باب المراسلة والمناظرة

النظائر والطاقة الذرية

كتب صديقي الأستاذ جرجس الشرايحة مقالة في « المقتطف » عدد مارس ١٩٤٧ — بعنوان «النظائر وكيمياء النواة » . والتقيت بالاستاذ غير مرة قبل أن يكتب المقالة وبعد أن كتبها ، وتباحثنا في الموضوع ، ولكن كنا نفترق دون اتمام البحث . وخلاصة رأي الأستاذ ما يلي : ما دامت جميع نظائر العنصر تتفق في العدد الذري والطيف والصفات الكيميائية والاشعاع ، فلماذا نرى اختلافاً في نتائج نظائر البورانيوم ، أي ان القنبلة الذرية تصنع من النظير (٢٣٥) لا من النظيرين (٢٣٨) و (٢٣٤) . ويعزز الأستاذ قوله بالمثال الآتي : وهو يمكن أن نحصل على ماء اذا مزجنا ذرتين من الهيدروجين رقم (١) ومن نظيريه الديتوريوم أو التريتوريوم مع ذرة اكسجين . ثم يسأل الأستاذ اذا كان هنالك نوعان من الكيمياء ، كيمياء تخص مركبات الذرة الخارجية ، وكيمياء تخص مركبات الذرة الداخلية .

هذا مجمل قول الأستاذ والأسئلة التي أوردها ، ومن أراد زيادة فليراجع مقاله .

لا أريد أن أدخل في تاريخ كشف النظائر ولكن هنالك أمس أخرى علي أن أبينها قبل الشروع في ايضاح المسألة التي نحن بصددها .

والحقيقة ان الوزن الذري لأي عنصر مّا أكبر من العدد الذري . ذلك لأن النواة لا تتركب من بروتونات وألكترونات فحسب — كما كان الرأي سائداً قبل عام ١٩٣٢ — بل هنالك جسيمات أخرى تتركب منها النواة غير ما ذكرنا . ومن هذه الجسيمات النيوترون (الحايد) ، وهذه الجسيمة لها وزن يقارب البروتون ولكنها خالية من كل شحنة كهربائية . هذا ما أردت أن أبينه قبل الشروع في الاجابة على أسئلة الأستاذ .

ان سؤاله فيما إذا كان هنالك كيمياء تتعلق بالذرة وأخرى تتعلق بالنواة أقول : إنه سؤال وجيه لمن أخلقت أمامه معضلات العلم . لقد أصبح معلوماً ان الكيمياء تخص مركبات

الذرة الخارجية أي ما يتعلق بالصفات الخارجية للذرة ، أما النواة وتركيباتها فهذه من اختصاص علم الطبيعة . لأن نواة الذرة تتركب من جسيمات هي في غاية الدقة وهي التي تعين صفة العنصر . فهذه الجسيمات يسري عليها قانون يشبه قانون الجاذبية وقواعد تشبه قواعد الكهرباء . أقول تشبهها لأن القوانين المتعلقة بهذه البحوث لها رموز وأعداد وحلول تخص نوعاً من الحساب خصوصاً فقط لأن قانون الكتل الكبيرة والتيارات الكهربائية الكثيفة لا يسري عليها . اذاً فكل البحوث التي تخص مركبات الذرة الداخلية هي من خصائص علم الطبيعة ، أما أهمية الكيمياء ، وخصوصاً الكيمياء الطبيعية لا تنكر في أبحاث النشاط الاشعاعي وتجارب تغيير العناصر وميزاتها .

فوجه الشبه الذي قدمه الأستاذ بين مزج ذرتين من الهيدروجين أو أحد نظائره مع ذرة أكسجين للحصول على ماء ، وبين طاقة نظائر اليورانيوم المختلفة هو شبه وجه بعيد جداً . لأن مزج الأول هو من خصائص الكيمياء ويمكن فصلها عند الضرورة . ولكن استخراج الطاقة الكامنة من الذرة هي خصائص الطبيعة . لأن الأول هو مزج ذرة بأخرى . أما الثاني فهو شطرها

ولقد أصبح من الجلي ان الذرة لا تتركب من الكترونات وبروتانات فقط ، وإنما هنالك جسيمات أخرى كالنيوترون التي تزيد في كتلة الذرة لأن هذه الجسيمة تعادل البروتون وزناً ولكنها خالية من كل شحنة كهربية ، فخلوها من الشحنة الكهربية جعلها أفضل أداة لشطر الذرة . فلها أهمية كبرى في تغيير العناصر وزيادة النشاط الاشعاعي وهبوطه ، حسب السرعة التي تسير بها . فمثلاً اذا استقر نيوترون واحد في نواة احدى العناصر أحدث من ذلك العنصر نظيراً مستقراً وزاد ترتيبه في الجدول الدوري درجة واحدة ، لأن عدد الالكترونات التي في المحيط هي التي تعين العدد الذري للعنصر كما ان عدد البروتونات التي تحويها نواة الذرة وغيرها من الجسيمات هي التي تعين الوزن الذري للعنصر ، ونحصل على عدد النيوترونات التي تحويها نواة الذرة بواسطة طرح عدد البروتونات من الوزن الذري. لنأخذ مثلاً عنصر اليورانيوم الذي عدده الذري ٩٢ والوزن الذري ٢٣٨ للنظير الأول ٩٢ الكترون في الخارج تقابل ٩٢ بروتون في الداخل

إذن : ٢٣٨ — ٩٢ = ١٤٦ نيوترون داخل نواة النظير الأول للبورانيوم

أما النظير الثاني وهو ٢٣٥ — ٩٢ = ١٤٣ « « « « الثاني «

وهكذا . فالنظائر تختلف باختلاف عدد النيوترونات التي تحويها النواة . وأبسط مثال على ذلك هو الديتوريوم الذي نواته تحتوي على نيوترون وأحد وبروتون واحد وهو المعروف بالهيدروجين الثقيل وان الماء المصنوع منه لا يستحسن شربه ولو ان الأستاذ سواه بالماء المعمول من الهيدروجين ذي الرقم (١)

رأينا ان من مركبات الذرة الأساسية النيوترون ، ورأينا بعض أهميته في الأبحاث الذرية ولكن حتى أجيب على سؤال الأستاذ الرئيس وهو هل نظائر البورانيوم لها نفس الطاقة ، أشرت الى أهمية النيوترون حتى يتسنى فهم ما سيأتي .

١ — عندما يدخل النيوترون الى نواة العنصر يحذف بروتوناً من الذرة . وبما أن الوزن الذري يتبع عدد البروتونات وهو بدوره يقرر العدد الذري فهكذا عند دخول النيوترون وخروج البروتون ينزل العنصر مرتبة واحدة في الجدول الدوري بينما كتلته تبقى كما هي نظراً لتعادل وزن النيوترون مع البروتون المحذوف .

٢ — إن دخول النيوترونات الى النواة أحياناً يبعث دقائق ألفا ، وهكذا فالعنصر الحاصل بعد هذا الفعل ينزل عدده الذري وحدتين أقل من العنصر الأصلي ، في الجدول الدوري وتنزل كتلته ثلاث وحدات وذلك لأن دقائق ألفا هي ذرات هيليوم أي عدده الذري (٢) ووزنه الذري (٤) أي فيها بروتونين ونيوترون مساوي لكتلة البروتون . اذاً أصبحت الكتلة ثلاث وحدات والعدد وحدتين

٣ — اذا كان دخول النيوترون لم يحدث أي من الأحداث السابقة ، فالنيوترون يتحد مع النواة وهذا يحدث نظيراً أثقل للعنصر الأصلي .

واليك البيان بمعادلات كيميائية للحالات الثلاث السابقة ، في عنصر الألومنيوم

1 — $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{27}_{12}Mg + ^{1}_{1}H$

2 — $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{24}_{11}Na + ^{4}_{2}He$

3 — $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{28}_{13}Al$

وربّ سائل يقول كيف الحصول على مثل هذه النتائج والعنصر هو نفسه في الحالات الثلاث ، له نفس عدد الجزيئات والكمية ؟ والجواب هو ، أنه في الحالتين الأوليين يكون النيوترون سريعاً جدّاً وفي الحالة الثالثة يكون أقل سرعة أي أن سرعتها انتهت في ذلك الوسط فاستقرت هناك . أما إذا كانت سرعة النيوترون أكثر قليلاً فانه يصطدم في النواة مع البروتون اصطداماً مطاطيّاً وهذا النوع من الاصطدام يسبب هبوطاً في طاقة النيوترون ولهذا نجد في كثير من الحالات في شطر النواة استعمال الهيدروجين النقيل ، وذلك لقدرته على الانتشار أكثر من أي عنصر آخر ، كما أنّ فعل البروتونات مع أشعة بيتا لها نفس فعل النيوترونات أي

نيوترون = بروتون + جسيمات بيتا

ولقد سرّنا أن بعض العناصر اذا قذفت بنيوترونات سريعة جدّاً انطلق منها أشعة ألفا كما أنّ بعض العناصر المشعة نفسها تطلق هذه الأشعة . وأشعة ألفا تتفاوت طاقتها حسب العنصر . ولقد كانت هذه الأشعة قبلاً البناء الأساسي لدراسة الذرّة . ومن هذه الأشعة ودراستها انكشف لنا نوع جديد من البحث وهو درجات (استواءات) الطاقة . ولكن اذا اختلفت مقادير سرعة النيوترونات حصلنا على مقادير أقل من الطاقة — في بعض الحالات — فمثلاً اذا اتحد نيوترون بنواة أحد العناصر فهذا الاتحاد يحدث طاقة عالية تقدر من ٧ — ٨ × ١٠^٦ ألكترون — فولت . واذا حصلنا فعلاً على هذه الطاقة فإنها تكون بشكل أشعة جيما .

ولقد دلت التجارب أنّ النيوترون لا يلقى صعوبة كبيرة في اختراق نواة اليورانيوم وذلك لتجردها من الفضة الكهربائية ، ولنرى ذلك في نظائر اليورانيوم .

نعلم أنّ جميع نظائر اليورانيوم لها عدد ذري واحد وهو ٩٢ ، ونعلم أنّ النظائر تختلف باختلاف عدد النيوترونات التي تحويها النواة . ولنأخذ مثلاً النظير ٢٣٥ ، هذا يحوي ١٤٣ نيوترونا كما أنّ النظير ٢٣٨ يحوي ١٤٦ نيوترونا ، ونرى النظائر تتصرف تصرّفاً يختلف بعضها عن بعض ولهذا نحتاج الى قذائف من النيوترونات ذات سرعة فائقة لاستخراج الطاقة الكامنة في النظير ٢٣٨ والذي يحوي ١٤٦ نيوترونا نظراً لاستقرار نواته ،

بينما تحتاج في حالة النظير ٢٣٥ والذي يحوي ١٤٣ نيوترونا أي مقذوفات من النيوترونات بطيئة . وهكذا اذا صنعت القنبلة الذرية من النظير ٢٣٨ احتجنا الى أن نركب سيكلترونا في القنبلة لقذفها بنيوترونات سريعة حتى يتمكن من استخراج الطاقة الكامنة فيها .

أما في حالة النظير ٢٣٥ فنحتاج الى نيوترونات بطيئة . وهذا فالقنبلة الذرية تتركب من كربون ويورانيوم ٢٣٥ يفصل بينهما معدن الكادميوم مع مقدار كبير من النيوترونات . وميزة عنصر الكادميوم هو امتصاص النيوترونات البطيئة . وليس عنصر الكادميوم وحده له هذه الميزة ، بل هنالك عناصر أخرى مثل البورونيوم والهفنيوم وخصوصاً الجودالنيوم . وهكذا في هندسة القنبلة الذرية يوضع رفاس ينطلق في وقت معين ويخرج معه أصابع الكادميوم الموجودة في القنبلة . عندئذ يحصل تفاعل النيوترونات مع نوى اليورانيوم ٢٣٥ فتخرج طاقته . لأنه كلما كانت النيوترونات أبطأ كان امتصاص النواة لها أسهل . وقد وجد البحث نوى عناصر أخرى تتفاعل مع النيوترونات البطيئة وتعطي طاقتها مثل النبتونيوم ، والبلوتونيوم وبعض نظائر الثوريوم ، أما نظير اليورانيوم ٢٣٨ فهو أيضاً يمتص النيوترونات البطيئة ولكنه لا ينشطر بل يتكون نظيراً آخر وزنه الذري ٢٣٩ وقد دعي هذا النظير بلوتونيوم وهذا العنصر له نواة مستقرة ولكن اذا قذفت بنيوترونات سريعة جداً فالاشعاع والطاقة حاصلة لا محالة . وهكذا الحال في العناصر ذوات النواة المستقرة فإنها اذا قذفت بنيوترونات سريعة فانها تعطي طاقتها . ومن هنا بدأ التفكير باستغلال الطاقة الذرية في الصناعة .

والآن أجمل القول :

١ — تختلف النظائر باختلاف عدد النيوترونات التي في نواتها

٢ — لا يوجد كيمياء ذرة وكيمياء نواة فالكيمياء تخص الحقل الخارجي للذرة بينما الطبيعة تخص مركبات النواة

٣ — ان استخراج الطاقة الكامنة في نظائر اليورانيوم ممكنة على شرط ان تستعمل قذائف من النيوترونات بسرعات متفاوتة حسب استقرار نواة العنصر أو النظير فمثلاً تحتاج الى نيوترونات ذات سرعة فائقة للحصول على الطاقة الكامنة في النظير ٢٣٨ بينما تحتاج الى نيوترونات بطيئة في حالة النظير ٢٣٥ نظراً لعدم استقرار نواته . فاذا دخل النيوترون الى النواة هطرها وخرجت طاقتها .

القدس فؤاد جميعان

تعليقات أدبية — ردّ على توضيح

قرأت في المقتطف وفي عدد يوليو ١٩٤٧ توضيحاً للشاعر الوادي — محمد الصاوي عمار — حول نقدي للقصيدتين (برلمان الطبيعة، وتلمس في الظلام) وكان الشاعر في توضيحه يؤكد على درج همزة الوصل بعد (ال التعريف) مستشهداً بقوله تعالى « بئس الاسم الفسوق بعد الإيمان » وقبل أن أردّ على قوله ينبغي أن نقول كلمة موجزة عن القرآن الكريم .

القرآن كتاب عربي مبين « لا يأتيه الباطل من بين يديه ولا من خلفه تنزيل من عزيز حكيم » نزل تأييداً لدعوة الرسول (ص) ودستوراً لأمته . ولقد سمح الرسول في بدء الاسلام أن يقرأه العرب على لهجاتهم بما فيها من فتح وإمالة ومدّ وقصر تيسيراً للقراءة وتسهيلاً للناس . وبعد اتساع الفتوح وانتشار العرب اضطربت اللغات ونشأت قراءات غير صحيحة فتجرّد قوم لضبط قراءته فنشأت القراءات السبع المعوّل عليها للقرّاء السبعة وهم « أبو عمرو بن العلاء، وعبد الله بن كثير ، ونافع بن نعيم ، وعبدالله بن عامر ، وعاصم ابن بهدلة الأسدي، وحمزة بن حبيب الزيات ، وعلي بن حمزة الكسائي » وتلي قراءات هؤلاء ثلاث قراءات صحيحة متواترة وهي قراءة أبي جعفر المدني ، وقراءة يعقوب بن اسحاق الحضرمي، وقراءة خلف بن هشام . ومع هذا وعند ما فشا اللحن وخيف على القرآن . ضبط أبو الأسود الدؤلي أواخر الكلم في المصاحف بالنقط بأمكنتها المعروفة الآن ، وكتبها الناس بمداد مخالف . وبعد تغاير أشكال الخط ونعابه أوضاع الحروف والتباس بعضها ببعض كالجيم بالحاء والدال بالذال أمر الحجاج نصر بن عاصم ويحيي بن يعمر تلميذي أبي الأسود فوضعا الإعجام بالمداد الذي تكتب به الحروف للكلمة ثم جاء بعد ذلك الخليل بن احمد فوضع الشكل على هذا النمط المعروف ، فحلّ محل نقط أبي الأسود . هذا ما أوجزناه عن كتاب تاريخ الأدب العربي لاحمد حسن الزيات . ومنه نستنتج على أن القرآن لم ينزل محركاً .

وإذا ما رجعنا الى الآية فيسرني أن أخبر (شاعر الوادي) بأني دققتها في (سورة الممتحنة) من المصحف الشريف طبع مطبعة كريمي (بومبي) فوجدت كلمة (الاسم) ساكنة اللام وثابتة الف الهمزة ومكسورتها . فما هو السبب ؟ ان السبب بلا شك ينكشف من قاعدة التقاء الساكنين النحوية . فاذا قلنا (لم يكمل الامتحان) فالهمزة الأولى تدرج وحينئذ يلتقي لامان ساكنان فيكسر الأول ويثبت الثاني على السكون شرطاً ولا يمكن ان يسكن الأول ويكسر الثاني لأنه علاوة على انه ينبو عن الذوق فهو غير مسموع، وإذن فأصبح ثبوت الهمزة بعد (ال التعريف) واجباً وغيره خاطئاً وفي هذا فصل الخطاب . وأما قول شاعر الوادي بأن البيت الثاني فيه تصحيف فحرر المقتطف أدرى به لأن مسودته عنده

ولكني أستبعد التصحيف لأن زيادته كتمان . هذا ما أردنا عرضه للشاعر محمد السماوي عمار، وله منا التحيات.

نقد عروضي

من عادتي ان أقرأ قصائد الشاعر عدنان مردم بك لما تمتاز به من عاطفة جياشة، ومشاعر رقيقة ، وخيال وثاب ، يرود رحاب الفضاء كما رادته حمامته الطائشة في قصيدته المسماة (الحمامة الطائشة) تلك القصيدة ذات الديباجة السهلة المنظومة على البحر الكامل والتي تكاد تكون مصرعة إذ أن أكثر عروضاتها وأضربها (فعلن) ولكن بالرغم من بنائها الكامل المرصوص وجدت فيها بيتها الآخير مضطرب الوزن وهذا نصه .

أني لأهوى كلّ طائشة ضلت وقد نزحت عن أبكها الجددا

لا شك أن من يزن هذا البيت يجد فيه زيادة هذا الجزء من العجز (ضلت و) كما يجد أن صدر البيت من الكامل وعجزه على حالته الحاضرة من البحر البسيط

ولكي يكون تام الوزن يجب ان يوضع على الوضع الآتي من النظم

أني لأهوى كلّ طائشة ضلّت ـ الى إيلفٍ لها ـ الجددا

ووزنه مستفعلن مستفعلن فعلن مستفعلن مستفعلن فعلن

هذا والقصيدة موجودة في مقتطف يونيو لهذه السنة .

ولقد قرأت في مقتطف يونيو لهذه السنة أيضاً قصيدة رائعة بعنوان (فراق) والحق ان القصيدة عبارة عن أنفاس مصطلية بنار لوعة الفراق المحرقة ، لا بل هي دموع سخينة متناثرة على رمال صحراء الفراق المتوهجة ، جادت بها قريحة الشاعر المبدع (محمد فهمي) ولقد التقت نظري غفلة عروضية في هذا البيت وهو من مجزوء الرمل .

« من رأى ؟ ... هول هذا المنظر الداجي ... مطبقاً »

ان نقطة اضطراب الوزن هي في كلمتي (من رأى) إذ أن وزنهما (فاعلاً = فاعلن) غير موجود في حشو الرمل والمدة ليست للهمزة ، بل للألف اللينة الساكنة، ومهما يحدها الشاعر لا يمكن أن تكون (فاعلات) فعليه يجب أن يصحح البيت وليكن فرضاً على هذه الصورة

« من رأى ؟ .. هولاً لهذا المنظر الداجي .. مطبقاً »

ووزنه : — فاعلاتن فاعلاتن — فاعلاتن فاعلاتن

هذه غفلات وددنا التنبيه اليها — وياما أكثر ما تعرض للأديب — يحدونا الى ذلك قول الدكتور يعقوب صرّوف : (وأجل في العلم مناقشةً خياة العلم مناقشته)

الغرونة — الوراق

رشيد السمر