة للتجزئة.
 - ٤- يمكن لذرات العناصر المختلفة أن تتحد مع بعضها بنسب عددية بسيطة مكونة المواد.
 - ٥- الإتحاد الكيميائي عبارة عن تغيير في توزيع الذرات.
- وعندما سأل دالتون عن شكل الذرة قال إنها دائرية الشكل ومضغوطة بحيث لا يستطيع أي شيء إختراقها.

لقد أثبتت نظرية دالتون نجاحها من خلال تفسيرها لبعض الحقائق القائمة في ذلك الزمان كما أنها إستطاعت أيضا التنبؤ ببعض القوانين الغير مكتشفة: تفسر هذه النظرية (قانون النسب الثابتة): إفتراض دالتون أن مادة ما تتكون من وذرة A وإن أي جزيئي من هذه المادة يتكون من ذرة واحدة من B و A عنصرين يعرف الجزيء بأنه مجموعة ذرات مترابطة مع بعضها بقوة تسمح لها B واحدة من تكون A بالتصرف أو إعادة التنظيم كجسيم واحد، إفتراض أيضا أن كتلة الذرة تساهم بضعف الكتلة التي تساهم بها A وبالتالي فإن الذرة B ضعف كتلة الذرة في تكوين جزيء واحد من هذه المادة الأمر الذي يعني أن نسبة كتلة B الذرة هي $1/2$ ، في مركب الماء نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين B إلى الذرة A الذرة دائما ثابتة:

$$2.00\text{g H} / 16.00\text{g O} = 1.00\text{g H} / 8.00\text{g O}$$

لقد تنبأت نظرية دالتون بقانون النسب المتضاعفة (قانون النسب المتعددة): عندما تتحدد ذرة ما مع أخرى وتشكل أكثر من مركب فإن نسبة الأوزان لتلك الذرة التي تتحد مع واحد جرام من الذرة الأخرى يجب أن يكون نسبة بسيطة.

نموذج فاراداي

توصّل فاراداي إلى أن الذرات تحتوي على جسيمات مكهربة تدعى إلكترونات وقام بتجارب تحليل أملاح إلا أنه لم يضع أي نموذج ذري.

نموذج طومسون

نموذج طومسون، الشحنة الموجبة موزعة بالتساوي على كل الحجم المشغول بالإلكترونات.

في عام ١٨٩٦م أجرى جوزيف جون طومسون أبحاثاً حول خواص أشعة الكاثود. وفي ٣٠ أبريل ١٨٩٧م، أدهش الأوساط العلمية بإعلانه عن أن الجسيمات المكونة لأشعة الكاثود هي أصغر حجمًا بكثير من الذرات، وقد سمى هذه الجسيمات بالإلكترونات.

وفي عام ١٨٩٧م أظهر إكتشاف الإلكترون للعالم «طومسون» أن المفهوم القديم عن الذرة منذ ألفي عام، والذي ينطوي على أنها جسيم غير قابل للإنقسام كان مفهومًا خاطئًا، كما أظهر أيضًا أن للذرة - في الواقع - ترتيب معقد غير أنهم لم يغيروا مصطلح «الذرة» أو الغير قابله للتجزئة إلى «الذرة» وأدى إكتشاف «طومسون» عن الإلكترون ذو الشحنة السالبة إلى إثارة الإشكاليات النظرية لدى الفيزيائيين لأن الذرات ككل - تحمل شحنات كهربائية متعادلة فأين الشحنة الموجبة التي تعادل شحنة الإلكترون.

وفى الفترة ما بين عامى (١٩٠٣م - ١٩٠٧م) حاول «طومسون» أن يحل هذا اللغز السابق الذي ذكره عن طريق تكييف نموذج للذرة والتي إقترحها في المقام الأول «اللورد كيلفن» في عام ١٩٠٢م، وطبقًا لهذا النموذج والذي يشار إليه غالبًا بنموذج «كرة معجونة وبها بعض حبوب الزبيب» فإن الذرة غالبًا هنا عبارة عن كرة ذات شحنة موجبة متماثلة أما الشحنات السالبة (الإلكترونات) فهي تتوزع داخل تلك الشحنة الموجبة مثل الزبيب المدفون في كرة معجونة.

وترجع أفضلية نظرية «طومسون» عن الذرة في أنها ثابتة، فإذا لم توضع الإلكترونات في مكانها الصحيح فستحاول أن تعود إلى مواضعها الأصلية ثانية. وفى نموذج معاصر أيضًا نظر العلماء إلى الذرة على أنها مثل النظام الشمسي أو مثل كوكب «زحل» ذو حلقات من الإلكترونات محيطة بالشحنة الكهربائية الإيجابية المركزة. حيث توصل طومسون إلى أن:

١- الذرة كرة مصمتة من الشحنات الموجبة.

٢- تتخلل الإلكترونات السالبة الذرة (كما تتخلل البذور ثمرة البرتقال).

٣- الذرة متعادلة كهربائيًا.

كان عمل طومسون يمثل تقدمًا أساسيًا في مجال الفهم العلمي لبنية الذرة مقترحًا نموذجًا عرف فيما بعد بنموذج طومسون، إن عمله هذا أعطى الكثير من البراهين العملية لكثير من النظريات التي وضعت حول البنية الذرية في عصره.

نموذج رذرفورد

اكتشف رذرفورد من خلال تجاربه بأن الشحنة الموجبة للذرة تتركز في مركزها في نواة صغيرة مكثفة ومتراصة وعلى أساس ذلك وضع نموذج الذري الذي عرف بالنموذج النووي، افترض رذرفورد عام ١٩١١م النموذج النووي للذرة معتبراً أن الذرة تتكون من كتلة صغيرة جداً وكثيفة جداً ذات شحنة موجبة تسمى النواة وتحتل مركز الذرة وتحتوي نواة الذرة على جميع البروتونات ولذا فإن كتلة الذرة هي تعبير عن مجموع كتل البروتونات في نواتها (حيث أن قيمة كتل الإلكترونات صغيرة جداً.... فهي قيم مهملة)، كما أن شحنة النواة الموجبة ترجع إلى تركز البروتونات الموجبة بها، وتوزع الإلكترونات في الذرة حول النواة بنفس الطريقة التي تتوزع بها الأجرام السماوية حول الشمس، وبما أن الذرة متعادلة لذا فعدد الإلكترونات يساوي عدد البروتونات بالنواة.

قام العالم رذرفورد بإجراء بعض من أبرز التجارب للوصول إلى حقائق تركيب الذرة. وقد اعتمد في تجاربه على استخدام جسيمات ألفا المنطلقة من مادة مشعة، وكان في اعتقاده أن المادة المشعة تطلق إشعاعاتها في كافة الاتجاهات وبلا حدود الموجبة الشحنة وجسيمات بيتا (α -particles) وهي تتكون من جسيمات ألفا المتعادلة الشحنة، ويمكن اعتبار جسيمات (γ -rays) السالبة الشحنة وأشعة غاما ألفا على أنها ذرات الهليوم فقد منها إلكترونين،

ولذا فإن جسيمات ألفا تحمل شحنتين موجبتين ولها كتلة تساوي أربعة مرات كتلة ذرة الهيدروجين، وقد ساعد «رذرفورد» على تنمية معرفتنا بالذرة، عندما قام مع «هانز جايجر» بإجراء تجارب رقائك الذهب الشهيرة والتي أظهرت أن للذرة نواة صغيرة ولكنها تحتوى على كل الكتلة تقريبًا، فقد قام بإطلاق جسيمات «ألفا» خلال الرقائك الذهبية ثم إستقبلت هذه الجسيمات كومضات ضوئية خلف رقيقة الذهب.

لقد سمح رذرفورد بإطلاق حزمة رقيقة للغاية من جسيمات ألفا من مصدر مشع كعنصر الراديوم بالمرور في إتجاه صفيحة معدنية رقيقة من الفضة أو الذهب، وبعد إختراق تلك الجسيمات الصفيحة المعدنية إستقبلها على لوح من كبريتيد الخارصين موضوع خلفها وكانت النتائج: قام رذرفورد عمليًا بإطلاق جسيمات «ألفا» خلال الرقائك الذهبية تصل سماكة الرقيقة الذهبية الواحدة إلى حوالى ٠.٠٠٠٠٤ سنتيمتر فقط، ثم إستقبل هذه الجسيمات كومضات ضوئية على شاشة الإستقبال ومرت معظم الجسيمات مباشرة عبر الشريحة في حين إنحرفت واحدة فقط من عشرين ألف جسيم (ألفا) إلى حوالى ٤٥° م أو أكثر.

هذه التجربة شكلت ثورة علمية في المفهوم الذري وقتها وكانت الطريقة الوحيدة لقبول وإستيعاب نتائج هذه التجربة هي فيما إستطاع رذرفورد تفسيره على أن كامل كتلة الذرة تقريبًا مجتمعة في المركز وتمتلك هذه النواة حجمًا صغيرًا جدًا

مقارنة بحجم الذرة الكلية وقد توصل رذرفورد نتيجة ذلك إلى القول (من خلال التفكير والدراسة أدركت أن هذا الارتداد المتفرق هي نتيجة حتمية للتصادم الفردي فعندما قمت بالعد وجدت أنه من المستحيل أن أحصل على أي نتيجة ولهذا العدد الضخم، إلا إذا أخذت نظام يكون الجزء الأكبر من الكتلة من الذرة فيه مركزاً بالنواة الدقيقة، وبعد كل هذا التحليل أستطيع القول بأنني قد توصلت إلى وجود ذرة ذات مركز دقيق جداً به أغلب الكتلة ويحمل شحنة موجبة تعادل شحنة الإلكترون)، إن الطريقة الوحيدة التي مكنت رذرفورد من تفسير نتائج تجربته المدهشة وقدرة الجسيمات على المرور والانحراف في داخل الذرة هي الإستنتاجات بأن:

أولاً: وجود فراغ كبير في الذرة دليل على عدم الانحراف لمعظم الجسيمات.
ثانياً: إحتواء الذرة بعض الجسيمات الثقيلة والمشحونة بشحنات موجبة وبالتالي فإن إقتراب جسيمات ألفا من هذه الجسيمات الموجبة قد تسبب في تنافر بسيط معها، وبالتالي كان سبباً في انحراف بعض جسيمات ألفا.

ثالثاً: تمركز الجسيمات الموجبة الشحنة بالذرة في وسطها مما سبب الانحراف الكلي لجسيمات ألفا (قليلة العدد نظراً لصغر حجم الفراغ الذي تشغله النواة) المارة بمركز النواة، مما سبب الانحراف الكبير لهذه الجسيمات.

نموذج رذرفورد للذرة عام ١٩١١م:

- ١- الذرة تشبه المجموعة الشمسية (نواة مركزية يدور حولها على مسافات شاسعة الإلكترونات سالبة الشحنة).
- ٢- الذرة معظمها فراغ (لأن الذرة ليست مصمتة وحجم النواة صغير جدًا بالنسبة لحجم الذرة).
- ٣- تتركز كتلة الذرة في النواة (لأن كتلة الإلكترونات صغيرة جدًا مقارنة بكتلة النواة).
- ٤- يوجد بالذرة نوعان من الشحنة (شحنة موجبة بالنواة وشحنات سالبة على الإلكترونات).
- ٥- الذرة متعادلة كهربائيًا لأن عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة الإلكترونات.
- ٦- تدور الإلكترونات حول النواة في مدارات خاصة.
- ٧- يرجع ثبات الذرة إلى وقوع الإلكترونات تحت تأثير قوتين متضادتين في الاتجاه متساويتين في المقدار هما قوة جذب النواة للإلكترونات وقوة الطرد المركزي الناشئة عن دوران الإلكترونات حول النواة.

تناقضات نموذج رذرفورد الذري مع قوانين الكهرومغناطيسية:

أولاً: بتطبيق قوانين الكهرومغناطيسية على نموذج رذرفورد فإن الذرة ليست متزنة ميكانيكياً حيث أن النواة الموجبة تقوم بجذب الإلكترونات السالبة التي تدور حول النواة في مسار دائري تنشأ قوة مركزية تساوي (ك ع ٢ / نق) وبالتالي يتحرك الإلكترون بتسارع مركزي ويكون مع النواة ثنائي متذبذب فيشع أمواجاً كهرومغناطيسية مستمرة فيفقد الإلكترون طاقته تدريجياً ليدور في مسار حلزوني إلى أن يسقط في النواة.

ثانياً: بما أن الإلكترون يدور حول النواة ويكون معها زوجاً متذبذباً إذا الذرة تشع طيف مستمر يغطي جميع الترددات والأطوال الموجية وهذا يناقض التجارب العملية التي أثبتت أن كل نوع من الذرات تشع طيفاً خطياً له طول موجي محدد بدقة خاص بها.

نموذج بور

نموذج بور للذرة : نموذج دوران الإلكترونات في مدارات محددة حول النواة تشبه مدارات كواكب المجموعة الشمسية.

في عام ١٩١٣م اقترح الفيزيائي الدانماركي نيلز بور نموذجاً للذرة يعتمد فيه على فروض نموذج رذرفورد، ويقترح بور أن كل إلكترون يدور حول النواة ليس في مدارات إلكترونية بالمعنى التقليدي، وإنما يكون لكل مدار طاقة محددة وثابتة،

وبالتالي فإن الإلكترونات تدور حول النواة في مستويات طاقة مساوية لطاقة الإلكترون فعند إعطاء الإلكترون كمية من الطاقة (كالتسخين مثلاً) عندئذ يكتسب الإلكترون طاقة إضافية وينتقل من مستوى طاقته إلى مستوى طاقة أكبر ويكون الفرق بين طاقتي المستويين مساوي للطاقة التي إكتسبها الإلكترون وبعد مرور فترة زمنية متناهية في الصغر تقدر بجزء من مائة مليون جزء من الثانية يفقد الإلكترون طاقته المكتسبة على شكل إشعاع ضوئي، وقد أطلق بور على عملية إنتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الكبير إلى مستوى الطاقة الأقل بقفزة الكم للإلكترون، والكم هي كمية الطاقة التي يطلها الإلكترون عند إنتقاله من مستوى عال من الطاقة إلى مستوى أقل منه وهي كمية طاقة صغيرة جداً جداً؛ وهي طاقة الشعاع الضوئي الذي إنطلق من الإلكترون، وسميت بعد ذلك فوتون، وقد نجح بور بهذا الافتراض أن يفسر الترددات والأطوال الموجية المحددة للطيف الخطي المنبعث من الذرات. ولقد ساعد نموذج بور للذرة على تفسير الكيفية التي تتفاعل بها الذرات مع الضوء والأشكال الأخرى للإشعاع، فقد إفترض بور أن إمتصاص وإنبعاث (إطلاق) الضوء من الذرة يستلزم تغييراً في موضع وطاقة الإلكترون فيقفز من مستوى لآخر.

اللهم صلّ وسلم على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين

تم وبحمد الله