تحويل العناصر

أسلوب المختبرات العلمية

في صنع ذرات جديدة

تحويل العناصر في شكله الحديث قريب العهد ، وهو يختلف عن تحويل العناصر في شكله القديم ، في أنهُ قائم على فهم تركيب الذرّة ، ومعرفة الاساليب التي يمكن التوسل بها الى احداث تغيير في هذا التركيب حذفاً واضافة ، فتتحول ذرة عنصر ما الى ذرة عنصر آخر . واذا كان علماء العصر الحديث قد فاتهم تحويل المعادن الخسيسة الى ذهب ، ففي وسعهم الآن ان يحوّلوا الفصفور مثلاً الى أورنيوم مُشِعّ ، والنتروجين الى بورون . وأهمّ من التحويل نفسه في نطاقه الضيق المحصور الآن ، ما أسفر عنهُ البحث الدائر حول موضوع التحويل في شتى المعاهد العلمية ، من توسيع نطاق المعرفة بتركيب المادة على صحته . وهذا قد يكون في آخر الامر سبيلنا — في حياتنا او بعدها — الى تناول جسيمات المادة الاساسية وصنع ما نريد منها

وتحويل العناصر يقوم في اسلوب العلم الحديث على احداث تحويل في نواة الذرّة . فكل ذرّة على ما نعلم ، تواتها نواة مركزية موجبة الشحنة ، تحيط بها كهيربات (الكترونات) سالبتها ومجموع شحنات الكهيربات مساوٍ لشحنات النواة فتبطل هذه فعل تلك فتتعادل كهربائية الذرة . ولا يخفى ان الجانب الاكبر من كتلة الذرّة مركّز في النواة والنسبة بين كتلة الكهيرب وكتلة البروتون (وهو نواة اخف الذرّات) كنسبة ١ الى ١٨٠٠ . فتحويل ذرّة عنصر من شكل الى آخر يقتضي احداث تغيير في نواة الذرّة . وليس هذا بالعمل الهيّن . وذلك اولاً لان النواة صغيرة الحجم جدًّا فيصعب ان تصيبها بقذيفة ما . ثم ان الجسيمات التي تكون منها النواة مترابطة ترابطاً وثيقاً جدًّا بقوى كهربائية عظيمة حتى لتجد ان فصلها بعضها عن بعض من اشقّ الامور . فاذا كان قطر نواة الذرة جزءا من عشرة آلاف جزء من قطر الذرة نفسها ، فمساحة مقطوع النواة لا تزيد على جزء من مائة مليون جزء من مساحة الذرة ، فاذا اطلقنا على الذرة قذيفةً ما بغية ان تصيب النواة كان احتمال النجاح واحداً على مائة مليون

ولذلك نُضيع سدى الجانب الاكبر من القذائف التي نطلقها بغية أن تصيب بها النواة .

ولنفرض اننا اطلقنا قذيفة وهي نواة الايدروجين (اي بروتون) — على هدف من مادة معيَّنة بقوة مليون فولط ، فانها تقبل على هذا الهدف بقوتها هذه فتخترق الطبقة الاولى من كهربائها فاذا اتفق واصابت في هذه الطبقة نواة ، فبها ، والاَّ فانها تخترق هذه الطبقة الى مايليها وقد خسرت من قوة اندفاعها ، بما اخذته منها الكهربات التي اخترقت منطقتها ، وهكذا ، حتى اذا اصابت نواة في الطبقة العاشرة فانها تصيبها وقد فقدت جانباً كبيراً من قوتها فلا تكون الاصابة فعالة . فاذا لم تصبها ومضت في سبيلها على هذا المنوال تبقى سائرة حتى تفقد قوتها وتستقر . وما زال العلماء عاجزين عن ابتداع وسيلة تمكنهم من تسديد القذائف حتى تكثر النوى التي يصيبونها بها وعلى ذلك فمعظم الطاقة التي تستنفد في اطلاق القذائف بقوة عظيمة لاحداث التحويل ، يضيع هباء . ولذلك يعتقد علماء الطبيعة ان هذه الطريقة لن تفضي الى مصدر جديد من مصادر الطاقة مع ان الطاقة الكامنة في الذرات عظيمة جداً . الاَّ ان هذا لا يعني انَّ بحث طبيعة النواة لا يفيد فالمواد الجديدة التي تولد بهذا الاسلوب تستعمل كثيراً في البحث الطبي والبيولوجي

فلننظر الآن مايحدث في النواة عند ما تصيبها القذيفة ، لعلنا نستطيع ان نتبين السرَّ في اقبال طوائف من العلماء على هذا النوع من البحث . ولكي نستوضح مايحدث يجب ان نتذكر انَّ النواة قوامها نوعان من الدقائق او الجسيمات هما البروتونات والنوترونات . فالبروتون موجب الشحنة والنوترون متعادلها او هو مجايد من الناحية الكهربائية . وقدر الشحنة الموجبة على البروتون مساوٍ لقدر الشحنة السالبة على الالكترون مع أنَّ كتلة الاول تفوق كتلة الثاني نحو ١٨٠٠ ضعف . واذن فالشحنة الكهربائية العامة للنواة ، موجبة وهي مجموعة شحنات البروتونات التي فيها . اما كتلة النواة فهي مجموع كتل البروتونات والنوترونات التي تتألف منها

هذا في مايتعلق بالذرة . اما القذيفة فعلى انواع منها الاشعة الجمية Gamma او الاشعة السينية السالبة التردد القصيرة الامواج ، ثم البروتونات التي تكتسب زخماً عظيماً وطاقة كبيرة بواسطة احد الاجهزة الخاصة بذلك . ثم الدوترونات وهي نوى ذرات الايدروجين الثقيل ويمكن الحصول عليها واكسابها الطاقة والزخم بالطريقة المتقدمة . ومثلها جسيمات الفا . اما النوترونات فيحصل عليها الباحثون في التفاعلات التي تطلق فيها احدى القذائف المتقدمة على اهداف من مواد معينة فتؤثر فيها تأثيراً من شأنه اطلاق نوترونات فيزداد زخمها وتستعمل بدورها قذائف في هذا النوع من البحث . اما الكهربات (الالكترونات) فيظهر انها لا تصلح قذائف من هذا القبيل

الاشعة الجمية تأول هذه القذائف فعلاً في احداث التغير المبتغى . ويصدق هذا القول بوجه خاص لان مصادر الاشعة الجمية القوية نادرة . الاَّ ان تأثيرها شبيه بتأثير الضوء عند وقوعه على بصاصة (خلية ضوئية كهربائية) أي ان الاشعة الجمية تقذف من النواة التي تصيبها

او تأثيرها نوتروناً على نحو ما يقذف الضوء الكتروناً من البوتاسيوم الذي في البصاصة . فاستعمال الاشعة الحية ذو شأن نظري من حيث دراسة النواة ، ولكنها ان تكون ذات شأن في صنع المواد المتصفة بالنشاط الاشعاعي الصناعي Artificial-radio-activity

وأما النوترونات فمن القذائف التي تسترعي العناية لانها لا تحمل شحنة كهربائية ولذلك فلا تدفعها النواة الموجبة الشحنة عندما تقترب منها واذن فلا يلزم النوترونات أن تصيب المادة التي تسدد بها بقوة عظيمة نسبيًّا حتى تخترق طبقات الالكترونات الى النواة . فالنوترون المطلق بقوة يسيرة — نسبيًّا — يستطيع ان يسير الى النواة فتبتلعه وينشأ عن ذلك تفاعل يفضي الى تغيير النواة اما وقد ارتقت الاجهزة لتوليد النوترونات وقذفها ، فمن المحتمل ان تغدو هذه الطريقة لتوليد المواد المشعة اشعاعاً صناعيًّا ذات شأن عظيم في المستقبل . والسهولة التي يمكن بها اجتذاب النوترون الى النواة ولو كان سائراً سيراً بطيئاً ، يفسر انتشار وجودها حرة في الطبيعة . فاذا اطلقت النوترونات حرة بوسيلة من الوسائل ، فانها تخترق المادة ولا تلبث حتى تجتذبها نواة

والفضل في فهم مايحدث في النواة عند ما تصيبها احدى هذه القذائف يعود الى العالم الدنماركي نيلز بور Bohr صاحب الفضل ايضاً في فهم بناء المنطقة الخارجية في الذرة وهي المنطقة التي تؤلفها الكهيربات (الالكترونات) . فهو يذهب الى أن الدقائق التي تتألف منها النواة تجذب بعضها بعضاً بقوة حتى اذا دخلت قذيفة ما النواة ، تقسمت هذه الدقائق طاقة القذيفة ، فتؤسر القذيفة ، لانهُ لا يوجد في هذه الحالة دقيقة واحدة تفوق طاقتها طاقة زميلاتها فلا تستطيع أن تفلت من الأسر . وينشأ عن ذلك نواة تؤلفها جميع الدقائق التي كانت فيها وكذلك القذيفة . ولكنها تختلف عن النواة العادية ، في انها تحتوي على مقدار من الطاقة أكثر مما تحتوي عليه النواة المستقرة البناء . وهذه الطاقة هي طاقة حركة موزعة على دقائق النواة . ثم بعد قليل ، (وبسلسلة من الحوادث لا يمكن حسابها الآن) تفوز احدهذه الدقائق بمقدار من الطاقة يفوق مقدار اخواتها ، فتفلت من جذبها وتقذف الى الخارج .

فاذا كانت الذرة التي اصيبت ، والقذيفة ، والدقيقة التي تنطلق ، مما يجعل الذرة المتبقية مستقرة البناء ، فالتغير ينتهي عند هذا الحد اي ان الذرة تحولت الى ذرة أخرى . ولكن اذا كانت النواة المتبقية غير مستقرة البناء ، فانها لا تلبث بعد ايام او بعد ساعات ، حتى تحاول الوصول الى الاستقرار ، فتطلق كهيرباً سالباً او كهيرباً موجباً (بوزيترون)

وقد تقدم البحث في هذه الناحية تقدماً سريعاً في بضع السنوات الاخيرة ، حتى لقد غدا في وسع العلماء ان يذكروا مئات من الحوادث تتغير فيها ذرات مادة واحدة تغيراً يتباين بتباين القذائف التي تسدد اليها . والعناية الآن متجهة خاصةً الى دراسة تفصيلات الاحوال التي تقع عند حدوث التحول

والآن نضرب للقارىء امثلة على التفاعلات التي تدلُّ على تحوُّل ذرّة الى اخرى مفرغة في قالب المعادلات الرمزية المعتمدة بين العلماء. فالطريقة المتَّبعة هي ان يستعمل الرمز الكيماوي للعنصر ويوضع قبله من أسفل رقم يدلُّ على عدد البروتونات في نواة ذرة ذلك العنصر ثم بعد رمز الذرة من فوق رقم يدلُّ على مجموع عدد البروتونات والنوترونات في النواة

***

فالبريليوم يرمز اليه بالحرفين (بر) فيظهر في هذه المعادلات الخاصة بتحويل العناصر $_{٤}بر^{٩}$ فالرمز (بر) هنا يراد به نواة ذرّة البريليوم . والرقم ٤ يدل على عدد البروتونات في هذه النواة . والرقم ٩ يدل على مجموع عدد البروتونات والنوترونات اي ان النوترونات ٥ وعلى ذلك يمكن افراغ التحوُّلات في نوى الذرّات في قوالب معادلات . خذ مثلاً على ذلك المثل التالي : —

$$_{٤}بر^{٩} + _{٢}هل^{٤} \rightarrow _{٦}كر^{١٢} + _{٠}نو^{١}$$

ما معنى هذه المعادلة ؟ نواة البريليوم يطلق عليها نوى الهليوم بعد اسراعها (والهليوم مدلول عليه هنا بالرمز «هل» قبلهُ ٢ أي في نواته بروتونان وبعده ٤ اي في نواته بروتونان ونوترونان) فيقع التحوُّل فينشأ عنهُ ذرّة كربون ، بروتونات نواتها ٦ ومجموع بروتوناتها ونتروناتها ١٣ ثم تتحوّل ذرّة الكربون هذه — وهي غير مستقرّة في الطبيعة — الى ذرّة نوع آخر من الكربون في نواتها ٦ بروتونات و٦ نوترونات وذلك باطلاق نوترون واحد

***

والمعادلة التالية تبين كيف تتحوّل مادة غير مشعة الى مادة مشعة

$$_{١٠}فو^{٢١} + _{٠}نو^{١} \rightarrow _{١٣}لو^{٢٨} + _{٢}هل^{٤}$$

فهنا نواة ذرة فصفور أطلق عليها نوترون فتحولت الى نواة ذرة ألومنيوم ونواة هليوم. هذا الضرب من الالومنيوم مشع لانهُ غير مستقرّ (الالومنيوم العادي رمزه $_{١٣}لو^{٢٧}$) فتنحلُّ نواتهُ فيتحول احد نوترونات الى بروتون وكهيرب ينطلق منها. والتحول من الالومنيوم المشعّ الى الالومنيوم العادي سريع الحدوث بحيث لا يكون مدى حياة الالومنيوم المشع اكثر من ١٢٧ ثانية

هذا النوع من الالومنيوم المشع يمكن الفوز بهِ بأسلوب آخر وذلك باطلاق النوترونات على الالومنيوم العادي فتكون معادلة التحول كما يلي $_{١٣}لو^{٢٧} + _{٠}نو^{١} \rightarrow _{١٣}لو^{٢٨}$

فالالومنيوم المشع المولد بهذه الطريقة ينحل كما ينحل الالومنيوم المشع المتولد من اطلاق النوترون على الفصفور