المقتطف

مجلة علمية صناعية زراعية

الجزء الاول من المجلد الخامس والثمانين

١ يوليو سنة ١٩٣٤ — ١٩ ربيع الاول سنة ١٣٥٣

لبنات الكون

الدقائق الاساسية في بناء الاجسام

الالكترون والبروتون والنوترون والبوزيترون[1]

من الاقوال المعزوّة الى السر جيمز جينز العالم البريطاني الكبير ان الرياضي فقط يستطيع الاجابة عن مسائل تتعلق ببناء الكون المادي. وانه اذا اجاب فلا يفهمهُ الا رياضي مثله. وقد يكون هذا القول صحيحاً. ولكن الطبيعة الانسانية لا تحتاج الى تثبت من الرياضة العالية لكي تستثيرها انباء المكتشفات الحديثة في عالم الذرّ. خذ مثلاً على ذلك رجلاً يدعى دِراك. فهو استاذ من اساتيذ جامعة كمبردج. عمد في سنة ١٩٣١ الى المرقم والورق والمعادلات الرياضية العالية، فأنبأ بوجود دقيقة غير معروفة من الدقائق التي تتركب منها الاجسام. وفي سنة ١٩٣٢ كان الاستاذ كارل اندرسن الاستاذ بمعهد كاليفورنيا التكنولوجي يراقب صوراً لاصطدام الاشعة الكونية بذرّات الهواء وجزيئاته، فرأى شيئاً يتصرف تصرف الدقيقة التي انبأ بها دِراك. هذا هو البوزيترون ندُّ الالكترون الحقيقي وسنوهُ واحدث القيسات في البناء الكوني. بل قبيل اكتشاف البوزيترون اكتشافاً تجريبيًّا كان الاستاذ شدك — من جامعة كمبردج كذلك — قد اكتشف النوترون. فأضيف هذان الاكتشافان اذ كانت الآراء متعددة متباينة في تعليل الاشعة الكونية وأصلها، والكون الآخذ في الاتساع وطبائعه، فقال الفلكي الاميركي الاستاذ شابلي « الفروض العلمية اكثر

(١) فصل من كتاب « فتوحات العلم الحديث » الذي صنفه رئيس تحرير المقتطف ليكون هديته السنوية ١٩٣٤

عما نحتاج اليه» . وشبّه وار العلم الحديث بجدّ غنيّ جاء الى ملعب احفاده بطائفة كبيرة من اللعب فأصبح الاطفال وهم لا يدرون ما يفعلون بها جميعاً

ولكن هل هذه القروض العلمية الكثيرة الاعيب حقيقةً نتسلى بها ثم ننبذها ؟ ألا نستطيع ان نتذكر عبرة التاريخ في هذا الصدد ؟ الم ينبىء كلارك مكسول بمعادلاته الرياضية من ستين سنة بوجود الاشعة اللاسلكية ؟ فهل يصحّ — ونحن نعلم من عجائب الراديو ما نعلم — ان نقول ان ذلك الاكتشاف الرياضي كان ألعية او لعوبة علمية فقط ؟

بناء الذرة

كانت الذرة في نظر العلماء ، حتى اكتشاف ظاهرة الاشعاع في اواخر القرن التاسع عشر ، دقيقة لا تتجزأ . فلما تبين ان الراديوم وغيره من العناصر المشعة ، تنفجر ، وتنطلق منها مقذوفات متباينة ، كان حتماً على الباحثين ان يسألوا انفسهم : وكيف يمكن ان تكون الذرّة ، تلك الكرّة الصغيرة الصلبة التي لا تتجزأ ؟

وما لبث الباحثون ، حتى اثبتوا ان الاشياء التي تنقذف من عنصر الراديوم على ثلاثة أصناف

(١) دقائق لها وزن نسبيّ كبير وتحمل شحنة كهربائية موجبة دعيت « دقائق الفا »

(٢) دقائق خفيفة (اخفّ من دقائق الفا نحو الفي مرة) وتحمل شحنة كهربائية سالبة . دعيت « دقائق بيتا » وهي الالكترونات

(٣) اشعة شديدة النفوذ لا تحمل شحنة كهربائية ، فدعيت « أشعة غما » ثم ثبت انها من قبيل الضوء قصير الامواج اي من قبيل أشعة اكس

وخطر لأحد اساتذة الطبيعة في جامعة « مجيل » الكندية — الاستاذ ارنست رذرفورد وهو لورد رذرفورد الآن — ان يستعمل هذه المقذوفات الراديومية كالقنابل يطلقها على الذرّة ، لعلّه يستطيع ان يحطمها ، فتبيحهُ اسرارها . ووالى تجاربهُ حين عاد الى انكلترا ، الى الجامعة التي تخرّج منها — جامعة كمبردج — فأثبت بالتجربة والبرهان العملي ان الذرة ليست كما ظنّ من قبل كرة صلبة لا تتجزأ [1] ، بل هي كما تقتضي ظاهرة الاشعاع ، مؤلفة من اجزاء . وكان في خلال تجاربهِ يطلق دقائق الفا على ذرّات الذهب ، فتتخلّل الدقائق الذرّات ، وانما كان يتفق احياناً ان ترتدّ احدى الدقائق التي اطلقها ، كأنها صدمت في الذرة كتلة راسية ، فارتدّت عنها بعد اصطدامها بها

فجعل رذرفورد همّهُ ان يبلغ تلك الكتلة : ومضى يطلق القنابل على المعقل ، ويحسب حساباً

(١) السر جوزف طمسن هو اول من اكتشف الالكترون في اواخر القرن الماضي عند بحثه في سر الكهربائية في الغازات

لعدد القذائف التي ترتدّ ، وقوة ارتدادها ، ومن هذا كله رسم رسماً عجيباً ، هو التصميم الاول لبناء الذرّة . فجعل في وسط الذرّة كتلة صغيرة دعاها النواة ، وعلى ابعاد متباينة منها — تزيد الوف المرّات على قطر النواة — اقام الالكترونات وهي اجسام صغيرة جدًّا تحمل شحنات كهربائية مضادة ومعادلة لشحنة النواة . وهذه الالكترونات في رسمه كانت تدور حول النواة دوراناً طبيعيًّا كدوران السيّارات حول الشمس

وكذلك تفسّر رذرفورد قلب الذرّة في الظلام

ولكن هل النواة ، دقيقة فردة ، او مجموعة مندمجة من الدقائق ؟ هذا سؤال تصدّى لهُ مارزدن Marsden احد اعوان رذرفورد باطلاق دقائق الفا على ذرة الايدروجين . ودقيقة الفا هذه تفوق ذرة الايدروجين اربعة اضعاف وزناً ، فلما اطلقت دقائق الفا على ذرات الايدروجين بسرعة ١٢ الف ميل في الثانية مزّقت الالكترون الذي حولها ، فانطلقت نواة الذرّة بسرعة ١٩ الف ميل في الثانية . ولكن مارزدن عجز عن الحصول على جزء من نواة الايدروجين ، وفي جميع التجارب التي جرّبها ، كانت نواة الايدروجين تتصرف كأنها دقيقة لا تتجزأ

وتلاهُ رذرفورد فوجّه دقائق الفا الى ذرّات النتروجين . ووزن النتروجين كما لا يخفى يفوق وزن الايدروجين نحو ١٤ ضعفاً . وكانت الدقائق التي اطلقها رذرفورد كذلك قلما تصيب ، بل ان معدّل اصابتها كانت بنسبة واحد الى مائة الف . ولكن كلما اصابت احدى دقائقه هدفهُ — اي نواة ذرّة النتروجين — كان ينطلق منها نواة ايدروجين . ثم وجّه قنابله الى ذرّات الصوديوم ، فخرج من ذرّات الصوديوم نوى ايدروجين كذلك . ثم وجّهها الى ذرّات الالومنيوم والفسفور ، فكان في جميع هذه الحالات ، يحصل على نوى الايدروجين

فهل الايدروجين هو المادة التي تبنى منها نوى الذرّات ؟ قبل ذلك بقرن من الزمان كان الدكتور بروت Prout احد اطباء ادنبره قد اقترح رأياً مؤداهُ ان جميع العناصر الكيمائية مبنية من الايدروجين . وكان هذا الرأي وليد الخيال في الغالب . ذلك ان بروت نظر في الاوزان الذرية في بعض العناصر فوجدها ارقاماً صحيحة ، فقال والخيال رائده ، ان الكون اذا كان منسجماً ، وجب ان تكون فيه العناصر مركبة من اخف العناصر الذي وزن ذرته واحد اي الايدروجين . واذن فقد يكون الايدروجين ، هو الهيولى التي قال بها القدماء . ولكن علماء الكيمياء في ذلك العصر اعرضوا عن رأي بروت واهملوهُ . على ان التاريخ كثيراً ما ينقض اقوال الثقات ويعزلهم عن عروشهم . وكذلك ما انقضى قرن من الزمان على بروت ومعارضي رأيه ، حتى تبين لرذرفورد ان نواة الايدروجين تنطلق من كل ذرة يطلق عليها دقائق الفا ، واذاً فهي لبنة من لبنات الكون الاساسية فأطلق عليها اسم بروتون او « الاويّل »

وكتلة البروتون تفوق كتلة الالكترون ١٨٥٠ ضعفاً . فكأن كتلة الذرة كلها في بروتونها

خذ بروتوناً واحداً والكتروناً واحداً يدور حواليه ، فأنت امام ذرة من الايدروجين . وهي ابسط الذرات بناء . وتليها ذرة الهليوم . ووزنها يفوق وزن ذرة الايدروجين اربعة اضعاف . واذاً فذرة الهليوم يجب ان تحتوي على اربعة بروتونات . وانما ابحث اثبت ان هذه الذرة الكترونين فقط يدوران حول نواتها . فكيف تستطيع كهربائية الكترونين ان تعدّل كهربائية اربعة بروتونات لان المفروض ان الشحنة الكهربائية الموجبة على البروتون تعادل الشحنة الكهربائية السالبة على الالكترون . وفي سبيل التغلب على هذه العقبة وتحطيمها فرض بناة الذرات ان في نواة ذرة الهليوم الكترونين محبوسين يعدلان بروتونين من البروتونات الاربعة . وكذلك يعدّل الالكترونان الدائران حول النواة البروتونين الباقيين

ثم بسط العلماء صورة بناء الذرة من عنصر الهليوم وأطلقوها على ذرات سائر العناصر ، لانهم وجدوا ان في كل ذرة منها ، يزيد عدد البروتونات على عدد الالكترونات الدائرة حولها

وكذلك ترى ان نواة الذرة منطقة محشوكة بالبروتونات والالكترونات . وتوى الذرات على ذلك تحتوي على جميع البروتونات في الكون المادي ، ومعظم الالكترونات ؛ وجلّ ما له وزن، حتى ليكاد الكاتب ان يُغرى بأن يقول « ان الذرة انما هي النواة »

معقل الذرة وقمّتها

من البوليس الكهربائية ان الدقائق التي تحمل نوعاً واحدة من الشحنة الكهربائية تتنافر . وقد حسب الاستاذ صدي الانكليزي قوة هذا التنافر . وضرب المثل الآتي عليها لتقريبها الى الافهام. قال اذا اخذنا غراماً من البروتونات ووضعناه عند القطب الشمالي . واخذنا غراماً آخر ووضعناه عند القطب الجنوبي . فالتنافر بين الغرامين ، يقلّ طبعاً ، كربع المسافة بينهما . ومع ذلك تبقى قوة هذا التنافر تعدل ٢٦ طناً . والغريب في كل هذا ان البروتونات التي تتنافر هذا التنافر العظيم ، محشوكة معاً في النواة حتى ليصعب تفريقها ، لعظم الطاقة التي تربطها

والعلماء لا يستطيعون ان يحلّلوا هذا السرّ ، الاّ اذا مزّقوا النواة واستباحوا اسرارها

فالذرّة في نظر العلماء كالمعقل قلب حصنه النواة، والكهارب بمثابة القلاع الخارجية التي تحيط به. وقد حلوا على القلاع خطّسوها وعرفوا على وجه من الدقة جلّ ما تهمهم معرفته عن الجوّ الالكتروني الذي يحيط بالنواة وبنائه وخواصه . ولكن النواة تنطوي على اسرار يريدون استباحتها فهم لذلك يعدّون المدافع الضخمة والقنابل المدمّرة لتحطيم هذا الحصن . لقد احدثوا ثغرات فيه ولكنهم لا ينون عن الاستنجاد بدافع جديدة ووسائل مبتكرة حتى يبلغوا غايتهم ، اذا كان بلوغها في متناول الانسان

والقذائف التي يستعملها العلماء لدكّ حصون النواة نوعان . فمنها اولاً دقائق الفا التي تنطلق

من تلقاء ذاتها من ذرّة الراديوم ، وهي من اسرع المقذوفات التي يستطيع العالم الطبيعي استعمالها ومن اعظمها طاقة ، لذلك قيل انهُ اذا اطلق تيّار من دقائق الفا على مادة من المواد ، فيحتمل ان تصيب دقيقة منها نواة ذرّة من الذرات او تمر على قرب عظيم منها ، وفي الحالين لا بدَّ ان تؤثر في القوى التي تربط بين اجزاء النواة ، فتفقد النواة استقرارها وتنقسم الى دقيقتين

ومن قبيل دقائق الفا دقائق اكتشفت من عهد قريب تعرف باسم «النوترونات» . ذلك ان عنصر البريليوم اذا قذف بدقائق الفا ، لم تنطلق منهُ بروتونات كما يحدث في النتروجين وغيره . بل ينطلق منهُ اشعاع قوي النفوذ . فأثبت الدكتور شدويك الانكليزي ان هذا الاشعاع انما هو تيّار من دقائق لم تعهد من قبل دعاها نوترونات وهي تماثل البروتونات في ان وزن النوترون كوزن البروتون اي واحد (١) ولكن النوترون متعادل الكهربائية حالة ان البروتون موجبها . وهذه النوترونات قذائف عجيبة يمكن استعمالها باطلاقها على نوى ذرات اخرى وهي لتعادل كهربائيتها تخترق ذرات المادة من دون ان تفقد شيئاً كثيراً من طاقتها ، ولا تمرُّ على نفسها الاَّ اذا اصطدمت بنواة ذرّة من الذرّات . وقد أثبت باحث يدعى « فذر » ان اطلاق النوترونات على الاَّكسجين يحوّلهُ بقذف دقائق الفا من نوى ذرّاته . وهذه حقيقة لها شأن خاص لان اطلاق دقائق الفا على الاَّكسجين لم تؤثر فيهِ على الاطلاق

هذا عن النوع الاول من القذائف وهي القذائف التي تنطلق من تلقاء ذاتها من انحلال العناصر المشعة اوما هو من قبيلها ولكن العلماء ادركوا ان توسيع نطاق معرفتهم يقتضي انواعاً جديدة من القذائف لتحطيم نواة الذرة واستباحة اسرارها . وكان معروفاً ان اطلاق تيار كهربائي في غاز لطيف يخرج منهُ مقذوفات منوّعة من ذرّات وجزيئات مكهربة (ايونات) سريعة الاطلاق . فاذا زادت سرعة هذه الذرّات المنطلقة باسرارها في فراغ معرّض لفعل الجذب المغناطيسي ، فقد تصبح سرعتها كافية لاطلاقها على نوى الذرّات بقية تحطيمها

فاذا أُطلق مثلاً تيّار كهربائيٌّ في غاز الايدروجين في احوالٍ معيّنة انقذف وابل من القنابل الصغيرة لاينقذف مثلها من مائة الف غرام من الراديوم في الوقت نفسهِ . ثم ظُنَّ انهُ اذا استعملت تيارات كهربائية عالية الضغط — من رتبة مليون فولط — تمكن العلماء من الحصول على مقذوفات سريعة يستطيعون استعمالها كما استعملوا دقائق الفا من قبل

ومعلوم ان للايدروجين نظيراً وزن ذرته ضعف وزن الايدروجين العادي وهو ما يعرف بالدوتيريوم في اميركا وبالديلوجين في انكلترا . وقد عمد الاستاذ لورنس الاميركي الى اطلاق نوى الايدروجين الثقيل وهي تعرف باسم دوترونات ثم زاد سرعة انطلاقها بطريقة خاصة استنبطها ، فوجدها افعل في تحطيم الذرّات من البروتونات العادية

والآلات التي بنيت لقذف هذه القنابل آية من آيات الصناعة الكهربائية الحديثة . فآلة الاستاذ

لورنس الاميركي تشتمل مثلاً على مغناطيس وزنهُ ٨٥ طنًّا من شأنهِ ان يزيد سرعة البروتونات المنطلقة من انفاز حتى تبلغ طاقتها نحو خمسة ملايين فولط . واما الآلة التي بنيت في معهد ماستشوستس الصناعي باشراف الاستاذ فانزدي جراف فتطلق مقذوفات بسرعة ٢٦ الف ميل في الثانية

النظائر وسرّ النواة

كان العلماء يعتقدون ان ذرّات كل عنصر تشتمل على عددٍ ثابت من البروتونات والالكترونات. فذرّة الاكسجين مثلاً تشتمل على ١٦ بروتوناً و١٦ الكتروناً. ومن قبل كان الكيماويون قد عيّنوا وزن الاكسجين الذرّي فجعلوهُ ١٦ وقاسوا عليهِ الاوزان الذرية لسائر العناصر . فلما اكتشف طمسن طريقتهُ المغناطيسية العجيبة[١] لمعرفة اوزان العناصر ثبت ان معظم ذرّات الاكسجين وزنها ١٦ ولكن بعضها وزنهُ ١٧ او ١٨ ومتوسط نسبة هذه الذرّات التي وزنها ١٧ او ١٨ الى الذرّات التي وزنها ١٦ كنسبة ١ الى ٥٠٠ ثم ظهر ان عنصر الرصاص لهُ ثمانية اصناف من الذرّات مختلفة الوزن . واما عنصر الزئبق فلهُ تسعة اصناف وكذلك عنصر القصدير لهُ احد عشر صنفاً.

هذه الاصناف من العنصر الواحد تعرف باسم « النظائر » isotopes اطلقهُ عليها الاستاذ صدي الانكليزي . وقد ثبت حتى الآن ان ٧٢ عنصراً من العناصر الكيمائية، لكل منها نظيران او اكثر بل قد ظهر ان للعناصر التي درست نحو ٢٧٠ نظيراً ، وهذا يعني ان نواة كل نظير تختلف وزناً عن نواة النظير الآخر ، لان كتلة الذرّة في نواتها

وفهم النظائر أمر لا نصحة عنهُ لفهم الحملة التي يوجهها العلماء الى نواة الذرّة . فهي اولاً قد تمكنهم من ان يلمحوا شيئاً من بنائها . وثانياً لانها تبين لهم عظم القوى التي تربط بين اجزائها . ذلك ان وزن النواة اقلّ من مجموع اوزان اجزائها . خذ مثلاً دقيقة الفا . فهي في الواقع نواة ذرّة الهليوم . ووزنها ٤٫٠٠٢ ولكن دقيقة الفا مكونة من اربعة بروتونات والكترونين ومجموع اوزان هذه الاجزاء ٤٫٠٣٢ فنواة الهليوم زنتها ٠٫٠٣٠ اقل من وزن اجزائها . هذا الفرق في الوزن يمثل المادة التي تحوّلت الى طاقة عند تكوين دقيقة الفا من اربعة بروتونات والكترونين . والطاقة التي تنشأ عن تحوّل هذا القدر من المادة الى طاقة تعدل ٢٧ مليون الكترون فولط[٢] . ولذلك يجهد العلماء نواة الهليوم — او دقيقة الفا — من أعسر الدقائق على التحطيم . بيد ان نواة الاكسجين تنقص (١٣٨ر) عن مجموع اوزان اجزائها . وهذا يعني ان هذا القدر من المادة قد تحوّل الى ١١٥ مليون الكترون فولط وهي الطاقة التي تربط بين اجزاء نواة الاكسجين

(١) تشتمل هذه الطريقة على تطلي مغنطيس احدهما اجزاء الآخر . ثم يطلق في الفسحة بين القطبين ويل من الذرّات التي أبنت ionized اي فقدت جزءاً منها حتى اصبحت لها شحنة كهربائية . فيجذب المغناطيس هذه الايونات ومقدار الجذب يختلف باختلاف كتلة الذرة

(٢) اي طاقة الكترون سائر بضغط كهربائي قدره ٢٧٠٠٠٠٠٠ فولط

فلما اكتشفت نظائر الاكسجين اخذ بعض العلماء المدققين يحسبون . قالوا ان وزن نواة الايدروجين يعدل $\frac{1}{16}$ من نواة الاكسجين بعد حساب ما يتحول من المادة الى طاقة كما تقدم . وعلى هذا يفهم كون وزن الاكسجين الذري ١٦ وان ذرته مؤلفة من ١٦ بروتوناً وان نواة الايدروجين مؤلفة من بروتون واحد . ولكن ما القول في ذرات نظيري الاكسجين اللذين وزناهما ١٧ و ١٨ . ان ١٦ بروتوناً لا يمكن بحال من الاحوال ان تكوّن نواة وزنها ١٧ او ١٨ فكيف يعلل ذلك ؟ هل يمكن ان يكون عنصر الايدروجين عنصراً غير نقي ، وهل لهُ نظير يماثله ، في خواصه الكيميائية والطبيعية ويختلف عنهُ وزناً ؟

الايدروجين الثقيل

هذا الاعتبار النظري الصرف حمل طائفة من علماء اميركا على البحث . فأتى الاستاذ اليسن (معهد الاباما الصناعي) بأدلة على وجود نوع من الايدروجين تختلف ذراته عن ذرات الايدروجين العادي . وعمد الاستاذ يوري (جامعة كولومبيا) والاستاذ بركويد (مكتب المقاييس بوشنجطن) الى تقطير الايدروجين السائل على برد قريب من درجة الصفر المطلق فاستفردا ذرات ايدروجين وزن كل ذرة منها ضعف وزن ذرة الايدروجين العادي . فأطلق على هذا النوع من الايدروجين اسم «دوتيريوم» وفي انكلترا دعي « دبلوجين » . وأطلق على نواته اسم « دوترون » في اميركا و « دبلون » في انكلترا . وقد كان لاكتشاف هذا النظير شأن خطير في دوائر العلم ، يفوق ما كان لاكتشاف النظائر الاخرى من خطورة الشأن . ذلك ان نواة هذا النظير نوع جديد من النوى يجب استكشافه ومعرفة بنائه . ثم ان الدوترونات نفسها تستعمل الآن كقذائف تطلق على نوى العناصر والنظائر المختلفة بغية تحطيمها[1]

النوترون وبناء النواة

في اوائل سنة ١٩٣٢ اذيع من انكلترا ان الاستاذ شدك اكتشف دقيقة جديدة اطلق عليها اسم « النوترون » . هذا الاكتشاف يمكن ان يؤخذ دليلاً على اسلوب العلم وعلى شيوعيته . ذلك ان طوائف من العلماء ، في بلدان مختلفة ، مهدوا بمباحثهم الطريقة ، الطريق لاكتشاف النوترون على يد الاستاذ شدك

ففي سنة ١٩٣٠ كان العالمان الالمانيان بوث Bothe وبكر Becker يطلقان دقائق الفا على لوحة من معدن البريليوم . فكانت الدقائق المسدّدة ، تصيب بعض نوى البريليوم فتطلق هذه من تلقاء نفسها اشعة غريبة شديدة النفوذ . فظن بوث وبكر ان هذا الاشعاع من قبيل اشعة غما التي تخرج

(١) راجع آخر الصفحة الخامسة من هذا المقال

من الراديوم وانما تفوقها طاقة وقوة اختراق . وفي سنة ١٩٣١ قام الاستاذ جوليو الفرنسي وزوجته (كريمة مدام كوري) بتجارب من قبيل تجارب الالمانيين

فوضعا حوائل من مواد مختلفة بين البريليوم-الذي يطلق هذه الاشعة وغرفة التأيين ionization chamber [1] فوجدا انهُ اذا كان الحائل من مادة فيها غاز الايدروجين كمادة البرافين ، زاد عدد الايونات المتولدة في غرفة التأيين وهو غير منتظر ، بل المنتظر حجب بعض الاشعة الصادرة من البريليوم بواسطة هذا الحائل . ويعلل ذلك بأن هذه الاشعة الصادرة من البريليوم تصيب بعض ذرّات الايدروجين في البرافين فتطلق بروتوناتها بسرعة ١٨ الف ميل في الثانية . فقالا اذا كانت اشعة البريليوم امواجاً فطاقتها يجب ان تكون ٥٠ مليون الكترون فولط

واذن فهذه الظاهرة عجيبة تثير الدهشة لان المواد المشعة لا تطلق دقائق لها طاقة تزيد على ٦ ملايين الكترون فولط مثل دقائق الفا المنطلقة من عنصر البولونيوم . واذن فالبريليوم يطلق اشعة تفوق طاقتها عشرة اضعاف طاقة الاشعة المستّدة اليهِ وهذا غريب

ففرض جوليو وزوجتهُ ان هذه الاشعة المنطلقة من البريليوم امواج ، وانها في قصرها وقوة نفوذها تقع بين اشعة غما التي تخرج من الراديوم والاشعة الكونية التي كشفها ودرسها ملكن ورهط من اكبر علماء العصر

قرأ شدرك عن هذه التجارب العجيبة ، فعمد الى أنابيب قديمة من الراديوم كانت قد اهديت اليهِ ، بعد ما فقد الراديوم فيها خواصه العلاجية ، فاستخرج منها عنصر البولونيوم وهو يختلف عن الراديوم في انهُ لا يطلق الاَّ دقائق الفا حالة ان الراديوم يطلق دقائق الفا وبيتا واشعة غما . وكان يعلم ان طاقة دقائق الفا ٦ ملايين الكترون فولط . فاذا كانت تستطيع هذه الدقائق ان تقذف من البريليوم اشعة طاقتها ٥٠ مليون الكترون فولط فهو اما امام ظاهرة غريبة جديرة بالبحث حرية بالتفسير

اطلق شدرك دقائق الفا من عنصر البولونيوم على البريليوم ووضع بين البريليوم وبين غرفة التأيين حائلاً من النتروجين ، فكانت الاشعة المنطلقة من الراديوم على النتروجين عنيفة كل العنف حتى انها احدثت في غرفة التأيين ٣٠ الف ايون . هنا توقف شدرك وقال : لو كانت اشعة البريليوم التي اصابت النتروجين من طاقة ٥٠ مليون الكترون فولط ، لما استطاعت ـ بحسب النواميس المسلَّم بها ـ ان تحدث مثل هذا العدد من الايونات . بل لما استطاعت ان تحدث اكثر من ١٠ آلاف ايون

ولكن اذا فرض ان الاشعة المنطلقة من البريليوم هي دقائق مادية كتلتها ككتلة البروتون وتسير بسرعة تعدل عُشْر سرعة النور فاحداثها ٣٠ الف ايون في غرفة التأيين يصبح امراً معقولاً

(١) اداة تستعمل لقياس قوة الاشعة وهي غرفة تحتوي على غاز . فاذا سرت فيها تيار تنزع بعض الالكترونات من الذرات فتصبح ايونات (اي دقائق مكهربة او شوارد كما دعاها بعضهم) وتحمي هذه الايونات فيقاس بمقدارها قوة التيار

ثم اذا فرض ان هذه الدقائق لا تحمل شحنة كهربائية — وهي لذلك لا تتأثر بالجذب المغناطيسي — فعندئذ يمكن تعليل قوة اختراقها للمواد على اوفق وجه

وكذلك كشف عن «النوترون» . وقد اثبتت التجارب ان النوترونات يمكن اطلاقها من مواد اخرى عدا البريليوم . والرأي الآن على ان النوترون لبنة اساسية في بناء نواة الذرة

ولكن بناء النوترون نفسه مثار للجدل . فبعضهم يحسبه دقيقة فردة لا تتجزأ . وبعضهم يذهب الى انهُ مؤلف من بروتون والكترون وقد حشكا معاً فلا ينفصل احدهما عن الآخر . وهذا الرأي يعلل لنا مشابهة النوترون للبروتون وزناً . ويعلل كذلك تعادل كهربائيته لان شحنة البروتون فيه تعدل شحنة الالكترون . فهو بحسب هذا الرأي ذرة ايدروجين ولكن المسافة فيها بين البروتون والالكترون قريبة جداً حتى تكاد تكون معدومة

ان بناء النوترون على هذه الصورة يغير الرأي في بناء نواة الذرة . كنا من قبل ، نفرض ان النواة مؤلفة من بروتونات والكترونات كل الكترون منها يعدل بروتوناً ولما كان عدد البروتونات يزيد على عدد الالكترونات فالعدد الزائد من البروتونات يعدله الالكترونات التي حول النواة. فأصبحنا اليوم نقول ان النواة مؤلفة من بروتونات ونوترونات . وكذلك نستطيع ان نفهم بناء الدوترون (ذرة الدوتيريوم او الايدروجين الثقيل) فنواة الايدروجين الثقيل مؤلفة من نوترون (بروتون والكترون متلاصقين او يكادان فيعدل احدهما الآخر) وبروتون . وخارج النواة الكترون واحد يعدل البروتون الذي داخلها . اما نوى الذرات في العناصر الثقيلة فقد تكون مبنية من مجموعات من البروتونات والنوترونات والدوترونات والهليومات (heliums اي نوى ذرات الهليوم وكل منها مؤلف من اربعة بروتونات) فنواة الاكسجين تتصرف كأنها مؤلفة من اربعة هليومات (١٦ بروتوناً) . اما البريليوم فعنصر اقل استقراراً والمرجح ان نواته مؤلفة من هليومين (الهليوم اربعة بروتونات) ونوترون وهذا هو النوترون الذي ينطلق منها عند توجيه دقائق الفا الى البريليوم كما حدث في تجارب بوث وبكر وجوليو وشدك. وقد جاء في الصحف العلمية من عهد قريب ان اطلاق الدوترونات على عنصر الليثيوم كان افعل في قذف تيارات النوترون من اطلاق دقائق الفا على البريليوم

البرنيزوبه صنو الالكترون

واذا كانت الدوائر العلمية دهشة متحمسة ، لكشف النوترون وامكان استعماله في تصحيح بعض الآراء العلمية السائدة عن بناء نواة الذرة ، جاءت الانباء بكشف دقيقة اخرى يرجح انها كذلك من لبنات الكون الاساسية

جاء هذا الكشف بطريق العَرَض . ذلك ان الاستاذ لورنس كان يبحث في الاشعة الكونية . والاشعة الكونية شديدة النفوذ تخترق لوحاً سمكهُ بضع اقدام من الرصاص . ولكنها تعمي الباحثين فلا يستطيعون درسها مباشرة . ولذلك يعمدون الى فعلها في دقائق الهواء . ذلك ان هذه الاشعة تصيب بعض دقائق الهواء فتؤيّنها (اي تزيل جانباً منها فيصبح الباقي ولهُ شحنة كهربائية) وفي سنة ١٩٢٩ حاول العالم الروسي سكوبلزن Skobelsyn ان يصوّر مسارات الاشعة في غرفة غائمة[1] وتبعهُ ملكن واندرسن فحسّنا الطريقة واتقناها وصوّرا بها مسارات الاشعة الكونية كما يدل عليها اصطدامها بدقائق الهواء في غرفة غائمة . في هذه الصور لاحظ اندرسن هذا مسارات الاشعة الكونية خطوطاً مزدوجة ومنحنية فاسترعى نظرهُ اولاً ان هذه الخطوط المنحنية لا تكون الاّ ازواجاً . وثانياً ان احدها منحرف الى اليمين والآخر الى اليسار . اي ان احدها سالب والآخر موجب . وتبيّن عند البحث ان الخط السالب المنحني انما هو الالكترون . ولكن لم يستطع احد ان يعلّل الخط الموجب . ذلك ان اصغر وحدة للكهربائية الموجبة عرفت حتى ذلك الوقت كانت وحدة البروتون . وكتلة البروتون تفوق كتلة الالكترون ١٨٥٠ ضعفاً . فاذا كان الخط الموجب يمثل البروتون فيجب ان يكون انحرافهُ اعظم جداً من هذا الخط البادي في الصورة

فقال اندرسن في ذاته ، ان البروتون ليس صغر الالكترون بل صغره دقيقة اخرى اصغر من البروتون كتلتها مثل كتلة الالكترون وشحنتها موجبة بدلاً من ان تكون سالبة . ودعا هذه الدقيقة البوزيترون . ثم توالت التجارب فأيدت اكتشاف اندرسن واشهرها التجارب التي قام بها بلاكِت واوكياليني في كمبردج

***

ولقد اختلف العلماء في تسمية هذه الدقيقة فقال بعضهم ان لفظ بوزيترون قد يخدع الاّ اذا تحدّثنا عن لفظ الكترون وسميناهُ نغاترون . ونحن نستطيع ان نتغلب على هذه الصعوبة فنسميها الكهرب الموجب (البوزيترون) والكهرب السالب (الالكترون)

***

وكذلك يرى القارىء ان لبنات الكون ، ونحن نكتب هذه الكلمات في منتصف سنة ١٩٣٤ هي اربع : الالكترون (الكهرب السالب) والبروتون (الاوّيل) والنوترون (المحايد اي لا سالب الشحنة ولا موجبها) والبوزيترون (الكهرب الموجب) . وكل دقيقة من هذه الدقائق لا تزال لغزاً من الالغاز ، ومن يدري فقد تسفر المباحث الجارية الآن عن نتائج تجعل لبنات الكون الاساسية اكثر من اربعة او قد تحوّلها الى اثنتين فقط هما الكهربان الموجب والسالب

(١) الغرفة الغائمة طريقة تتبين بها مسارات الدقائق التي تمكن رؤيتها بما تتركه من الاثر في الطريق الذي تسلكه