المقتطف

الجزء الثاني من المجلد الثامن والتسعين

١ فبراير سنة ١٩٤١ — ٥ محرم سنة ١٣٦٠

هل هناك عناصر

وراء عنصر الاورانيوم

في مستهل سنة ١٩٣٩ تلقت الدوائر العلمية انباء بأن فريقاً من العلماء كشف الطريق الى إطلاق الطاقة من الذرة . وكان علماء الطبيعة يعلمون قبل ذلك على أن مقادير الطاقة المخزونة في الذرة عظيمة وهم يميلون الآن الى الأخذ بأن الطاقة المنطلقة من ذرات الأورانيوم بانشطارها تعدل خمسة ملايين من المرات على الأقل الطاقة المنطلقة من الفحم وزناً بوزن . فاذا أخذت قطعة من الاورانيوم بحجم نصف القرش وأطلقت ما فيها من طاقة ذرية بطريقة الانشطار كان ما ينطلق منها معادلاً لطاقة خمسة عشر الف ضيحة من البنزين

وهذا البنزين كاف لدفع سيارة متوسطة مليوناً وماتي الف من الأميال . ولو كانت طاقة الاورانيوم متاحة لنا في صنع سيارة جديدة لأغنتا كمية منه بقدر بذرة البرتقال عن خزان البنزين وحرق ما يملأ صفائح منه ، اذ تكفي طاقة البذرة لدفع السيارة مائة الف ميل قبل أن تتلاشى . ولظلت تستعمل السيارة الجديدة لقطع أكثر من مائة الف ميل على المتوسط . وهذه الطاقة المخزونة في الذرة

القى الاستاذ فيرسول استاذ الطبيعة لجمعة الدهرة الاميركية محاضرة قيمة باللغة الانكليزية على طائفة من اساتذتها في هذا الموضوع وأتاح لنا استخلاص هذا المقال منها فله الشكر الجزيل

لازمة لحفظ الجسيمات الصغيرة التي تتألف منها ذرات الاورانيوم مترابطة متماسكة

ولا يخفى ان ذرة الاورانيوم تحتوي على ٢٣٨ دقيقة من اسكتلة و ١٤٦ كهيباً محشوكة معاً في النواة . وحول النواة أفلاك اهليلجية تتحرك فيها كهيبات . في أقرب هذه الأفلاك الى النواة يتحرك كهيبان . ثم يليه فلكان في كل منهما ثمانية كهيبات ثم فلكان في كل منهما ثمانية عشر كهيباً ثم فلك فيه اثنان وثلاثون كهيباً ثم فلك فيه سبعة كهيبات (٢،٨،٨،١٨،١٨،٣٢،٦)

ترتب العناصر في الجدول الدوري وفقاً لاوزانها الذرية أو وفقاً لأرقامها الذرية . وفي الحالين يستخلص العلماء من مواقع العناصر في الجدول حقائق كثيرة عن خواصها وطبائعها، وصلة طوائفها بعضها ببعض . أما مندليف الروسي فقد رتب العناصر وفقاً لأوزانها الذرية في سنة ١٨٦٩ وكان ترتيبه لها سابقاً لكشف النظائر والأرقام الذرية . ومنذ ما رتب موزلي[1] العناصر ترتيباً دورياً وفقاً لأرقامها الذرية ، أصبح العلماء يجدون ترتيبه أجدى وأنفع في دراسة العناصر من ناحيتها الكيميائية

وأحصر تعريف للرقم الذري هو « عدد كهيبات الذرة التي ليست في النواة » . فكيمياء العنصر مرتبطة أوثق ارتباط بالرقم الذري أي بعدد الكهيبات التي خارج النواة . ويقاس الرقم الذري بقياس الشحنة الكهربية الموجبة على النواة . وهو أصح وأدق . لأن الكهيبات قد تضاف بما يبعدها عن أفلاكها فتكسب الذرة كهيبات من غيرها أو تخسر كهيبات فتكسبها جارتها . فعدد الكهيبات ليس عدداً ثابتاً الا في ذرات العناصر الثابتة المستقرة . ولكن شحنة النواة لا تتغير أو قلما تتغير . ولما كانت كهربية الذرة متعادلة فشحنة النواة يجب أن تكون موجبة لتعديل كهربية الكهيبات التي خارج النواة وهي كهربية سالبة . ومقدار الشحنة على النواة يعادل الفرق بين عدد البروتونات والكهيبات التي في النواة . فاذا كانت النواة مؤلفة من أربعة بروتونات وكهيبين فشحنة النواة الموجبة ٢ فيجب أن يكون حول النواة كهيبان . وهذا هو الرقم الذري

وعلى كل حال أثبت البحث الطبيعي الحديث أننا كثيراً ما نجد ذرات متساوية في وزنها الذري مختلفة في رقمها الذري . وأخرى متساوية في رقمها الذري مختلفة في وزنها الذري . ان مندليف لم يكن يتصور تعقيداً كهذا التعقيد في بناء الذرة . ولو تصوره أو استشعره طرفاً منه لكان ذلك باعثاً على الغوض والتشويش في عصره

وزن الهليوم الذري ٤ ورقمه الذري ٢ . أما النواة فقوامها أربع وحدات من الكتلة (أي بروتونات ٢ كل منها موجب الكهربية فيحتاج الى أربع وحدات سالبة الكهربية لتعديلها . في النواة اثنتان من الوحدات السالبة [2] وخارج النواة وحدتان أخريان . وسواء أخذنا بعدد الكهيبات

(١) راجع سيرته في اساطين العلم الحديث فصل « موزلي »

(٢) المقتطف : انقلب في تركيب نواة الهليوم أن النواة قوامها بروتونان (اثنتون بروتون وكهيب متلاصقان) وبروتونان سراد . فيلزم لتعديل البروتونين الحرين الكهيبان اللذان خارج النواة

خارج النواة ، هو (٢) أو بعدد وحدات الشحنة الموجبة على النواة وهو (٢) فرقم الهليوم الذري هو (٢)

أما الاورانيوم فنواته تحتوي على ٢٣٨ وحدة من الكتلة (أي ٢٣٨ بروتوناً لأن البروتون لهُ وزن وليس للكهرب وزن يذكر) وعلى ١٤٩ كهيرباً . وكل كهرب يعدل بروتوناً في النواة. والغالب انهُ مشترك معه في جسم نترون. فيبقى في النواة ٩٢ بروتوناً ليس لها ما يعدلها . فخارج النواة يوجد ٩٢ كهيرباً تعدل شحنتُها الكهربية وحدة ، وحدة الشحنة الكهربية الموجبة التي في النواة وهي ٩٢ فالرقم الذري للاورانيوم ٩٢

معظم العناصر التي وزنها الذري أعلى من وزن الرصاص الذري (٢٠٧و٢١) عناصر مشعة أي تتحلل من تلقاء ذاتها وتطلق نتيجةً لانحلالها ثلاثة انواع من القذائف—الفا وبيتا وأشعة جما . ومعدل انحلالها الذاتي لا يمكن تغييره بفعل ما طبيعي او كيميائي معروف للانسان فهو لا يتأثر بالتفاعلات الكيميائية ولا بالضغط العظيم ولا بالبرد او الحرارة ولا بالمجالات الكهربية أو المغنطيسية أو الجاذبية (١)

والمقياس المعتمد في قياس معدل اشعاع عنصر مشع هو ما يعرف بمقياس « نصف العمر » اي مدى الزمن الذي يفقد فيه العنصر المشع نصف كتلته بالاشعاع . وهذا الزمن متفاوت تفاوتاً عظيماً . ان « نصف عمر » الراديوم مثلاً ١٥٩٠ سنة ونصف عمر توريوم ١٠ جزء من مليون جزء من الثانية ونصف عمر الرصاص لاحد لهُ أي أنه أكبر من أي قدر حدده العلم

ان دقائق أشعة الفا شديدة الشبه بذرات الهليوم وهو العنصر الذي رقمه الذري ٢ ووزنه الذري ٤ . ولكن دقائق الفا تختلف عن ذرة الهليوم في ان الدقيقة ليس لها كهربان خارج النواة ، فهي نواة ذرة هليوم فقط وتعرف بأنها ايون ولكنها هليوم على كل حال لأن رقمها الذري ٢ وهو عدد وحدات الشحنة الموجبة على النواة

فمن الواضح انهُ اذا خرج أيون هليوم من مادة ما ، فوزن تلك المادة ينقص ٤ وشحنتهُ الموجبة على النواة تنقص ٢ (لأن وزن ايون الهليوم ٤ وشحنتهُ الموجبة ٢) . وهذا يعني انهُ اذا انطلقت دقيقة الفا من مادة متمشعة فالوزن الذري لتلك المادة ينقص ٤ والرقم الذري ينقص ٢ (لأن وحدات الشحنة الموجبة على النواة تنقص ٢ وهو مقدار شحنة دقيقة الفا)

اما اشعة بيتا فهي تيارات من الكهيربات . وهي تنطلق من النواة في اثناء الانحلال الذاتي وبانطلاقها تزيد شحنة النواة الموجبة وحدة كاملة لكل كهيرب ينطلق . وانقذاف احد الكهيربات من النواة يختلف عن انقذاف احد الكهيربات الخارجية التي حول النواة . فاذا فقدت

(١) طبعة الكهيرب والنواة Nuclear & Electron Physics تأليف موانج Hoag سنة ١٩٣٨

ذرة مغنزيوم كهربين خارجيين اصبحت ايون مغنزيوم . ولكن اذا فقدت ذرة مغنزيوم كهرباً من نوعها تحولت الى ذرة الومنيوم . وعلى المنوال نفسه اذا خسرت ذرة صوديوم احد كهرباتها الخارجية غدت ايون صوديوم . ولكن اذا فقدت كهرباً من كهيرت نوعها تحولت ذرة مغنزيوم . لأن انقذاف كهيرب من النواة يغير مقدار الشحنة الموجبة على النواة أي يغير الرقم الذري ويتغير الرقم الذري يتغير العنصر . ولكنه في الوقت نفسه لا يغير الوزن الذري لأن وزن الكهيرب لا يذكر

أما أشعة جما فأشبه بالأمواج منها بالدقائق لا كتلة لها ولا شحنة ولا تهمنا في نطاق هذا البحث

فلنلق الآن نظرة على الانحلال الاشعاعي . إن العنصر الذي تنتهي اليه سلاسل الانحلال الاشعاعي راديوم ج وهو نظير من نظائر الرصاص ، ووزنهُ الذري ٢٠٦ ورقمهُ الذري ٨٢ . وهذا النوع من الرصاص هو أكثر أنواعه شيوعاً . وتمييزاً لهُ عن الانواع الأخرى يدعى رصاص الأورانيوم ، لأنهُ نتيجة لانحلال أورانيوم (ا) وهو أشهر أنواع هذا العنصر

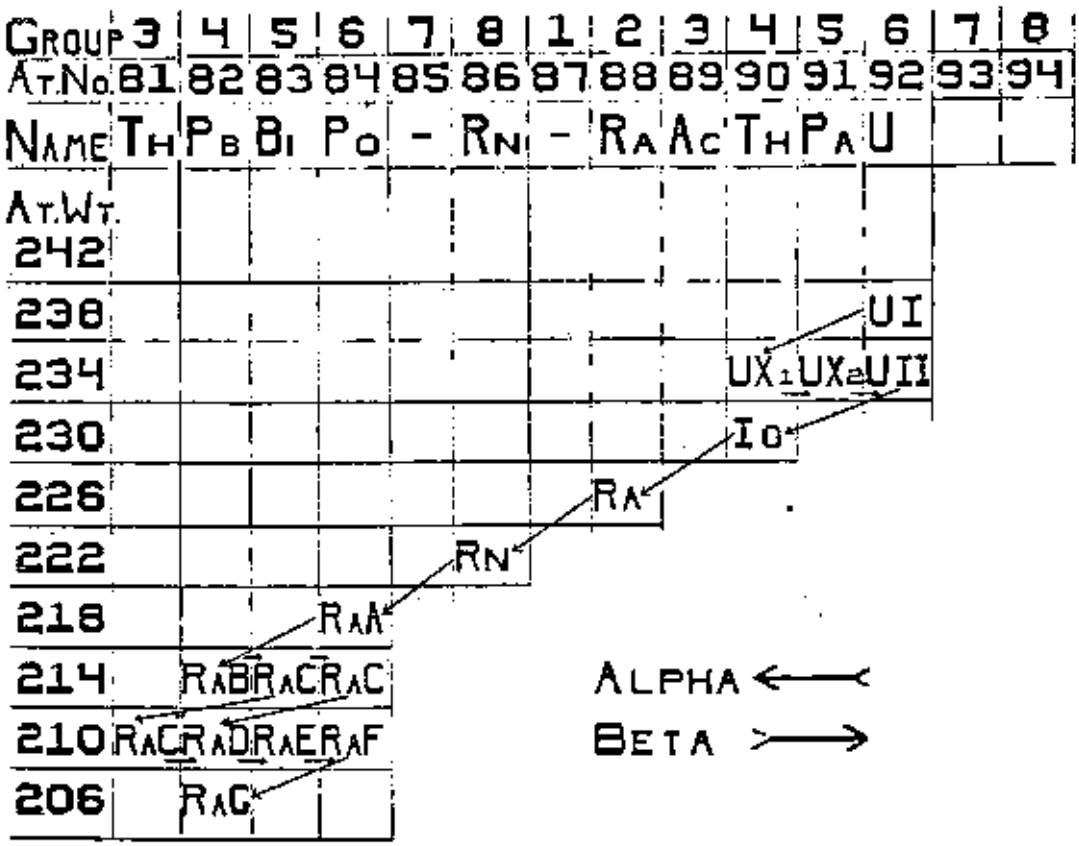
وهناك سلسلة أخرى من التحولات الانحلالية الاشعاعية تبدأ بنوع من الأورانيوم وزنهُ الذري ٢٣٥ ورقمهُ الذري ٩٢ طبعاً لأنهُ لا يكون أورانيوماً إلا اذا كان رقمه الذري ٩٢ . وتنتهي سلسلة تحوله الاشعاعي الى رصاص وزنهُ الذري ٢٠٧ ورقمهُ الذري ٨٢ . وهذا الرصاص يعرف برصاص الاكتينيوم ، وهو رصاص ولكنهُ يختلف عن رصاص الأورانيوم . وثمة سلسلة أخرى تبدأ بالثوريوم (وزنهُ الذري ٢٣٢ ورقمهُ الذري ٩٠) وتنتهي الى رصاص الثوريوم وهو رصاص صحيح ولكن وزنهُ الذري ٢٠٨ ورقمهُ الذري ٨٢ طبعاً

في السلاسل الثلاث ينتهي التحوُّل الى ثلاث مواد رقمها الذري ٨٢ فهي رصاص ولكن أوزانها الذرية مختلفة (٢٠٦ و٢٠٧ و٢٠٨) ولذلك نعرف هذه الأصناف الثلاثة من الرصاص بوصف النظائر (isotopes) لأنها تحتل مكاناً واحداً في جدول موزلي الدوري وهذا المكان هو مكان العنصر ٨٢

الا ان الوزن الذري للرصاص بحسب كتب الكيمياء هو ٢٠٧٫٢١ فكيف يكون ذلك ؟

عندما عين العلماء الأوزان الذرية بعد بحث شاق وتجريب دقيق أذهلهم وحيرهم ان يجدوا في بعضها كسوراً . من أين جاءت الكسور ؟ واذا كانت النظرية الذرية صحيحة فان الذرات لا تتجزأ فمن أين الكسور ؟ أو هل هناك خطأ في طريقة البحث والحساب ؟

الا ان العلم الحديث أثبت ان البحث كان وافياً والحساب دقيقاً ولكنهُ جاءنا بالتفسير الدقيق البسيط ، لهذه الأحاجي . وهو تفسير مبنيٌّ على ظاهرة النظائر . فالرصاص الذي نتناوله في أعمالنا ، وهو الرصاص الذي بحثه العلماء في مختبراتهم لتعيين وزنهِ الذري ، يشمل نظائر



جدول تحول الاورانيوم بخروج نوعين من الدقائق ، منه دقائق الفا ودقائق بيتا، في الرأس الى اليمين اورانيوم ١ يتحول بخروج دقيقة الفا الى اورانيوم X١ ثم يتحول هذا بانطلاق دقيقة بيتا الى اورانيوم X٢ ثم الى اورانيوم ٢ . وهذا يتحول الى ثوريوم وهذا الى راديوم وهذا الى رادون وهذا الى راديوم A وهو نظير للبولونيوم وهذا الى راديوم B وهو نظير للرصاص ثم يتحول هذا بانطلاق دقيقة بيتا الى راديوم C وهو نظير للزمرذ فالى راديوم C' وهو نظير للبولونيوم . أما راديوم C' فيتحول الى راديوم C'' بخروج دقيقة الفا منه وهو نظير الثاليوم . وراديوم C'' يتحول الى راديوم D وهو أحد نظائر الرصاص . ثم ان راديوم C'' يتحول بخروج دقيقة بيتا منه الى راديوم D فالى راديوم E فالى راديوم F وهذا يتحول بخروج دقيقة الفا منه الى راديوم G وهو نظير آخر للرصاص وآخر سلسلة التحول

الرصاص الثلاثة ، أحدها وزنه ٢٠٦ والثاني ٢٠٧ والثالث ٢٠٨ . فمتوسط ما يوجد منها في كتلة من الرصاص المألوف ٢٠٧٫٢١ . قد يزيد مقدار نظير من النظائر الثلاثة ويرتفع متوسط وزن الثلاثة مجتمعة وقد يقل فيقل المتوسط ، ولكن الاحتمال الرياضي يعتمد عليه . ومؤداه ان كل كتلة من الرصاص تحتوي على مقادير من النظائر الثلاثة بحيث يكون متوسط وزنها ٢٠٧٫٢١

وهناك ظاهرة أخرى لا بدَّ من الاشارة اليها وهي ظاهرة العناصر التي تتساوى في وزنها الذري وتختلف في رقمها الذري

فهناك في جدول العناصر المشعة راديوم وزنه الذري ٢١٤ ورقمه الذري ٨٣

وراديوم ب » » ٢١٤ » » ٨٣

وراديوم ن » » ٢١٤ » » ٨٤

هذه العناصر تعرف باسم «ايسوبار» — بينما النظائر تعرف باسم « ايسوتوب » — وكلٌّ منها عنصر يختلف عن الآخر . فالأول لنظير لعنصر الرصاص Pb والثاني نظير لعنصر البزموت Bi والثالث لنظير لعنصر البولونيوم Po وسبب هذا انقذاف كهيرب على التوالي من العنصر الأصلي فتزيد الشحنة على النواة أي الرقم الذري أي يتغير العنصر نفسه بغير أن يتغير الوزن الذري

هنا يخطر للباحث سؤالان اولهما لماذا يقف الجدول الدوري عند عنصر الاورانيوم (رقمهُ الذرّي ٩٢) ؟

ومبعث هذا السؤال نظرة رياضية في عدد الكهيربات الخارجية التي حول نوى الذرّات في العناصر المختلفة . فقد تقدَّم منا ان الذرّات مرتبة في افاق اهليلجية حول النواة وعددها في كل افق يتبع السلسلة الرياضية التالية

٢ (١^٢ + ٢^٢ + ٣^٢ + ٤^٢) = ٨٦ كهيرباً

ولو تمَّت هذه السلسلة لوجب ان يكون هناك بعد العنصر الذي رقمهُ الذرّي ٨٦ اثنان وثلاثون عنصر ٢ (٤^٢) = ٣٢ ، الرقمُ الذري لكل منها يزيد واحداً على التوالي عمَّا قبله . ولكن ليس في جدول العناصر الا ستة عناصر أرقامها الذرّية ٨٧ و ٨٨ و٨٩ و ٩٠ و ٩١ و٩٢ . فأين العناصر التي تلي ذلك الى ١١٨ ؟ أين العناصر ٩٣ و٩٤ و٩٥ و٩٦ وما يليها ؟ لماذا وقف جدول العناصر عند هذا الحدّ ؟

اما السؤال الآخر فهو هذا : اذا كان انقذاف دقيقة بيتا (اي الكهيرب) انقذافاً ذاتيّاً من نواة عنصر ما ، يرفع رقمهُ الذري أفلا يقضي قذف كهيرب منها الى النتيجة نفسها ؟ او ليس هناك طريقة اخرى خاضعة لسيطرة البحث العلمي تمكن العلماء من احداث هذا التغير ، اي هل هناك وسيلة لتحويل العناصر تحويلاً بالقوة ؟

هذه المسألة عولجت بثلاثة أساليب رئيسية

اولاً — في سنة ١٩١٩ وفق رذرفورد الى تحويل النتروجين باضافة دقيقة الفا الى نواة النتروجين فرفع وزن النواة(٤) وحدات وشحنة النواة وحدتين (٢) أي ان رقم النتروجين الذري زاد ٢ . والتعبير البياني كما يلي : —

نتروجين $\frac{14}{7}$ + هليوم $\frac{4}{2}$ ← فلورين $\frac{18}{9}$ ← اوكسجين $\frac{17}{8}$ + ايدروجين $\frac{1}{1}$ وتفسيره : الرقم الذي تحت الخط هو الرقم الذري والرقم الذي فوقه هو رقم الوزن الذري للعنصر. وسماه أضف الى نواة النتروجين دقيقة الفا (وهي نواة هليوم) تتولد نواة وزنها الذري ١٨ ورقمها الذري ٩ فهي نواة ذرة فلورين ولكنها لا تلبث حتى تنحل مولدة نواة ذرة اكسجين وزنها الذري ١٧ ورقمها الذري ٨ فهي نواة ذرة اكسجين وكذلك ذرة ايدروجين وزنها الذري واحد ورقمها الذري واحد

ثانياً — في سنة ١٩٣٠ قذف بوث وبكر في المانيا أشعة الفا المنطلقة من البولونيوم على البيريليوم والبريليوم والبورون فلاحظا ان نتيجة الاصطدام اشعاع قوي النفاذ يفوق في نفاذه أشعة جما المنطلقة من راديوم ج ثلاثة أضعاف . وبالحساب قدرا طاقة الفوتون الواحد من هذه الأشعة بخمسة عشر ميجا الكترون ڤولط ١٥ ، أي خمسة عشر مليون الكترون ڤولط (١)

وفي سنة ١٩٣٢ عنيت ايرن كوري (كريمة الاستاذ كوري وزوجه المشهورين) وزوجها الاستاذ جوليو بدراسة هذه الاشعة المنقذفة من البريليوم فسدَّداها الى مواد يكثر فيها الايدروجين مثل مادة البرافين فانقذف من البرافين بروتونات لها طاقة قدرها ٤ ملايين الكترون ڤولط Mev (اي ٤ ميجا الكترون ڤولط) وعلى هذا الاساس عملوا حساباً فوجدوا أن طاقة الاشعة نفسها تبلغ ٥٠ Mev . أي أنها حسبا لها طاقة تزيد على ثلاثة أضعاف الطاقة التي قدرها لها بوث وبكر (١٥ Mev) ولا تتفق مع طاقة دقيقة الفا البالغة في هذه الاحوال ٥ Mev . هل هناك خطأ في الحساب هنا او هناك ظاهرة طبيعية جديدة !

وفي السنة نفسها قال شدوك الانكليزي أن هذه الاشعاعات هي تيارات من دقائق لاشحنة

---

(١) ان طاقة الكترون — ڤولط ١ هي الطاقة التي يكتسبها كهيب عند ما يزيد ضغط الكهيب ڤولطاً واحداً وهذه وحدة صغيرة جداً من الطاقة تعادل ١٥٩١ جزءاً من عشرة آلاف مليون مليون جزء من الارج ولذلك يستعملون وحدة اكبر هي Mev أي مليون الكترون ڤولط . وتضرب مثلاً على ذلك . اذا وضع نصف انتريش مدي عشرة سنتيمترات فأنه يسل عملا او يفقد طاقة مبلغها ٢٨٤٠٠ أرج. ولكن طاقة فوتون من هذه الاشعة التي كشفها بوث وبكر لاتزيد على جزء من ٤٠٠ الف جزء من الارج. ومع ذلك فان طاقتها هذه — اذا قيست بطاقة غيرها من الاشعة — تحسب عظيمة جداً لان كتلتها صغيرة جداً لاتزيد على جزء من ١٦٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ من الغرام

كهربائية ، ولكن هذه الكتلة اقل من كتلة البروتون وان من التفاعل يحصل كما يلي

بريليوم ٩ + هليوم ٤ ← كربون ١٢ + نترون ١ + طاقة . أي أن اطلاق دقائق الفا (وهي نوى ذرات الهليوم) على البريليوم يحول البريليوم الى كربون ويصحب توليد الكربون انقذاف نترون ومقدار من الطاقة

وليلاحظ القارىء أن وزن البريليوم الذري مع وزن الهليوم الذري ٤ يعدلان وزن الكربون الذري ١٢ مع وزن النترون الذري ١ (١٣ في الحالين) وان الرقمين الذريين في نصف المعادلة الاول اي ٤ر٢ يعدلان رقم الكربون الذري (٦) وليس للنترون رقم ذري

ومُنح شدويك لاقتراحه المعادلة السابقة جائزة نوبل . ولا يخفى ان هذه الدقائق التي وزنها الذرّي كوزن البروتون اي ١ لا رقم ذرّي لها اي صفر اذ ليس لها شحنة على النواة ولذلك دعيت « النترون » اي محايد . فلما فهم ان وحدات هذه الاشعاعات الخفية المنطلقة من البريليوم هي دقائق من الكتلة او جسيمات وليست فوتونات من اشعة جما ، حلت المصاعب الرياضية التي تحيط بما تتصف به من طاقة عظيمة اي قدرة على النفاذ. وثبت ان تقدير بوث وبكر صحيح وان تقدير أوين كوري وزوجها خاطىء لأنه كان مبنيًا على مقدمات خاطئة عن طبيعة هذه الاشعاعات

ثالثاً — وتدور الطاقة الثالثة من التجارب حول اسم فرمي Fermi الايطالي وهو كذلك احد نائلي جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩٣٨

بدأ فرمي في سنة ١٩٣٤ بحثه باطلاق النوترونات على طائفة من المواد لتوصل الى نتائج لم تكن منتظرة . ذلك بان دقيقة الفا لها شحنة كهربية موجبة فاذا قذفت على مادة ما واخترقت مادة بقرب نواة احدى الذرّات — والنواة كما نعلم شحنتها موجبة كذلك — فان الدقيقتين تتدافعان ولذلك فلما يسهل على دقيقة من دقائق الفا ان تصل الى النواة . ولكن النوترون ليس له شحنة كهربية لا موجبة ولا سالبة فتطلق النواة الكهربي لا يدفعهُ ولا يحرفهُ فاحتمال اصابة النوترونات لنوى الذرات اكبر

وعلى ذلك جمع فرمي السؤالين المتقدمين في سؤال واحد . هل نستطيع ان نقذف جسيمات بيتا (اي الكهيربات) من نواة الذرّة بقتابل نولدها نحن فتخضع لسيطرتنا ؟ اذا كان ذلك مستطاعاً فهل نستطيع ان نقذف الاورانيوم بها فنولّد عناصر رقمها الذري أعلى من رقم الأورانيوم الذرّي ؟ أي هل نستطيع ان نولد العنصر ٩٣ أو ٩٤ أو ٩٥ وهلم جرًّا

(١) التقطف: ذهب الى استوكهلم لتسلم جائزة نوبل ثم سافر الى الولايات المتحدة ولم يعد منها الى ايطاليا

أقدم أولاً على [illegible] هذا الرأي في العناصر [illegible] فأصاب بعض النجاح عما [illegible] هذه المعادلة الثانية

الومنيوم ١٣ + نترون ١ ← صوديوم ١١ + هليوم ٢

ثم صوديوم ١١ ← مغنيزيوم ١٢ + الكترون . ومعنى هذا ان الكتروناً (كهرباً ، اي دقيقة بينا) يقذف من نواة الصوديوم فيرتفع رقمهُ الذري من ١١ الى ١٢ فيصبح مغنيزيوم ويبقى وزنهُ الذرّي على ما هو

ولكن ماذا حدث للاورانيوم ؟ أسفرت التجارب في الأورانيوم عن نوعين من التحول. فقد وجد فرمي ان اضافة نترون الى الاورانيوم تحمله على اطلاق جسيمات بينا أي كهربات

أورانيوم ٩٢ + نترون ١ ← أورانيوم ٩٣* ← ايكا رينيوم ٩٣ ← ايكا اوسميوم ٩٤

ويؤخذ من المباحث التي نشرت حتى منتصف سنة ١٩٤٠ ان نصف عمر العنصر ٩٣ يومان وثلاثة أعشار اليوم وربما كان نصف عمر العنصر ٩٤ بضعة آلاف من السنين

وفي أواخر سنة ١٩٣٩ وردت أنباء من السويد بكشف ما يعرف الآن بظاهرة انشطار الاورانيوم . وهذه الظاهرة تختلف عن الظاهرات التي تقدم ذكرها. ان التحول في الظاهرات السابقة كان يتم بتحول الرقم الذري بنقص وحدة أو وحدتين او زيادتها أي أن مدى التغير كان بحذف جزء صغير من النواة او اضافته. أما في الظاهرة الجديدة ظاهرة الانشطار فدرة الاورانيوم نفسها انشطرت أو انفلقت شطرين او فلقتين تكادان تكونان متساويتين بعد القذف بالنترون

أي أن نواة الاورانيوم لم تتخلَّ عن دقيقة الفا بعد قذفها بالنترون بل انشطرت شطرين كل منهما نواة ذرة جديدة كالكريبتون (رقمه الذرّي ٣٦) والباريوم (رقمه الذري ٥٦) ومجموعهما ٩٢ وهو رقم الاورانيوم الذرّي . وهذا الانقسام الى قسمين يكادان يتساويان حمل العلماء على وصف هذه الظاهرة بالانشطار بدلاً من التحول. وصحب انشطار كل نواة ١٧٥ مليون الكترون فولط . ثم أن طاقة قدرة الكترون فولط طاقة صغيرة جداً وليجا الكترون فولط يزيد عليها مليون ضعف ومع ذلك يبقى طاقة صغيرة ولكن عندما نذكر عدد ذرات الاورانيوم في غرام منهُ (وهو عشرون الف مليون مليون مليون) فالطاقة التي تتولد من انشطار ذرات الأورانيوم في غرام واحد لا بدَّ أن تكون طاقة عظيمة [1] إلاَّ ان استخلاص مقدار يسير من أورانيوم ٢٣٥ الذي يحدث فيه هذا الانشطار على أوفى وجه شاقٌّ جداً فلا خوف على العالم الآن من هذه الطاقة المنطلقة من ذراته

* النجمة تشير الى ان دخول النترون جعل ذرة الاورانيوم مشعة على وجه خاص تطلق دقيقة بينا لتتحول الى العنصر الذي يلي

(١) ليراجع القارىء في هذا الجانب من الموضوع اي انشطار الاورانيوم الفصل الوافي الذي كتبناه في مقتطف يوليو ١٩٤٠ صفحة ١٢٤