النيترون بعد الالكترون والبروتون

بقلم الاستاذ محمد محمد السيد

مدرس العلوم بالمدارس الأميرية

من الألغاز التى كانت شائعة عند قدماء اليونان لغز (أكليس) والسلحفاة ، يدلاون به على أن (أكليس) مهما بلغ من سرعة السير لن يلحق السلحفاة مهما كان سيرها بطيئاً .

لنفرض مثلا أن السلحفاة سبقت فى المبدأ أكليس بمائة ذراع ، ويحاول أكليس قطع هذه المائة ذراع ، فاذا ما فرغ منها وجد السلحفاة قد تقدمت مسافة أخرى ـ ولتكن أربعة ذرع ـ فاذا ما قطع هذه المسافة الثانية تكون السلحفاة قد تقدمت مسافة ثالثة ـ وهكذا ـ فلا يلحقها أبداً .

وقد حاول بعض مفكرى اليونان كشف المغالطة فى هذا التدليل ، فقرض أحدهم أن قابلية المسافات للانقسام ليست غير محدودة ، فلا يصح لنا أن نستمر فى تصغير البعد بين أكليس والسلحفاة إلى ما لا نهاية له من الصغر ، بل هناك حد أدنى للمسافات لا تتعداه ، وبعد لا يوجد أصغر منه ، وهو ما نطلق عليه الآن اسم الذرة .

فوجود حد لتجزأ المواد ـ إذن ـ فكرة قديمة ، ولكنها لم تنل حظاً من الذيوع والانتشار إلا فى علم الطبيعة الحديث حيث يبنى عليها أساس تركيب المادة .

ويجب ـ لعرض الأفكار الحديثة عن المادة وتركيبها ـ أن نلخص الأسس الأولية التى تقوم عليها هذه الأفكار ، ولذلك سنحاول أن نمر عليها فى لمحة .

العناصر : يقسم العالم الكيماوى المواد إلى قسمين : مركبات وهى التى يمكن أن تتحلل إلى مواد أبسط منها ، وعناصر وهى التى لا تتحلل مهما سلطنا عليها من القوى .

فالماء مركب ، إذ يمكن بواسطة الكهرباء تحليله إلى عنصرين بسيطين هما : غازا الايدروجين والاكسيجين ، وكلا من الايدروجين والاكسجين عنصر لا يتحلل .

والعناصر المعروفة للآن ٩٠ عنصراً ، وهناك ما يحملنا على الاعتقاد بوجود عنصرين آخرين ـ على الأقل ـ لم يكشفا بعد .

من هذه الاثنين وتسعين عنصراً تتكون كل المواد التي نخطر ببالنا سواء أكانت صلبة ، أو سائلة ، أو غازية ، حية أو ميتة ، نباتية أو حيوانية .

فالماء مكون ـ كما قدمنا ـ من عنصري الايدروجين والأكسجين ، والملح الذي نستعمله في الطعام مركب من عنصري الكلور والصوديوم ، والورق مركب من عناصر الكربون والايدروجين والأكسجين وهكذا ، وما العناصر إلا قوالب البناء التي تبنى بها الطبيعة المواد المختلفة التي تملأ العالم باتحاد عنصرين أو أكثر منها ، وبتغيير في النسب بين العناصر التي تستعملها في بنائها .

هناك عناصر مألوفة نراها ونستعملها كل يوم : فالحديد والنحاس والرصاص والكبريت والذهب كلها عناصر ، ويوجد بجانب هذه عناصر أخرى غريبة الأسماء لندرتها ، ولكن يجب ألا ننسى منها عنصر الهليوم (وهو غاز خفيف يستعمل في ملء البالونات الأمريكية ، ويفضل في ذلك على الايدروجين لعدم قابليته للاشتعال رغم كونه أربعة أمثاله في الكثافة) ، وعنصر النيون (وهو غاز يستعمل كثيراً في الأجهزة اللاسلكية) .

الذرات : لنتصور أننا أخذنا قطعة من النحاس وقسمناها إلى نصفين ، ثم قسمنا أحد النصفين إلى نصفين آخرين وهكذا . . . فهل من نهاية لهذه العملية ؟

الجواب نعم ، فهناك حد لا يمكن استمرار التقسيم بعده ، ذلك هو عندما نصل إلى الذرة ، والذرة هي أصغر جزء من المادة لا يتجزأ . ولا يمكن عملياً الاستمرار في تجزئة قطعة النحاس حتى نصل إلى الذرات المكونة لها ، فإن أبعاد الذرة أصغر من أن تدركها مقاييسنا وأجهزتنا .

تختلف ذرات العناصر المختلفة حجماً ووزناً ، وذرة الايدروجين أصغرها ، فمائة مليون ذرة من ذرات الايدروجين لو وضعت جنباً لجنب في خط مستقيم لما بلغ طولها سنتيمتراً واحداً ، وإذا كانت الذرة ـ لو تخيلناها ـ كالكرة صغيرة في القطر إلى هذا الحد ، فحجمها إذن من الصغر بحيث يكاد يستحيل تصوره ، وعدد الذرات في سنتيمتر مكعب من الهواء كبير جداً لا تعطينا الأعداد فكرة محدودة عن كبره .

اكتشافات هامة : في سنة ١٨٧٩ أرسل السير (وليم كروكس) تياراً كهربائياً في أنبوبة مفرغة من الهواء تقريباً ، وشاهد أشعة متألقة تمر في الأنبوبة ، وقد وجد أن هذه الأشعة لها خواص غريبة غير مألوفة للأمواج الضوئية ، فهي تنحرف بواسطة المغناطيس ، ويمكنها أن تحرك عجلة صغيرة موضوعة في طريق سيرها .

وبتجارب دقيقة أمكن تعرف كنه هذه الأشعة ، وقد وجد أنها ليست أشعة بالمعنى العلمي لهذه الكلمة . . بل هي جسيمات صغيرة جداً ، كتلة كل منها نحو ١ على ٢٠٠٠ من كتلة ذرة

الايدرجين ، وأنها مشحونة بالكهربائية السالبة،وقد أطلق عليها فيما بعد اسم الالكترونات.

وقد كشف (وللم رنتجن) أشعة مجهولة تنبعث من الأنابيب المفرغة من الهواء أثناء مرور التيار الكهربائى فيها وسقوطه على حائل، وسميت هذه الأشعة بأشعة (إكس)؛وقد كان كشفها صدفة ؛ إذ لاحظ (رنتجن) أن ألواحاً فوتوغرافية مغطاة بجوار الأنابيب المار بها التيار الكهربائى تالفة نتيجة اختراق الأشعة المجهولة للغطاء وتأثيرها فى الألواح .

وتقدمت الأبحاث عن هذه الأشعة ، فقد وجد (هنرى بكريل) فى سنة ١٨٩٦ أن بعض أملاح عنصر الأورانيوم تشع نفس هذه الأشعة التى تنفذ من الأجسام غير الشفافة ؛ وكان هذا بدء العهد بالمواد المشعة .

وفى سنة ١٩٠٣ أمكن لمدام كورى وزوجها فصل عنصرين يشعان بشدة وباستمرار أكثر من أملاح الأورانيوم،وهما عنصرا الراديوم والبولونيوم، ووجد أن الأشعاع الخارج من عنصر الراديوم هو فى الواقع ثلاثة أشعة مختلفة فى الخواص دعيت بالأحرف اليونانية (الفا وبيتا وجاما) .

الجسيمات الفا : وجد (رذرفورد) -وهو من العلماء الانجليز المعاصرين- وغيره منذ نحو عشرين عاماً أن ما يسمى بالأشعة الفا ، ليس أشعة بالمعنى المصطلح عليه،بل هى جسيمات صغيرة جداً تنفذ خلال لوح زجاجى رقيق سمكه ١ على ١٠٠ من الملليمتر ، فاذا جمعت هذه الجسيمات فى صندوق سميك الجدران ، وجد بعد مدة أن الصندوق يتجمع فيه غاز الهليوم .

وبدرس هذه الجسيمات أمكن تقدير كتلها ، وقد وجد أنها تتحرك بسرعة كبيرة تختلف باختلاف العنصر الذى يشعها ، فأسرع هذه الجسيمات هى التى تخرج من العنصر المعروف باسم (توريوم ح) إذ تتحرك بسرعة ١٢٨٠٠ ميل فى الثانية،أى أسرع من السيارات السريعة مليون مرة .

أما الجسيمات التى يشعها عنصر الأورانيوم فتتحرك بسرعة ٨٨٠٠ ميل فى الثانية . وهذه الجسيمات المادية مشحونة كلها بالكهربائية الموجبة .

الجسيمات بيتا : بفحصها فى مجال مغناطيسى ، وجد أنها ألكترونات سالبة الشحنة تتحرك بسرعة كبيرة جداً تزيد كثيراً عن عشرة أمثال سرعة الجسيمات الفا ، وتقرب سرعتها كثيراً من سرعة الضوء .

وقد اخترع الأستاذ(ولسون)من كمبردج طريقة لتصوير مسار الجسيمات الفا وبيتا أثناء حركتها فى إناء مقفل مشبع هواؤه بالرطوبة ، وذلك بتبريد الاناء فجأة ؛ فتتجمع قطرات الماء على الشحنات الكهربائية الموزعة على تلك الجسيمات أثناء حركتها ، فاذا أضيء الاناء من الداخل أمكن تصوير مسار هذه الجسيمات ،وقد وجد أن مسارات الجسيمات الفا مستقيمة سميكة (لكبر كتلة تلك الأجسام) ،أما الجسيمات بيتا فسارها خطوط متعرجة دقيقة تشبه أنسجة العنكبوت.

الأشعة جاما : هذه أشعة وليست جسيمات مادية ، ولا تتأثر بالمغناطيس ، وهي تشبه إلى حد ما الأشعة الضوئية والحرارية . إلا أنها تختلف عنهما فى قدرتها على النفوذ من الأجسام غير الشفافة إلى مسافات طويلة .

تركيب الذرة : عقب تجارب كروكس وكشف العناصر المشعة ، اتجهت الأفكار إلى البحث فى تركيب الذرة ، فهاهم العلماء يعثرون فى الأشعة بيتا على جسيمات أصغر كتلة من ذرة الايدروجين التى كانت تعتبر أخف الذرات .

لا بد إذن أن تكون الجسيمات بيتا هى أجزاء من الذرة ، ولما كانت هذه الجسيمات تخرج من كثير من العناصر المشعة رغم اختلافها ، فلا بد أن تكون موجودة فى كل ذرات هذه العناصر .

الذرة إذن تحتوى على الجسيمات بيتا أو الكترونات ، ولكن هذه مشحونة بكهربائية سالبة ، بينما الذرة لا يبين عليها آثار الكهربائية ، إذن لا بد من وجود جزء آخر فى الذرة يحمل شحنة كهربائية موجبة حتى يتم باجتماع هذا الجزء مع الألكترونات السالبة الشحنة ذرة متعادلة كهربائياً .

لهذا فرض (رذرفورد) أن الذرة مكونة من نواة موجبة تدور حولها ألكترونات سالبة الشحنة كما تدور الكواكب والأرض حول الشمس .

بقى أن نعرف حجم كل من النواة والألكترونات ، ولوصول إلى ذلك صوب العلماء الجسيمات ألفا الخارجة من العناصر المشعة على ذرات العناصر المختلفة فى صندوق مقفل مصوبة عليه آلات فوتوغرافية لتصوير ما يحدث من التصادمات داخله بطريقة (ولسن) التى أشرنا إليها .

ولكن التصادمات التى كانت تحدث بين الجسيمات ألفا وذرات العناصر الموجودة أمامها كانت قليلة العدد ، وهذا ناتج من صغر نواة الذرة والألكترونات فيها بالنسبة لحجم الذرة كلها ، فقطر النواة يبلغ نحو جزء من ١٠٠٠٠ جزء من قطر الذرة .

أغلب الذرة إذن فراغ ، والجزء المادى فيها من نواة وألكترونات (إن صح تسمية هذه بالمادة) لا يبلغ جزءاً من ألف مليون مليون جزء من حجم الذرة كلها ، وما دامت الأجسام التى حولنا مكونة كلها من ذرات مثل هذه ، فما أشد فضاء المادة ! وما أكثر الفراغ فيها ! إننا لا نستغرب إذن إذا قال السير (جينز) العالم الانكليزى بأن توزع المادة فى ذرة الكربون ومقدار ازدحام هذه الذرة بالألكترونات هو كازدحام محطة (واترلو) إذا أطلقت فيها ستة زنابير!

ذرات العناصر المختلفة : الذرة إذن مكونة من نواة يدور حولها ألكترون أو أكثر ، وتختلف العناصر باختلاف ذراتها ، والاختلاف بين الذرات راجع للاختلاف أولا فى النواة ، وثانيا فى عدد الألكترونات التى تدور حولها ثانيا .

فى الايدروجين وهو أبسط العناصر وأقلها كثافة تتكون الذرة من نواة يطلق عليها

جسم البروتون مشحونة بشحنة كهربائية موجبة، والكترون يدور حول هذه النواة كما يدور القمر حول الأرض .

وذرة عنصر الهليوم — وهو الثانى فى ترتيب العناصر بعد الايدرجين — مكونة من نواة والكترونين اثنين يدوران حولها فى مسارات مختلفة .

ولما كان وزن ذرة الهليوم نحو أربع مرات قدر وزن نواة الايدرجين، كان لا بد لنواة الهليوم أن تكون نحو ٤ مرات قدر وزن نواة الايدرجين (ويلاحظ أن وزن الألكترون صغير جداً ويمكن إهماله) ، وهذا مادعا العلماء لفرض أن نواة الهليوم مكونة من أربع بروتونات (ويلاحظ أن البروتون هو نواة ذرة الايدروجين) وألكترونين مندمجة كلها ببعضها حتى تصير شحنة نواة الهليوم الموجبة قدر شحنة البروتون مرتين فتصير بذلك متعادلة كهربائياً مع الشحنتين السالبتين على الألكترونين اللذين يدوران حولها .

ونواة الهليوم هى التى يطلق عليها اسم الجسيمات ألفا ، وهى التى تخرج من العناصر المشعة عند تفتتها .

وأثقل العناصر المعروفة وهو (الأورانيوم) ووزن ذرته ٢٣٨ مرة قدر وزن ذرة الايدرجين مكونة ذرته من ٩٢ ألكتروناً تدور كلها فى مسارات مختلفة حول نواة مركبة من ٢٣٨ بروتوناً و ١٤٦ الكترونا مندمجة كلها معاً .

تحول العناصر : يمكن إذن تفسير خاصية العناصر المشعة كالراديوم والأورانيوم وغيرها بأن ما يخرج منها من الجسيمات ألفا وبيتا أو من الأشعة جاما إنما هو ناتج من تفكك ذراتها وتحولها إلى ذرات عناصر أخرى، فعنصر الأورانيوم يتحول بالتدريج إلى عنصر الراديوم، وهذا يتحول بالتدريج إلى رصاص، وكل ذلك نتيجة فقد هذه العناصر بعض البروتونات والألكترونات من ذراتها .

وإذا كانت العناصر المشعة تتحول من تلقاء نفسها ويمضى الزمن إلى عناصر أخف منها ؛ فان العالم الطبيعى قد تمكن من عمل نفس العملية لعناصر كثيرة ، فأمكن لرذرفورد فى سنة ١٩١٩ أن يحصل من ذرات الأزوت (وهو الغاز المكون لأربعة أخماس الهواء) على ذرات إيدرجين ، وذلك بتصويب الجسيمات ألفا عليها فتتحد الدقيقة ألفا (وهى نواة هليوم كما أسلفنا) بنواة الأزوت مكونة نواة عنصر آخر يدعى الفلور ، ثم تتحلل نواة الفلور فى الحال إلى نواة إيدرجين ونواة أكسيجين (ويختلف الأكسيجين المتكون من الأكسيجين العادى فى الهواء فى بعض الخواص) .

كذلك أمكن الحصول بنجاح على ذرات الايدرجين من ذرات عناصر مختلفة كالصوديوم والألومنيوم والفوسفور ، وأمكن تصوير تصادم الجسيمات ألفا بنوى تلك العناصر ومسار النوى الناتجة بعد التصادم .

فالعناصر — كما ترى — ليست غير قابلة للتحول ، بل هي تتحول — إما من تلقاء نفسها كما في الراديوم ، أو بواسطة قوى شديدة كالأزوت — إلى عناصر أخرى ؛ وهذا هو الذي دعا إلى بعث فكرة تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب ، تلك الفكرة التي كان العرب يسعون لتحقيقها قديماً ، والتي كان العلم الحديث يعتبرها حتى أوائل القرن العشرين من المستحيلات ، ولو أنها لم تتم حتى الآن .

النيترون : في سنة ١٩٣٠ أبان باحثان ألمانيان أن الجسيمات الفا لو صدمت ذرات عنصر البريليوم (وهو عنصر معدني أبيض أخف من الألومنيوم وكثافته ١٫٨٥ جراما) يخرج نتيجة التصادم إشعاعاً شديد النفوذ في الأجسام ، وهو في ذلك أقوى من الأشعة جاما .

واهتمت الأوساط العلمية بهذا الاشعاع الجديد، وبحثت مدام كوري جوليو (وهي ابنة مدام كوري الشهيرة) وزوجها ، وكشفا لهذا الاشعاع الجديد خواص غريبة تختلف عن خواص الأشعة المألوفة .

وأبانت المباحث التي كان يجريها الدكتور شدويك وويلسن وغيرهما في انكلترا أنها ليست أشعة كأشعة الضوء مثلا ، بل هي جسيمات صغيرة كالجسيمات الفا وبيتا ، لها كتلة ولكنها لا تتأثر تأثراً ظاهراً إذا وضعت في مجال مغناطيسي كالجسيمات الفا وبيتا ، وذلك راجع إلى كونها متعادلة كهربائياً ، فهي لا تظهر عليها أي شحنة موجبة أو سالبة ؛ وأطلق على هذه الجسيمات اسم نيترونات .

والمعروف الآن أن النيترون هو ذرة إيدروجين تقارب بروتونها وألكترونها جداً أو اندمجا معاً ، فالبروتون كما قدمنا يحمل شحنة موجبة ، والألكترون شحنته تساوي شحنة البروتون إلا أنها سالبة ، فاندماجهما معاً يكون نيتروناً متعادلا لا تظهر عليه الكهربائية .

وتتحلل نواة البريليوم بفعل الجسيمات الفا مخرجة نيوترونات ، ويتكون من تحلل نوى البريليوم نوى ذرات عنصر الكربون .

وفكرة وجود النيترون ليست جديدة عند العلماء الطبيعيين ، فقد تنبأ رذرفورد بوجود النيترون قبل كشفه بعشرة أعوام ، وتنبأ أيضا بشدة نفوذه من المادة ، وقد حققت التجارب العملية ذلك .

وبالتأكد من وجود النيترون صار في الامكان أن نتخيل وجود مواد أثقل بملايين الملايين من الذرات من المواد التي نراها على سطح الأرض ، وذلك بتكدس النيترونات إلى جانب بعضها ، وهذا يجعل — من السهل — تفسير الكثافة العظيمة للمواد المكونة لبعض النجوم والتي قد تبلغ ألف مرة قدر كثافة الماء .

هناك في الوقت الحاضر محاولات كثيرة في الصحف العلمية لتفسير تكون ذرات العناصر المختلفة بعضها عن البعض الآخر بإضافة نيوترونات أو بروتونات إلى النوى ؛ ولا شك أن علماء الطبيعة في حاجة إلى بعض الوقت للاتفاق على نظرية مقبولة ، وكلنا نرجو ألا يكون هذا الوقت طويلا .

محمد محمد السيد