سرّ النواة

العلماء يفتتحون المعقل عنوةً

ليس تشبيهُ نواة الذرّة بالمعقل الحصين تشبيهاً مبتدعاً . فقد اشرنا اليهِ في المقتطف مراراً وعقدنا لهُ فصلاً في كتابنا « فتوحات العلم الحديث » متأثرين بذلك علماء الغرب الاعلام . ولكنهُ على كل حالٍ تشبيه مفيد ، لانهُ يقرّب مكان النواة في الذرّة من الاذهان. فاذا اعتبرنا الذرّة الكاملة حصناً كانت الكهارب اشبه ما يكون بالقلاع والطوابي الخارجية ، وكانت النواة بمثابة قلب الحصن او معقله المركزي . فلما تهاوت القلاع الخارجية بين ايدي العلماء — اي لما علموا كثيراً مما يريدون ان يعلموهُ عن طبيعة الكهارب — وجّهوا قواعم الى قلب الحصن يبغون افتتاحه ، والجلوس خلاله ، لانهم عرفوا بالتجربة والامتحان ، ان سرّ المادة فيهِ ، بل وسرّ الطاقة كذلك ، وفي ما يلي بيان موجز لما احرزوا من النصر في هذه الحرب العلمية

منشأ البحث

كان لابدّ للعلم من بصر شديد الثقوب ، لكي يتبيّن «الذرّة» في كتل المادة المتنوعة الاشكال. ولكن علم الطبيعة الحديث امدّ ابناءهُ ببصر يخترق الذرّة ، ويكتشف العناصر التي تتركب منها ، وتصرّف بعضها. والرأي الحديث ان الذرّة اشبه ما يكون بنواة صلبة مندمجة تحيط بها طبقة هشّة. فالذرّة من هذا القبيل ، كالخوخة . فنواة الخوخة تقابل نواة الذرّة . وجسم الخوخة الريان يقابل جوّ الذرة الكهربائي المؤلف من كهارب وعجال كهرطيسي

كان العالم الفرنسي بكرل اول من عني بنواة الذرة . وذلك في سنة ١٨٩٦ . ولكن رذرفورد كان اول عالمٍ تصوّر الصورة الحديثة السائدة للذرّة وبنائها . على ان الصورة التي تصوّرها رذرفورد لم تكن حزراً اطلقهُ في الظلام ، يصيب بهِ اذا كان موفقاً ولا يصيب اذا اخطأه التوفيق. ولكنها كانت مبنية على النتائج التي اسفرت عنها تجاربهُ العديدة الدقيقة . كان بكرل قد اكتشف ظاهرة الاشعاع ، فعنيت بها مدام كوري وزوجها ، ووسّعا نطاقها وبوجهٍ خاص بعد ما كشف الراديوم . واثبت رذرفورد في سنة ١٩١١ وبضع السنوات التي تلتها ، ان الاشعة المنطلقة من الراديوم وغيره من المواد المشعة ، انما تنطلق من نواة الذرّة لا من جوّها الخارجي . فلما ثبت ذلك اصبحت

خواص هذه الاشعة — طبيعتها وقوتها وسرعتها — اشبه بالرسل تحمل انباءً عن المصدر الذي انطلقت منهُ

وقد دلّت البحوث الطبيعية ان هناك ثلاثة ضروب من الاشعة . اشعة موجبة تدعى دقائق الفا . واشعة سالبة تدعى دقائق بيتا . واشعة لا هي موجبة ولا سالبة بل من قبيل الاشعة السينية (اشعة اكس) تدعى اشعة غما . فالاولى تنطلق بسرعة ١٢ الف ميل في الثانية . والثانية تسير بسرعة الاشعة السينية اي سرعة الضوء ولكن لا تبلغها تماماً . والثالثة تسير بسرعة الضوء اي بسرعة ١٨٦ الف ميل في الثانية

وعند التعمق في البحث ظهر ان دقائق الفا هي نوى ذرّات الهليوم . وان دقائق بيتا هي الكهارب والعجيب في كل هذا ان نوى الذرّات نفسها تبرعت بهذه الحقائق للعلماء اي انها اطلعتهم على انها مؤلفة من كهارب ودقائق الفا . ولكن البحث لم يقف عند هذا الحدّ . ففي تلك الآونة عني السر جوزف طمسن والاستاذ أستُن بوزن الذرّات بطريقة عجيبة . وكان رذرفورد قد اثبت ان وزن الكهارب شيء لا يعتدُّ به في وزن الذرّات . فكأنّ طمسن وأستن كانا يزنان نوى الذرّات فعلاً اذ كانا يزنان الذرّات . فلما عرفت اوزان النوى ، اصبح في وسع البحّاث ان يعلموا هل النوى مؤلفة من دقائق الفا وكهارب دون اي شيء آخر . ولكن ذلك لم يكن في اليسير مستطاعاً لان جدول الاوزان الذرية الكيميائية يعين لذرة الهليوم وزن ٤ حالةً ان هناك ذرّات وزنها واحد ، او ٦ او ٧ او ٩ . فكيف يمكن ان تتألف هذه الذرّات من وحدة وزنها ٤ على القياس نفسه ، واذن لا بدَّ من وحدة يكون وزنها رُبْع وزن دقيقة الفا اي واحد ، لتكون اساساً لبناء نوى الذرّات جميعاً

هذه الوحدة هي نواة ذرّة الايدروجين المعروفة باسم « بروتون » Proton ولما كانت دقيقة الفا (أو نواة ذرة الهليوم) تزن أربعة أضعاف وزن البروتون ، بل لما كانت نوى العناصر المختلفة ليست الاّ أرقاماً مضاعفة للرقم واحد — وهو وزن البروتون — كان من الطبيعي ان يعتقد علماء الطبيعة ان نوى الذرّات مركبة من بروتونات وكهارب ليس الاّ . ولكن الامتحان يدل على أن دقائق الفا تدخل في تركيب نوى بعض العناصر . لذلك اعتقد العلماء ان البروتونات تتحشك أحياناً فيتألف من انحشاك اربعة منها ، دقيقة الفا واحدة

بيد ان هذا كلهُ جاء من طريق الاستنتاج ، ولم يقم عليهِ دليل علميٌّ تجريبيٌّ واحد . ذلك ان ذرات العناصر المشعّة ، لم تطلق في خلال اشعاعها الذاتيّ ، بروتوناً واحداً . ومما جعل هذا البحث محدوداً مقيداً ، ان الوسائل التي توسل بها العلماء حتى ذلك الوقت ، لتهشيم الذرّة اخفقت جميعها . فالاشعة المنطلقة من المواد المشعة لم تخضع لاي فاعل من فواعل الطبيعة التي في متناول البحاث كالحرارة والبرد والضغط ، ولذلك عجزوا عن حمل نواة الذرّة على البوح بامرار تركيبها

ولكن في سنة ١٩١٩ ابتدع رذرفورد طريقة عجيبة تمكنهُ من ذلك . فبيّن انهُ متى استعمل

دقائق الفا المطلقة من الراديوم ، كمقذوفات أو قنابل يطلقها على ذرّات النتروجين ، فأصاب بعض قنابله نوى بعض ذرّات النتروجين وقذف منها بروتونات مفردة ، هي نفس البروتونات التي تصوّر العلماء أنها الوحدة الاساسية في بناء نوى الذرّات . وكذلك أصبح رذرفورد العالم الاول في التاريخ الذي استطاع ان يحوّل العناصر ، لأن انطلاق بروتون واحد من نواة ذرة النتروجين جعل النتروجين عنصراً آخر

ومما كان يقيم الصعاب في وجه علماء يجربون تجارب من هذا القبيل ، ان عدداً يسيراً جدًّا من المقذوفات التي يطلقها العالم ، يصيب احدى الذرات المقصودة ويفوز بتهشيم نواتها . فقد يطلق العالم ما متوسطهُ ٥٠ الف مقذوفة على طائفة كبيرة من الذرّات قبل ان يفوز باصابة احداها وتهشيمها . أما الصعوبة الثانية فهي أن الراديوم — مصدر هذه المقذوفات اي دقائق الفا — عنصر نادر ثمين وما حضر منهُ يعدّ بالغرامات . لذلك تعذّر التوسع في اجراء التجارب التي قبيل تجربة رذرفورد المتقدمة

الجسيمات الجريرة

ثم انقضى ما يزيد على عشر سنوات والعلماء يعتقدون ان وحدات المادة الاساسية هي الكهارب والبروتونات . ولكن في سنة ١٩٣١ اكتشفت وحدة أساسية جديدة هي «النوترون» — المحايدة أو المحايد — فبدا للعلماء عند اكتشافها ان قصة الذرّة ونواتها لم تتمّ . ذلك ان الاستاذ شدويك وهو من أعوان رذرفورد ، تبيّن نوعاً جديداً من الأشعة منطلقاً من نوى الذرات . فقد وجد ان هذا النوع الجديد من الاشعاع ينطلق من ذرات بعض العناصر الخفيفة مثل عناصر البريليوم عند ما تقذف بدقائق الفا . وأشعة النوترون هي في الواقع دقائق او جسيمات . ولكنها دقائق غير مكهربة ، مثل دقائق الفا أو مثل دقائق بيتا . هي محايدة الكهربائية ، أي لا هي سالبة ولا هي موجبة ولذلك دعيت « نوترونات » أي « الجسيمات المحايدة »

وفي سنة ١٩٣٢ اكتشف الاستاذ اندرسن احد اعوان ملكن في باسادينا بكاليفورنيا ضرباً آخر من الاشعاع ينقذف من نوى الذرّات عند ما تصدمها الأشعة الكونية . ثم ثبت حديثاً ان بعض المواد المشعة تقذف مثل هذه الدقائق ايضاً . ووحدة هذه الدقائق لا تختلف عن الكهرب في شيء الاّ في شحنتها الكهربائية . فالكهرب سالب الكهربائية ، ووحدة هذه الدقائق موجبة الكهربائية ، ولذلك دعيت الكهرب الموجب او البوزيترون

وكذلك نرى انهُ يجب علينا ان ننقح قائمة اللبنات التي تبنى منها الاجسام المادية . كنا قبلاً نعتقد ان هذه اللبنات تقتصر على الكهارب والبروتونات فأصبحنا نرى انها كهارب وبروتونات ونوترونات وبوزيترونات . فهذه المكتشفات الجديدة غلبت الطبيعي على امره ، في محاولته ان يجعل

لبنات الكون الاساسية ، صنفين بسيطين من الدقائق. ولكن بعد البحث ثبت ان البروتون ليس وحدة نهائية ، بل هو مؤلف من نوترون وبوزيترون . واذن فلبنات الكون الاساسية هي ثلاث الآن — اي الالكترون (سالب) والبوزيترون (موجب) والنترون (محايد)

اطلاق طاقة الذرة

والبحث متجه الآن الى معرفة ترتيب هذه الدقائق في بناء النوى . والطريقة التي يعمد اليها العلماء هي الطريقة الساذجة التي عمد اليها رذرفورد اولاً ، اي تحطيم الاشياء وتهشيمها لمعرفة سرّ تركيبها

ولكن الوسيلة تغيّرت. فقد كان رذرفورد يحتاج الى دقائق الفا لتهشيم نواة النتروجين . ودقائق الفا كما قلنا عزيزة المنال ، لان مصدرها نادر ثمين . بيد ان علماء اليوم قد بنوا اجهزة كهربائية قوية الضغط الكهربائي ، يستطيعون ان يسرعوا بها ، نوى الايدروجين (البروتونات) ونوى الهليوم (الهليومات او دقائق الفا) ثم يستعملونها كمقذوفات يطلقونها على الذرات التي يريدون تهشيمها

خذ مثلاً على ذلك ما فعلهُ كوكروفت Cockroft وولطن Walton وهما من اعوان رذرفورد ايضاً فإنهما بنيا جهازاً كهربائياً يمكنهما من اسراع البروتونات اسراعاً عظيماً . ثم اطلقوها على قطعة من عنصر الليثيوم . والليثيوم عنصر مركب من نوعين من الذرات (اي لهُ نظيران isotopes 2) نوع وزنهُ ٦ ونوع وزنهُ ٧ في جدول الاوزان الذرية الكيماوي . وفي خلال هذه التجربة لاحظا ان الليثيوم يطلق اشعةً اعظم طاقة من البروتونات المسدّدة اليهِ . وبعد البحث ثبت ان هذه الاشعة العظيمة الطاقة ، المنطلقة من الليثيوم مؤلفة من هليومات او دقائق الفا (اي نوى ذرات الهليوم) وبعد موالاة التجربة ثبت ان هذه الدقائق تنطلق من الليثيوم ازواجاً وان طاقة حركتها تعدل ١٥ مليون فولط — هذه حقائق جديدة تنطوي على مغزًى عظيم

ويظنُّ ان ما يحدث في هذه التجربة كما يلي : يصطدم بروتون احياناً بنواة ذرة ليثيوم من الوزن ٧ . فيحدث تفاعل داخلي تتحوّل فيهِ النواة بعد ان يلتصق بها البروتون المقذوف عليها ، الى دقيقتين من دقائق الفا . ثم ان هذه الدقائق تنطلق بطاقة اعظم جدًّا من الطاقة اطلقت بها البروتونات على النواة . واذن فالطاقة الكامنة في الذرة قد انطلقت من عقالها في هذه التجربة البسيطة

ولا يخفى ان الطاقة الكامنة في الذرة عظيمة جدًّا ، حتى لقد قيل انهُ اذا استطعنا اطلاقها من عقالها ، لكفتنا الطاقة الكامنة في ذرات كوب من الماء ، لتسيير باخرة كبيرة بين اوربا واميركا ذهاباً وايابا