أحدث الآراء فى الذرة

للاستاذ أمين ابراهيم كحيل الحائز لدرجة الشرف فى علم الكيمياء ومؤلف كتاب خلاصة الكيمياء الحديثة

بقى العالم العلمى بعد دالتن قرنا كاملا من ١٨٠٣ الى ١٩٠٣ يعتقد أن ذرات العناصر فروض نظرية : لا يمكن معرفة ابعادها المطلقة . وانها كتل مصمتة غير قابلة للتجزئة والانقسام ، وأن الكون المادى اذا حلل الى أبسط دقائقه الممكنة وجد مركبا من نحو ٩٠ نوعا مختلفاً من الدقائق هى ذرات العناصر المختلفة . ولكن ابحاث الخمس والعشرين سنة الاخيرة لاسيما المختص منها بالتفريغ الكهربائى والمواد المشعة والخطوط الطيفية أحدثت انقلابا خطيرا فى الآراء السابقة سنتكلم عليه فى هذه العجالة

ملخص الانقلابات الحديثة

لقد أصبح الآن مقررا أن الذرات ليست فروضاً نظرية كما ظن قبلا بل هى دقائق حقيقية تتركب منها العناصر فعلا

ثبت أيضاً أن الذرة ليست كتلة مصمتة كما ظن قبلا بل هى مجموعة جوفاء تكاد تكون فارغة كالمجموعة الشمسية

ثم ثبت ثبوتا أكيداً أن ذرات العناصر المختلفة غير مختلفة فى مادتها الاولية كما كنا نعتقد قبلا بل أن جميعها من أصل واحد

كذلك ثبت بالبحث أن ذرات العنصر الواحد ليست متساوية فى الوزن كما قال دالتن بل أن ذرات العنصر الواحد قد تكون خليطا من ذرات مختلفة فى الوزن و متحدة فى الخواص

كذلك الذرة مستودع كهربائى لا يستهان به

أضف الى ماتقدم أن العناصر الكيميائية ليست غير قابلة للتحول كما كنا نعتقد قبلا بل ثبت ثبوتا لا يأتيه الشك أن ذرات العناصر قابلة للتغير

أضف الى الانقلابات السابقة انقلابا أعظم وهو أن المادة غير قابلة للبقاء بالمعنى

المعتاد بل قد تتحول الي طاقة عظيمة وهذا المذهب يجعل المادة مظهرا من مظاهر الطاقة المتنوعة

هذه هي الآراء أو الانقلابات الحديثة التي نريد الكلام عليها . ومنها نستنبط أهمية الموضوع وأثره فى الآراء والنظريات السابقة التى كنا نعتبرها بديهيات وحقائق ثابتة لا يمكن نقضها أو التصدى لتخطئتها بحال من الاحوال . ولا يمكن الكلام عليها بالتطويل والايضاح التامين لان كلا منها يحتاج الى فصل خاص فضلا عن أن بعضها لا يزال فى طور الطفولة والحداثة

الذرات موجودة فعلا وليست فروضاً نظرية

لقد كانت كيمياء الامس قائمة على فرض وجود الذرات . وأما كيمياء اليوم وغد فقائمة على وجودها فعلا

ولقد أصبح مقررا أن الذرات وان كانت متناهية فى الصغر فهى حقائق تتركب منها المادة حقائق تمكن العلماء من ادراكها وعدها ووزنها وقياس حجومها وتعيين سرعتها ورسم مساراتها رسما فوتوغرافيا

وليس معنى ذلك أن عين الانسان أتيح لها فى السنوات الاخيرة رؤية الذرات أو الجزئيات منفصلة الواحدة عن الاخرى . فهذا كان وسيظل ضربا من المحال إلا اذا تغيرت العين البشرية باخرى تحس بتموجات ضوئية أقصر الف مرة مما يتأثر به عصبنا البصرى ، ولكن ما يتعذر رؤيته بالعين لا يتعذر على العقل استنباطه . والاستنباطات التى يحكم العقل العلمى بوجوب وجودها بعد تمحيص المشاهدات العلمية الصحيحة هى خير ما يركن اليه فى فهم أسرار الكون

إن أول خطوة لاثبات وجود الذرات وجوداً فعليا تنحصر بداهة فى إيجاد طرق لتعيين أوزانها المطلقة أو احصاء ما يوجد منها فى وزن معين من المادة .

ولقد وجد العلماء بالاستنباط الرياضى المبنى على نظرية حركة الغازات لمكسول وكلبيير وفان أن ثابت افوجادرو أو عدد الجزئيات فى جرام جزىء يعادل ٦ر٢ × ١٠ ٢٣ وهذا الحساب لا يعتبر دليلا على وجود الجزئيات والذرات لانه مبنى على فرض

وجودها ، ولكن الشيء الهام ان ثابت افوجادرو هذا أمكن الوصول الى معرفته بطرق عملية متنوعة وكان الناتج فى جميعها واحدا

فقد وجده Perrin بدرس الحركة البرونية ٦٫٨ × ١٠^٢٣

ووجده Plank بدرس الضوء المنتشر فى الغازات ٦٫٥ × ١٠^٢٣

ووجده Millikan بقياس شحنة الالكترون ٦٫٠٦٢ × ١٠^٢٣

تدل هذه الاتفاقات دلالة جلية على أن الجزيئات والذرات اجزاء موجودة فعلا

هذا وقد تمكن العلماء من ادراك فعل الذرة الواحدة ورسم مسارها رسماً فتوغرافياً فقد وجد السر وليم كروكس بجهاز بسيط يسمى Spintherscope (منظار الشرر) ان ذرات الهليوم المنبعثة من الراديوم والمواد المشعة اذا صدمت لوحاً مغطى بكبريتور الخارصين أحدثت شرراً متغيراً . كل ذرة تحدث شرارة واحدة يمكن رؤيتها بالعين .

هذا والكلام على الذرات من حيث عددها وكتلها وحجومها يتضمن أرقاماً ضخمة يضل فى ادراكها التعقل وكثيراً مايستعمل العلماء تعبيرات وصور متنوعة لايصالها الى فهم الناس . يقول الدكتور استون فى خطبة القاها فى ٤ مايو سنة ١٩٢٤ انه اذا أخذ ديسيمتر مكعب من الرصاص وقطع بحيث ينقسم الى ثمانية مكعبات متساوية ضلع كل منها يساوى نصف ضلع المكعب الاصلى . ثم قطع كل من المكعبات الصغيرة الناتجة بالطريقة عينها الى ثمانية مكعبات متساوية . ثم كررت العملية ٢٨ مرة فانا نصل فى نهايتها الى ذرة الرصاص . ويقول أيضاً اذا ثقبت زجاجة مصباح كهربائى مفرغة بثقب يسمح بدخول مليون جزىء من الهواء فى الثانية فان الضغط داخل الزجاج يصير معادلا للضغط الجوى خارجها بعد ٤٠٠ مليون سنة

الذرة ليست أصغر جزء من أجزاء المادة . وحدة المادة

لقد اكتشف الطبيعيون فى نهاية القرن الماضى ان الكهربائية ذرية ، بمعنى انها تتركب من دقائق صغيرة أصغر من ذرات المادة وهذه الدقائق صنفان . دقائق سالبة وقد اكتشفت أولا وقد تمكن العلماء من فصلها واسمها الكترونات (Electrons) ودقائق موجبة واسمها بروتونات (Protons) . والالكترونات هى التى تتألف منها أشعه المهبط والاشعة (ب) للمواد المشعة ويمكن الحصول عليها من جميع المواد

وكتلة الالكترون الواحد تعادل ١ على ١٨٢٠ من ذرة الايدروجين . وأما البروتونات الموجبة فكتلة الواحدة منها تعادل كتلة ذرة الايدروجين وأما حجمها على مايقال فاصغر من حجم الالكترون . فلو ملأنا اسم بالبروتونات وحشكناها فيه حشكا توسع (مليون) ٨ برتون منها .

فالذرة المادية مجموعة مؤلفة من اعداد متساوية من هذه الدقائق المختلفة فهي ليست آخر جزء من أجزاء المادة كما ظن قبلا بل آخر الاجزاء التي نصل اليها هي الالكترونات والبروتونات . فالالكترونات والبروتونات هي الحجارة الاولى التي بنت بها الطبيعة ما فيها من ذرات العناصر . وهذه النظرية شأن كبير لانها توضح لنا وحدة المادة وفيها من الحقائق ماغير قواعد العلم الاساسية فدخلت بها الفلسفة الطبيعية طورا جديدا .

حقا إن هذا الانقلاب خطير فلكهربائية التي كانت منذ قرون بعيدة علمية في أيدي مكتشفيها قد قدر لها أن تكون هي أصل المواد . فاذا ما نزعت الكهربائية من المواد المحسوسة زال الاثر المحسوس لها وتعذر علينا ادراك وجودها . فالماء والهواء والارض والماء والنحاس والذهب والفضة والصخور وجميع المواد التي توجد في الارض والسماء تتركب من الكترونات سالبة الكهربائية وبروتونات موجبة الكهربائية سابحة في بحر من الاثير تتخلله خطوط قوى كهربائية ومغناطيسية

الذرة مجموعة فارغة كالمجموعة الشمسية

قلنا إن ذرة كل عنصر تتألف من عدد متساو من البروتونات والالكترونات ونقول الآن إن هذه الدقائق غير متلامسة في الذرة بل بعيدة بعضها عن بعض فالذرة مجموعة فارغة لها نواة مركزية تتألف من بروتونات ملتصقة ببعض الكترونات ويتحرك حول هذه النواة في سطوح أو أفلاك خارجة عدد من الالكترونات وحجم هذه الدقائق لا يعتبر شيئاً مذكوراً بالنسبة للحجم الكلي للذرة

فلو كبرت الذرة حتى صارت كقبو البرلمان فلست ترى فيه الالكترونات الا كرءوس الدبابيس وأما البروتونات فيعجز البصر عن إدراكها بعجزه عن إدراك دقائق الغبار المتطاير في الهواء . فهذا ينبئك أن الذرة مجموعة فارغة كالمجموعة الشمسية وما

يقال عن حدودها الكرونية يقصد به نهاية أفلاكها التي تتحرك فيها الكتروناتها الخارجية

يقول المستر Harkins أستاذ الكيمياء بجامعة شيكاغو أن حجم الذرة الكلي يعادل حجم نواته مليون بليون مرة ، أي أن حجم النواة بالنسبة لحجم الذرة أصغر كثيراً من حجم الشمس بالنسبة للمجموعة الشمسية جميعها . وعلى هذه النظرية يصح أعتبار معظم الاجسام فراغا . ويقول السر أو لفر لودج انه إذا ضغطت جميع الدقائق الكهربائية التي تتركب منها مادة جسم الانسان حتى صارت ملامسة لبعضها البعض تلامساً تاماً فانها تشغل ١ على بليون من حجم الجسم الكلي فالرجل الذي يزن ١٧٠ باوندا تشغل مادته جزءاً صغيرا من المليمتر المكعب . أما باقي الجسم فهو فراغ تتخلله خطوط كهربائية مغناطيسية

تفسير بعض الظواهر الغامضة بالالكترونات

من الامور الثابتة أن الالكترونات موجودة في كل مكان . وبها يفسرون كثيراً من الظواهر الطبيعية الغامضة

فيقال مثلا أن الشفق القطبي (Aurora) الذي يحدث أحيانا في جو الاقاليم الشمالية سببه الكترونات منبعثة من الشمس ومتحركة في خطوط القوى المغناطيسية الارضية

كذلك يفسرون الفرق بين الاجسام الموصلة للكهربائية والاجسام العازلة لها بقولهم ان الكترونات المواد العازلة مرتبطة بنواياتها ارتباطا محكما فلا تنتقل من ذرة إلى أخرى بينما في المواد الموصلة تكون بعض الالكترونات حرة أو مرتبطة ارتباطا ضعيفا يسهل نقلها من ذرة الى أخرى في طول الموصل . والتيار المكون من أمبير واحد عبارة عن مرور ٦ ر ٣ × ١٠ ١٨ الكترون في أي مقطع من الموصل في الثانية

وتلك الالكترونات المتحركة في الأسلاك عند انتقالها تصطدم بالذرات فتحدث فيها اهتزازاً يظهر في صورة حرارة في السلك وأحيانا كما في المصابيح الكهربائية يكون ارتجاج الالكترونات شديدا فينتج ضوء

يقول المستر ملليكان أستاذ العلوم الطبيعية بجامعة شيكاغو إذا أردنا أن نعد الالكترونات التي تمر في الثانية في مصباح كهربائي قوته ١٦ شمعة فقط يلزم أن نأتي بسكان شيكاغو وعددهم ٢ مليون ونصف ونأمرهم أن يعدوا جميعاً في وقت واحد سرعة عددين في الثانية ويتركهم يعدون ٢٠٠٠٠ سنة ليل نهار (٢٤ ساعة في اليوم)

فيكون مجموع ماعدوه جميعاً فى هذا الزمن معادلا لعدد الالكترونات التى تمر فى الثانية فى مصباح كهربائى قوته ١٦ شمعة فقط

هذا ومعظم الظواهر الاشعاعية من الأشعة (حـ) وأشعة روتجن التى تعادل أطوالها الموجية أجزاء من بليون من البوصة الى أشعة التلغراف اللاسلكى التى تقدر أطوالها الموجية بالأميال وما بينها من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة الضوئية والأشعة الحرارية منشأها جميعا ارتجاج الكترونى

عدد الالكترونات الخارجية فى الذرة العدد الذرى

قبل وضع نظرية بناء المادة الكهربائى كان المعتقد أن الذهب يتركب من ذهب والفضة من فضة والكلور من كلور والايدروجين من ايدروجين أما الآن فالمعتقد أن جميع العناصر تتركب من الكترونات وبروتونات . غير أن ذرة الذهب تختلف عن ذرة الفضة فى كتلة النواة وعدد الالكترونات المتحركة حولها

وأبسط الذرات تركيباً ذرة الايدروجين فهى تتركب من نواة مركزية مؤلفة من بروتون واحد يتحرك حولها الكترون واحد

تأتى بعدها ذرة الهليوم وتتركب نواتها من أربعة بروتونات والكترونين ويتحرك حولها الكترونان سياران فهى أشبه بمجموعة شمسية تتركب من شمس يتحرك حولها كوكبان

تأتى بعدها ذرة الليثيوم وتتركب من نواة يتحرك حولها ٣ الكترونات سيارة ثم البريليوم ٤ والكربون ٦ وهكذا

ويطلق العلماء على عدد الالكترونات السيارة التى تتحرك حول نواة الذرة بالعدد الذرى للعنصر

والعدد الذرى من الصفات المميزة للعنصر فهو أهم كثيراً من وزن العنصر الذرى. فالخواص الطبيعية والكيميائية للعناصر كالخطوط الطيفية والشوق الكيميائى والتكافؤ وغيرها تعين بالأعداد الذرية وليست بالاوزان الذرية كما ظن قبلا

وترتب العناصر حسب الاعداد الذرية كالآتى

الايدروجين ١ الهليوم ٢ الليثيوم ٣ البريليوم ٤ البورون ٥ الكربون ٦ والازوت ٧ والاكسجين ٨ والفلور ٩ ثم النيون ١٠ والصوديوم ١١

والمغنسيوم ١٢ والالومنيوم ١٣ وهكذا حتى نصل الى أثقل العناصر وهو اليورانيوم ٩٢

ولا تزال ٥ عناصر اعدادها الذرية ٤٣ و ٦١ و ٧٥ و ٨٥ و ٨٧ لم تكشف بعد وقد كانت من سنة واحدة ٦ اكتشف واحد منها العام الماضى وهو الهافنيوم ٧٢ اكتشفه العالمان كوستر وهفسى فى كوبنهاجن

وتتراوح سرعة الالكترون حول النواة بين ٢٠٠٠٠٠٠ : ٣٠٠٠٠٠٠ ميلا فى الثانية

حسب هذا الترتيب الجديد يوجد ٩٢ عنصراً ولا يمكن لنا أن نتصور وجود عنصر فى الكون أخف من الايدروجين الا اذا أمكن انقسام الالكترون والبروتون الى أجزاء أصغر منهما وهذا مالم يقم عليه أدنى دليل للآن . ولكن ليس من الخطأ اعتقاد وجود عناصر فى الكون أثقل من اليورانيوم لم تكتشف بعد ، وكثير من العلماء يبحثون عن عناصر من هذا النوع ويعتقدون بوجود غاز خامد عدده الذرى ١١٨ . وربما نجحوا فى اكتشاف أو بناء بعض من هذه العناصر فى المستقبل

انقسام بعض الذرات من تلقاء ذاتها تحولات العناصر المشعة

لم يتمكن العلماء للآن من بناء ذرات من ذرات أخرى أبسط منها كما ذكرنا ولكنهم شاهدوا العملية العكسية . أى انهم شاهدوا إنقسام بعض الذرات ذات الاعداد الذرية الكبيرة إلى ذرات ابسط منها شاهدوا ذلك فى العناصر المشعة. اليورانيوم — والراديوم — والثوريوم — والاكتنيوم . الا أن هذا الانقسام يحدث من تلقاء ذاته من غير أن يكون للكيميائى أو الطبيعى سلطة عليه . وهذا الانقسام الذرى يحدث بشدة . فالذرة فى الحقيقة وتفس الواقع تنفجر كما تنفجر القنابل وتخرج منها بعض برتونات والكترونات فى صور الاشعة (ا) و (ب) بسرعة تعادل الاميال فى الثانية ولنضرب لذلك مثلا بذرة اليورانيوم

هذه الذرة أثقل الذرات المعروفة وعدد الالكترونات السيارة فيها ٩٢ فهى غير ثابتة تماما . وإذا مالاحظناها زمنا كافياً شاهدنا انفجارها وخروج دقيقة مؤلفة من ٤ برتونات والكترونين من النواة هى الدقيقة (ا) وخروج الكترونين منفصلين من الدقائق (ب) . وتتحول الى ذرة عنصر آخر عدد الكترونات السيارة ٩٠ اسمه يورانيوم س . وهكذا بعد زمن تنفجر ذرته وتخرج منه دقيقة (ا) ويتحول الى عنصر عدده الذرى ٨٨ هو عنصر الراديوم ويستمر الانقسام حتى نصل الى عنصر عدده

الذرى ٨٢هو عنصر البولونيوم الذى اذا فقد أشعاعه تحول الى رصاص واذ مانقص العدد الذرى حتى صار ٨٠ نتج الزئبق واذا مانقص الى ٧٩ نتج الذهب وهكذا!

انقسام ذرات بعض العناصر بمقذوفات ذرية

ذكرنا فى البند السابق أن ذرات العناصر المشعة تقذف ذرات هليوم (الاشعة) بسرعة تعادل ١٠٠٠٠ ميلا فى الثانية . وهذه الدقائق طاقة حركة هائلة فقد شاهدنا أن باصطدامها بحائل مغطى بكبريتور الخارصين تحدث شرراً ضوئياً تصور مايحدث لو صدمت هذه الدقائق نواة ذرة أخرى مثل ذرة الازوت مثلا التى تعادل كتلتها كتلة ذرة الايدروجين ١٤ مرة . أن ذلك أشبه بتصادم شمسنا بشمس أخرى كتلتها اربع كتلة شمسنا وسرعتها ١٠٠٠٠ ميلا فى الثانية فلا شك أن أقل مايتشأ عنه انقسام ذرة الازوت

ولقد سلط السر ارنست رذرفورد وابلا من الدقائق (ا) على الازوت فكان بعضها يمر فى ذراته لانها بجوقة من غير أن يصطدم بالنوايات ولكن بعضها (واحد فى كل مليون) كان يمر بالنواة فيقسمها الى ذرة من الكربون وذرتين من الايدروجين وتمكن من كشف الايدروجين المتكون وأثبت أن نواة عنصر الايدروجين توجد فى ذرات كثير من العناصر كالازوت والفلور والصوديوم والالومنيوم والفصفور ومعظم العناصر ذات الاعداد الذرية الوترة (الفردية)

ذرات العنصر الواحد غير متساوية فى الوزن. النظائر (Isotopes)

قال دالتن فى نظريته أن ذرات كل عنصر متشابهة ومتساوية فى الوزن .

وبعد دالتن بعشر سنوات (١٨١٣) ظهر عالم انجليزى يدعى Prout وقال أن ذرات جميع العناصر تتركب من مادة واحدة هى الايدروجين . فاذا أخذنا برأى كل من دالتن وبروت كانت جميع الاوزان الذرية اعداداً صحيحة باعتبار ذرة الايدروجين وحده . وهذا ما كان يعتقده بروت فكان يقول إن الاوزان الذرية يجب أن تكون أعداداً صحيحة وما الكسور الا نتائج خطأ تجربى ولكن اعادة التحليل الكيميائى أثبتت أن الاوزان الذرية لكثير من العناصر أعداد كسرية فالكلور ٣٥ر٥ والسلكون ٢٨ر٣ والمغنسيوم ٢٤ر٣ والنيون ٢٠ر٢ وهكذا لذلك رفض العلماء الاخذ بمذهب بروت

واذا تأملنا جلياً فى نظرية تركيب الذرات من الكترونات وبروتونات نجدان هى الإ مذهب بروت فى ثوب آخر لانها ترجع جميع العناصر الي أصل واحد ثم ان هذه النظرية تنفى وجود أوزان ذرية كسرية .(أى بهاكسور) الأمر الذى لايتفق مع النتائج الكيميائية :

اذن فكيف نوفق بين نظرية تركيب ذرات العناصر من بروتونات والكترونات وبين الاوزان الذرية الكسرية لبعض العناصر كالكلور والمغنسيوم والسلكون كما ذكرنا

لقد أزال السر تومسن والدكتور استون العالمان الانجليزيان كل غموض وكشفا لنا عن أسرار طبيعية لم تدر فى خلد أحد منا وذلك باكتشاف مايسمى النظائر التى غيرت نظرية دالتن

لقد أثبت الدكتور استون بفحص الاشعة الموجبة بجهاز يسمى Mass Spectrograph ان ذرات بعض العناصر غير متساوية فى الوزن فالكلور مثلا الذى وزنه الذرى ٣٥ر٥ ماهو الاخليط من عنصرين أو كلورين متشابهين تماماً فى الخواص ووزن أحدهما الذرى ٣٥ ووزن الآخر ٣٧ ويوجدان فى الغاز المعتاد بنسبة ٣ من الأول الى ١ من الثانى وهذا يجعل متوسط الوزن الذرى المعين بالطرق الكيميائية ٣٥ر٥ ويسمى كل نوع من الكلور نظير ، جمعها نظائر ، وأول من أطلق عليها هذا الاسم Sody واسمها بالانجليزية Istopes وذلك لتشابهها فى الخواص واشغالها مكاناً واحدا فى الترتيب الدورى للعناصر

كذلك السلكون الذى وزنه الذرى ٢٨ر٣ يتألف من نظيرين وزنهما ٢٨ ، ٢٩ والمغنسيوم الذى وزنه الذرى ٢٤ر٣٠ مخلوط من ٣ نظائر أوزانها ٢٤ ، ٢٥ ، ٢٦ والنيون الذى وزنه الذرى ٢٠ر٢ مخلوط من نظيرين وزنهما ٢٠ ، ٢٢ والكربون مخلوط من ٦ نظائر والتصدير من ٨ على الاقل وهكذا ويقال انهم تمكنوا من فصل نظائر النيون والكلور والزئبق

نستنبط من هذه الحقائق الحديثة أن الاوزان الذرية الحقيقية لذرات العناصر أعداد صحيحة بالنسبة الى الاكسجين ١٦ ويسمى هذا بقانون الاعداد الصحيحة Whole Number Role ولقد أزال هذا القانون كل عقبة فى سبيل وحدة المادة وأثبت أن الطبيعة قد بنت جميع الذرات من وحدات واحدة هى الالكترونات والبرتونات .