الجهاز الزحوي

ومنزلته في غزو معقل الذرة

حقائق جديدة يكشفها استعماله

قد يكون الارتقاء في علم من العلوم ، مبنيًا على كشف جديد ، كباحث الذرة التي تزيد في كشف الراديوم ، او على فهم جديد لحقيقة قديمة كالبحث في التعدد العام ، او على اتصال لاعهد للباحثين به من قبل بين علمين او اكثر من العلوم ، كاتصال الطبيعة والكيمياء ، او الفلك بالطبيعة ، او على استنباط آلة جديدة كاستنباط المقياف وما بني عليه كالمضياف المصور ، ومن هذا القبيل يرتد جانب كبير من التقدم الحديث في علم الذرة ، الى استنباط الجهاز الزحوي (السيكلوترون)

في إحدى عشرة سنة ، كان أستاذ مساعد شاب في جامعة كليفورنيا ، يدعى أورنست لورنس ، يطالع رسائل وضعها الباحثون في مختلف الأقطار ، في الفرع الذي توفر عليه ، من فروع علم الطبيعة ، وكان معظمها لا جديد فيه ، لأنه عرفه بالاختبار او درسه في الكتب او طالعه في المجلات الخاصة بالطبيعة

ولكنه عثر في إحدى هذه الرسائل على شيء استوقف نظره . كان الباحث قد وصل أنبوبين مفرغين أحدهما بالآخر ، فنشأ عن ذلك ان سرعة الكهربات في الأنبوب الثاني كانت أسرع منها في الأول . فكان الخاطر الاول الذي خطر لورنس — وهاذا تكتفي بأنبوبين ؟ قال هذا وهو يرى بين عقله انهُ اذا اتصلت سلسلة من الأنابيب المفرغة متصلة بعضها ببعض وكانت سرعة الكهرب تزداد في كل لاحق منها عما في السابق ، فيجب ان يكون في الوسع ، زيادة سرعة الكهربات بهذه الطريقة حتى تبلغ طاقة حركتها ملايين من الفولطات ، وعندئذ تقدر قادرة على اختراق الذرة وتهشيم نواتها ، وهذا غرض من أغراض الباحثين في الذرة

ثم خطر لهُ خاطر آخر ، رائدهُ الخيال وقد تمسك العقل بزمامه ، فقال — لماذا لا نصنع أنبوباً واحداً مستديراً بدلاً من سلسلة من الأنابيب المتصلة ثم نتصل قطبين كهربيين من النحاس يتردد بينهما تيار كهربي متذبذب . ويوضع في وسط الحلقة مغنطيس يجعل الكهربات تدور في الأنبوب دوراناً زحوياً ، فاذا صح الرأي ، تعرضت الكهربات الدائرة في الأنبوب

مرة بعد مرة للضغط الكهربي من القطبين، يدفع الكهربات دفعاً جديداً كلما تدرّجت له، فتزداد سرعتها قليلاً قليلاً، ولكن توالي الازدياد يكون سريعاً، حتى لقد تبلغ طاقتها درجة عالية، تمكنها من اختراق نطاق الذرة الى نواتها وتهشيمها

وكذلك ولد الجهاز الرحوي (السيكلوترون) الذي أصبح ولا غنى عنه في معامل الطبيعة لبحث الذرة . وقد منح لورنس جائزة نوبل الطبيعية جزاء له على ما فتح به علم الطبيعة

وقد صنعت عشرات من هذه الاجهزة لمختلف معامل البحث الطبيعي في اميركا واوربا. ولكن لورنس مضى الآن يصنع جهاز رحوياً يفوق اكبر جهاز صنعه من هذا النمط اثنتين ضعفاً

ذلك ان هذا الجهاز الذي يرتد الى بحث دقيق في الطبيعة الخالصة، أصبح بعد قليل، يستخدم عليها رجال الطب والكيمياء وعلم الحياة وعلم الحشرات وعلم النبات وغيرهم في النفوذ الى ما كان متعذراً عليهم، منتفعاً بهم. ففي احدى الدوائر الطبية يولد هذا الجهاز شعاعاً ذرياً يبحث به ناحية تأثيره في كفاح السرطان، وفي اخرى تستخدم الاشعة المنبعثة منه في صناعة شيء من الكيمياء خواص جديدة عليها، صنعة من خواص الراديوم يستحضر تأثيرها في البحث والمرض، وفي دوائر علم النبات تستعمل الاشعة نفسها في استنباء النبات الذي اعتاد ان يركب الشاه والسكر في اوراقه

وهذه جميعاً فوائد جليلة الخطر توضح نطاق معرفتنا بأسرار الحياة والصحة. لكنها طرقاً لبلوغه، ولكن لورنس غير مكتف بها ولا قانع بالانتهاء الى ما بلغه الجهاز حتى يستوفي كل ما يمكن من كشف سرّ الطاقة الذرية واطلاقها، وفهم الاساليب التي تمكنه من تغييرها من تحويل العناصر بعضها الى بعض، تحويلاً عمدياً. لا تحويل نفسي دائم كما

***

مضت خمسة وعشرون قرناً ورجال العلم يعتقدون ان هناك دقائق متناهية الصغر تسمى الليكتون ديموقريطوس واحدتها electron (الجوهر الفرد) الذي لا تجزأ. ثم من اربعين سنة تجمعت الأدلة على ان كل ذرة عالم قائم بنفسه، له نواة تقابل الشمس في النظام الشمسي، كهيربات تتحرك حولها تقابل السيارات، وان جميع الكهربات متماثلة في كل الذرة

ولكن كل عنصر من العناصر له ذرة خاصة به، وتختلف عن ذرة غيره من الايدروجين الى الأورانيوم. فاثبت البحث الحديث ان سر الاختلاف مستقر في عدد الكهربات التي تحول نواة الذرة. فذرة الايدروجين لها كهرب واحد حول نواتها، وذرة الأكسجين ثمانية كهربات وذرة النحاس تسعة وعشرون كهرباً، والفضة خمسون، والذهب تسعة وسبعون

والراديوم ثمانية وثمانون وذرة الأورانيوم أثقل العناصر وزناً لها حول نواتها اثنان وتسعون كوبرياً

والعناصر تعرَّف في كتب الطبيعة الحديثة بعدد الكهيربات التي حول نواة كل ذرَّة من ذراتها ، وهذه الاعداد تعرف باسم «الأعداد الذرية»

ومن بواعث الاستغراب أن العلماء وجدوا ان تجريد ذرات عنصر ما من بعض كهيرباتها لا يغير من طبيعتها ، فذرة الذهب تبقى ذهباً ، وذرة الحديد تبقى حديداً . فقال العلماء لا بدَّ أن يكون في نواة الذرة أشياء عجيبة عنا فيها سرُّ التحوُّل فوجَّهوا مدافع العلم الى معقل الذرة بغية فتحه

هي النواة ذرّية التركيب ، أو هي دقيقة لا تتجزأ ؟ وبعد بحث دقيق وجدوا أن النواة قوامها بروتونات ونوترونات . فقالوا إذن هذا لبنات الكون المادي . كل ما فيه ، من لحم وبرتقال ، وذهب وحديد ، وزيت وماء ، يرتدُّ عند تحليله التحليل الأتم الى الكهيربات والبروتونات والنوترونات مرتبة في صور شتى . ولا يزال هذا القول غالباً على دوائر العلم الطبيعي ، ولكن ليس بالمستحيل أن يكون عند لورنس شيء يضيفهُ اليهِ عندما ينجز صنع جهازه الرحوي الضخم

***

من السهل تجريد بعض الكهيربات من ذراتها وقد فعل الأقدمون ذلك بغير أن يدروا ، فعلوه عندما جربوا التجربة الكهربية الأولى في التاريخ ، أي عندما فركوا كرة من الكهرمان بخرقة من الصوف ، فأصبحت الكرة قادرة على جذب قشة اليها ، بعد ان ولَّد الفرك فيها طاقة كهربية

ولكن إختراق معقل النواة ليس بالأمر الميسَّر . ففي مدى نقطة (الفاء) في هذه الكلمة تحتشد مليونا ذرة في خط مستقيم . والنواة في كل ذرة منها لا تزيد عن ذبابة في معبد كبير . ثم إن البروتونات والنوترونات الداخلة في تركيب النواة ، متماسكة بقوة عظيمة جداً . فصلها بعضها عن بعض يقتضي طاقة عظيمة . ولكن الجائزة التي يفتقر بها من يفوز بفصلها بعضها عن بعض وإطلاق طاقتها ، جائزة عظيمة تغري بالتجريب بالرغم من المخاطرة . لأن في هذه الطاقة التي تربط اجزاء النواة بعضها ببعض مصدراً لا ينفد لطاقة لا تحد

هذه الاعتبارات حملت لورنس في سنة ١٩٢٩ — أي من احدى عشرة سنة عندما كان يطالع في مكتبة جامعة كاليفورنيا — على التوق الى أن يكون رهن يديه طاقة قدرها مليون فولط ، لكي يحاول ان يهشم نواة الذرة بها

وكان العلماء متفقين على ان في الوسع استعمال ذرة لتهشيم ذرة أخرى ، ولكن ذلك

يقتضي ان تقذف الذرّات قذفاً سريعاً قوياً فتحول الى قذائف قد تصيب ذرات المادة الموجهة اليها فتهشم بعضها . وكانت المشكلة التي تواجههم ، أين تستمد الطاقة اللازمة لقذف الذرات بهذه السرعة

كانت القذائف الأولى التي استعملها العلماء لتهشيم نواة الذرة منبعثة من تلقاء نفسها من اضمحلال العناصر المشعة كالراديوم ولكنها قذائف تستمد طاقتها وزخمها من الطبيعة فليس للعلماء يد في اطلاقها أو زيادة طاقتها . وما لبثوا حتى أدركوا ان توسيع نطاق معرفتهم ببناء الذرة وتحويل العناصر ، يقتضي قذائف اخرى متنوعة . وكان معروفاً ان اطلاق تيار كهربي في غاز لطيف يخرج منه مقذوفات متنوعة من ذرات وجزيئات ودقائق سريعة الا اطلاق قوية الزخم فاذا زيدت سرعة هذه الدقائق المتطلقة بامرارها في فراغ معرض لفعل الضغط الكهربي فقد تصبح سرعتها كافية لاطلاقها على نوى الذرّات بغية تحطيمها

واتجه الرأي الى أسلوبين رئيسيين في اطلاق هذه القذائف المادية أحدهما خزن مقادير كبيرة من الطاقة الكهربية واطلاقها بين قطبين ضخمين . ولكن ظهر بعد التجربة أنهُ اذا ارتفع الضغط الكهربي في القطبين وبعدت المسافة بينهما تعذر وجود أنابيب تصلح لمرور الشرارة الكهربية العظيمة بين القطبين . وقد صنع فعلاً جهاز من هذا النوع في معهد ، سنثسونس التكنولوجي الأميركي قبل خمس سنوات ، وفيه تطلق الشرارة الكهربية بين القطبين طاقة ستة ملايين فولط ولكنه لم يستعمل على ما نعلم لتعذر صنع أنبوب يصلح لمرور الشرارة الكهربية فيه

وأما الطريقة الثانية فهي طريقة لورنس وقاعدتها استعمال طاقة كهربية من قدر متوسط فنستعمل طاقة قدرها عشرات الألوف من الفولطات مثلاً بدلاً من الملايين لتكمل الدقائق المادية تعرض لفعلها مرة بعد أخرى فتزداد سرعتها ويرتفع مقدار زخمها . فاذا بلغت طاقتها مرتبة ملايين من الفولطات وجئت الى مادة يراد تهشيم نواها في ذراتها

كانت القاعدة التي بنى لورنس عليها جهازهُ الرحوي غاية في البساطة ، ولكنهُ أصاب من النجاح فوق ما كان يتوقعهُ . فالقذائف المنطلقة منهُ على الصوديوم — رقمهُ الذري ١١ — تحوّلتهُ الى مغنيزيوم — رقمهُ الذرّي ١٢ — وذلك باقتناص نترون من القذيفة التي أصابت نواة ذرّته . وكانت القذيفة نواة الايدروجين الثقيل (دوتون وتوامها بروتون ونترون) . والالومنيوم — رقمهُ الذرّي ١٣ — تحوّل إلى فسفور — رقمهُ الذرّي ١٥ — وذلك بعد اطلاق قذائف نوى الهليوم عليه . والنتروجين — رقمهُ الذري ٧ — تحوّل الى بورون — رقمهُ الذري ٥ — بالتخلي عن نواة هليوم ، وذلك بعد اطلاق نترونات عليه

وفي هذا الميدان تعدَّدت وجوهُ التحوُّل في العناصر، ومنها ما هو معقد شديد التعقيد. فقد وجد أعوان لورنس مثلاً أنهم يستطيعون أن يصنعوا من عنصر ما خمسة نظائر باحداث تغيير في نواته يبقى فيها على ثلاثة منطلقة عليها من الجهاز الرحوي

ثم بدت ظاهرة عجيبة وهي أن بعض العناصر الخفيفة، تطلق بمدافعها بقذائف الجهاز الرحوي، أشعة تشبه الأشعة التي تنطلق من الراديوم والعناصر المشعة المشابهة له. أي أن هذه العناصر الخفيفة أصبحت مشعة بفعل طبيعي في قدرة العالم أن يسيطر عليه

وتفسير ذلك أنه إذا اصطدمت قذيفة منطلقة من الجهاز الرحوي بنواة ذرَّة فتهشمها، أي تقتضيها استقرار مدى حظ عالية، بفعل الصدمة واضافة دقيقة اليها او حذف دقيقة منها أو الاثنين معاً، ثم لا تلبث ان تميل النواة الى الاستقرار على نحو جديد. خذ مثلاً على ذلك ذرَّة البورون. النواة في سرب الصبي خمسة بروتونات وخمسة نوترونات. فاذا قذفت دوتوناً عظيم السرعة والطاقة فيصيب النواة فتندمج في النواة فتؤلف نواة بروتون ونوترون، فتصبح النواة ستة بروتونات وستة نوترونات وهذه هي نواة ذرَّة الكربون. فعنصر البورون تحوَّل كربوناً. ولكن الكربون الخاص هنا الاصطدام بقذف نوتروناً في سبيله الى الاستقرار، كما يقذف الله بخاراً عند امتصاص الحرارة. ومع ذلك يبقى في الذرَّة الكربونية بروتون زائد. فيحدث بقذف بعد أحد مقذوفين نيوترون وقذف بروتون هو الاشعاع المستحدث

وهذا هو أن الجهاز الرحوي يحدث الاشعاع في العناصر حتى أقل الأطياف عليها، لأن الراديوم والبولونيوم فيهما دائماً ومعهما ضرورة. والعناصر المشعة اشعاعاً مستحدثاً أقصر عمراً — أي مدى اشعاعها أقصر جداً من مدى اشعاع الراديوم — فاستعمالها بالتأكيد يغير تغيراً كلياً للخطر الهائل. وفضلاً عن ذلك فالعرض لجرعة صغيرة من ملح الطعام فقذائف الجهاز الرحوي يولد سوديوماً مشعاً يستمر في إطلاق اشعاعاً لا يقلُّ عن الراديوم إلا مقدار خمسة عشرات الألوف من الجزيئات

***

وفي جامعة كاليفورنيا وحدها عشرون قسماً من أقسامها تستعمل المواد المشعة التي يولدها الجهاز الرحوي في دراسة نواحٍ شتى من العلوم البيولوجية والصناعية. ويعنى لورنس الآن بصنع جهاز رحوي ضخم يفوق أكبر جهاز صنعه حتى الآن عشرين ضعفاً وستبلغ نفقته ٣٠٠ ألف جنيه ويستغرق صنعه ثلاث سنوات ويولد مائة مليون «كيرب ڤولط» وسيقفه على البحث الأساسي في أسرار القوة الذرية