المقتطف

مجلة علمية وزراعية

الجزء الاول من المجلد الرابع والثمانين

١ يناير سنة ١٩٣٤ — ١٥ رمضان سنة ١٣٥٢

تحويل العناصر

مباحث العلماء تحقق احلام الاقدمين

ولكنها تختلف في مرماها

اشتهرت فكرة تحويل العناصر ألبابَ الكيماويين الاقدمين . فراحوا يبحثون عن حجر الفلاسفة الذي يمكنهم من تحويل العناصر بعضها الى بعض ، ومن تحويل سخيفها الى ذهب ، ولا يزال الموضوع يسترعي عناية الباحثين في اقطار الارض . بل ان طائفة من العلماء في معامل الجامعات والشركات الصناعية ، مكبّون على البحث في هذا الموضوع : ولا عناية لهم الاّ به

ونحن اذا نظرنا الى مباحث الكيماويين الاقدمين ، يعبون علماء اليوم وما يلقونه من المصاعب التي تعترضهم وتقطع عليهم سبيل تحقيق الغرض الذي يصبون اليه ، فهمنا ان الخيبة كانت بلا ريبة مصير اسلافهم . ولكن الاقبال على هذا البحث عصراً بعد عصر يرجع في الغالب الى كتابات ارسطوطاليس التي كان لها تأثير عظيم في العصور المتوسطة واتجاهات ابنائها الفكرية . فالمادة كانت في نظر ارسطوطاليس مؤلفة من مادة اولية او اساسية ، تختلط بالعناصر الاربعة : التراب والهواء والنار والماء . والمواد تختلف بعضها عن بعض بمقدار ما تحتوي عليه من هذه العناصر الاربعة . فاذا اخذت بهذا الرأي ، فمن الأمور التي لا تحتاج الى دليل ، امكان تحويل المادة الواحدة الى اخرى ، اذا كشفت الطريقة التي تمكن الباحث من تغيير مقدار ما في المادة الواحدة من احد العناصر الداخلة في بنائها . وكان طبيعيًّا ان تتجه الافكار الى تحويل العناصر المعدنية السخيفة الى ذهب . وقام رجال في عصور مختلفة ادّعوا انهم نفذوا الى سرّ تحويل النحاس او الرصاص او غيرهما من الفلزات الى ذهب . وكان الكيماويون القدماء ، معتمدين بعض الحكام في ايام الضيق ، لكي يسدّوا العجز في

بيوت المال بصبّ الذهب من المعادن الخسيسة . وكانوا يتلهون احياناً في صنع معدن لهُ رواء الذهب ولكنهُ ليس ذهباً ، فلم تسفر تجاربهم الا عن خفض قيمة النقد الذهبي ، بصنعهِ من مادة ليست ذهباً على الاطلاق

وبعد ما اثبتت المباحث التجريبية فساد القول بامكان تحويل المعادن الخسيسة الى ذهب ، ظنَّ الناس يعتقدون في صحة هذا الامكان ، حتى ليستطيع شطّار الخادعين ، في هذا العصر العلمي ، ان يدَّعوا عثورهم على طريقة لتحويل العناصر الى ذهب ، فيؤلفوا الشركات لهذا الغرض ، ويبتزّوا الاموال من جيوب عباد الله الآمنين

التحويل ممكن !

اثبتت مباحث علماء الكيمياء في القرن التاسع عشر ان المادة تظهر في نحو ثمانين عنصراً متميزاً احدها عن الآخر ، والذرّات التي منها تتركب العناصر ، لا يمكن تحويلها او ابادتها ، بقوة من القوى الطبيعية المعروفة ، كالحرارة والضغط . وعلى ذلك ظهر ان فكرة تحويل العناصر متعذّرة ، الاّ اذا وفّق الباحثون الى وسائل اقوى فعلاً في الذرّات من الحرارة والضغط . وثبت في الوقت نفسهِ ، من دراسة الجدول الدوري الذي وضعهُ مندليف العالم الروسي : ان لا بدَّ من وجود شبهٍ بين العناصر المختلفة في بنائها . فلما اكتشف السر جوزف طمسن الالكترون (الكهرب) سنة ١٨٩٧ تأيَّد هذا الرأي . واسفرت المباحث في الالكترون عن انهُ يحمل شحنة كهربائية سالبة ، وان كتلتهُ جزء من ١٨٤٠ جزءاً من كتلة ذرة الايدروجين وهو اخفُّ العناصر . ثم ان احد هذه الالكترونات او اكثر من واحد ، يمكن ان يزال من مدارهِ حول نواة الذرّة ، بفعل الاشعة التي وراء البنفسجي أو الاشعة السينية ، فتصبح الذرّة بعد ذلك موجبة الكهربائية بدلاً من ان تكون متعادلة ، وتختلف خواصها عن خواص الذرّة المتعادلة . والتحوُّل في الخواص ، يكون وقتيًّا ، لان الكهرب لا يلبث ان يعود الى مداره السويّ حول النواة ، وتعود الذرّة متعادلة الكهربائية ، وخواصها على ما كانت عليهِ

ففي الفترة بين زوال الكهرب من مدارهِ حول النواة ، وعودتهِ اليه ، تحوَّلت الذرّة من شيء الى شيء آخر . ولكنَّ الادلة المعتمدة بين العلماء حينئذٍ ، كانت تشير الى تعذُّر احداث تحوّل دائم في بناء الذرّة وخواصها ، بازالة بعض كهاربها او اضافة كهارب اليها . وكلُّ تغير من هذا القبيل لا بدَّ ان يكون وقتيًّا

ولكن بكرل الفرنسي اكتشف فعل الاشعاع سنة ١٨٩٦ واقبل رذرفورد وصدي البريطانيان على درس هذه الظاهرة فأثبتا سنة ١٩٠٣ ان الاشعاع مظهر من مظاهر عدم الاستقرار في بناء الذرّة . ففي العناصر المشعة ، تنفجر الذرة على حين فجأة ، وينطلق منها اما دقيقة ضخمة (الضخامة نسبية طبعاً) تعرف بدقيقة ألفا ، او دقيقة صغيرة سريعة تدعى دقيقة بيتا — هي والالكترون سواء . فيسفر

هذا الانفجار والانطلاق عن ان الباقي من الذرة يختلف في خواصه الطبيعية والكيميائية عنهُ قبل انفجاره وانطلاق ما انطلق منهُ

فلما طال البحث في هذا الموضوع ، تبين ان عنصري الاورانيوم والثوريوم ، يتحوّلان بالانفجار والانطلاق الى عناصر اخرى مشعة ، منها الراديوم المشهور ، وهذا بدوره يتحول بعد ان ينقضي زمن طويل على اشعاعه الى نوع خاص من الرصاص . وفي التجارب التي قام بها رذرفورد وبرزي وصدي ، تبين ان دقائق ألفا المنطلقة من الراديوم في حالة اشعاعه ، انما هي ذرات عنصر الهليوم ، ولكنها تحمل شحنة كهربائية بدلاً من ان تكون متعادلة . فلما قيست قوة انطلاق دقائق ألفا وبينا من ذرّات العناصر المشعة تبين انها طاقة عظيمة جدًّا ، تفوق مليون ضعف ، الطاقة المتولدة من اتحاد الذرّات في مادة مفرقعة

على ان تحوّل العناصر المشعّة ، يتم من تلقاء نفسه ، ولا سيطرة للعالم عليه بالقوى الطبيعية التي يملكها ، فهو لا يستطيع ، بالضغط العظيم او الحرارة العالية او البرد الشديد ان يسرع انطلاق الدقائق من الذرات او يبطئهُ . والعناصر المشعة قليلة اذا قيس عددها ، بعدد كل العناصر المعروفة ، ومعظم العناصر مستقرٌّ ولا يحدث فيه فعل الاشعاع ، واذاً فالعناصر بوجه عام — ما عدا العناصر المشعة — لا يمكن تحويلها بعضها الى بعض في احوال عادية

بناء الذرة

وعليه وجب على المهتمين بتحويل العناصر ان ينتظروا قليلاً ، حتى يتسع نطاق معرفة الباحثين ببناء الذرة نفسها لعلَّ هذه المعرفة ، تمهّد السبيل ، الى استنباط وسيلة جديدة يمكنهم من تغيير هذا البناء . والمسلَّم به الآن ، ان ذرّات العناصر كلها ، مبنية بناءً كهربائيًّا . ففي وسط الذرّة نواة صغيرة ولكن كتلتها كبيرة — بل ان معظم كتلة الذرة في كتلة النواة — وتحمل شحنة كهربائية موجبة تختلف باختلاف العناصر من واحد الى ٩٢ . وعلى مسافة من النواة توجد الكهارب موزّعة على طريقة لم يقرّها البحث بعد — كانت في البدء تحسب كالسيارات حول الشمس في ذرّة بور الذهبي — ولكنها تتحرك حركة دورية سريعة . وعدد الكهارب حول النواة مساوٍ لعدد الشحنة الموجبة على النواة . فالذرّة التي على نواتها شحنة موجبة رقمه لها خمس كهارب في جوّها . وقطر النواة ، لا يزيد في الغالب عن جزء من ١٠٠٠٠٠ جزء من قطر الذرّة نفسها ، ولكن معظم كتلة الذرّة مقيم في النواة ، وللنواة سيطرة على عدد الكهارب في الذرة ، وعلى حركتها كذلك . ولما كانت خواص الذرة الطبيعية والكيميائية مرهونة بعدد الشحنات الكهربائية الموجبة على نواتها ، فمن الممكن ان تختلف اوزان الذرات من عنصر واحد من دون ان يختلف عدد شحناتها الموجبة على النواة

واذاً فقد نجد عنصراً لهُ نوعان او اكثر من الذرّات . وكل نوع وزنهُ يختلف عن وزن النوع الآخر ، ولكن الشحنة الكهربائية في الاثنين واحدة . فذرّات الليثيوم — ولهذا العنصر مقام خاص

في درس تحويل العناصر — نوعان او نظيران (كلمة نظير العربية وضعها الدكتور صروف لتقابل كلمة ايسوتوب) احدهما وزن ذراته ٦ والآخر وزن ذراته ٧ والثاني اكثر من الاول . وذرات عنصر من العناصر هي في الغالب خليط من ذرات « نظائره » وسوف نجد ان نظيري اليثيوم يختلفان في مقدرة العلماء على تحويلهما بالمعنى الكيماوي . فاحدهما يسهل تحويله ، والآخر يتعذر تحويله او يحتاج الى طريقة تختلف عن طريقة تحويل صنوه

هذا ما يعرف عن بناء الذرات بوجه عام . ويرجع الفضل في معرفتنا عن انتظام الكهارب وحركتها ، وطريقة اشعاع الأشعة السينية منها ، الى مباحث بور Bohr واتباعه . ولكن ما نعرفهُ عن بناء النواة لا يزال يسيراً . فنحن نعرف مقدار الشحنة الكهربائية على النواة . ولكننا نجهل انتظام الدقائق فيها . كنا الى عهد قريب نظن ان نواة الذرة مركبة من نوعين من الدقائق الكهربائية — الكهارب وهي سالبة الكهربائية والبروتونات وهي موجبتها . ثم ثبت ان دقائق الفا — وهي نوى ذرات الهليوم ، ووزن الدقيقة منها ٤ اذا قوبلت بوزن البروتون ١ — لها شأن خطير في بناء النواة . وفي السنة الماضية اكتشف النيوترون — وهو دقيقة وزنها كوزن البروتون اي ١ وشحنتها الكهربائية متعادلة . وفي مطلع الصيف الماضي اكتشف البوزيترون — والمظنون أنهُ يقابل الكهرب — اي انهُ كهرب ولكن شحنته موجبة بدلاً من ان تكون سالبة . وعليهِ يصحُّ ان نحسب نواة ذرة من ذرات العناصر الثقيلة مبنية من انواع مختلفة من الدقائق ، شحنة بعضها موجبة كدقائق الفا والبروتون والبوزيترون ، وشحنة البعض الآخر متعادلة كالنيوترون ، وكلها مرتبطة بعضها ببعض بقوى عظيمة جدًّا في حيز ضيق ، فينشأ من ارتباطها بناء مستقرٌ

قرائف الطبيعة

ان مشكلة تحويل عنصر الى آخر ، كما يراها علماء العصر الحديث تقتضي احداث تغيير في الشحنة التي على نواة الذرة . وهذا مستطاعٌ نظريًّا ، بزيادة دقيقة ذات شحنة كهربائية ، كدقيقة الفا او بروتون الى النواة ، او بطرح احدى دقائقها . وانما يجب ان نذكر ، ان بناء النواة مستقرٌ ، وان دقائقها مرتبطة بعضها ببعض ، بقوى عظيمة . فلكي نحطم نواة من النوى ، يظهر في بادىء الامر ان لا بدَّ من ان نعمد الى قوى عظيمة الطاقة . ومن الطرق التي يمكن استعمالها ، اطلاق مقذوفات صغيرة عظيمة السرعة على نواة الذرة . فدقائق الفا التي تنطلق من تلقاء ذاتها من ذرة الراديوم في حالة الاشعاع ، من اسرع المقذوفات التي يستطيع العالم الطبيعي استعمالها ، ومن اعظمها طاقة . لذلك قيل انهُ اذا اطلق تيار من ذرات الفا على مادة من المواد ، فيحتمل ان تصيب احداها ، نواة ذرة من الذرات ، او ان تمر على قرب عظيم منها . وفي الحالين لا بدَّ من ان تؤثر في القوى التي تربط بين دقائق النواة ، فتفقد النواة استقرار بنائها وتنقسم الى نواتين

لذلك عمد اللورد رذرفورد سنة ١٩١٩ الى امتحان هذا الرأي بالتجربة ، لعله يأتي بدليل حسي على

ان تحويل بعض العناصر مستطاع باطلاق دقائق الفا على نوى الذرّات . وكانت تجاربه بسيطة اذ اخذ مركّباً من مركبات الراديوم واستعمله مصدراً لمقذوفاته — دقائق الفا — ومن المعروف انهُ اذا اصطدمت دقائق الفا بفلور اونك ، ظهر اثر الاصطدام في لمعات من الضوء تمكن رؤيتها في غرفة مظلمة . فقال رذرفورد ، اذا اعتمدنا على هذه الطريقة في اكتشاف اثر دقائق الفا فلعلّنا نعثر على شيء جديد . اخذ مركب الراديوم وسدّد دقائق الفا المنطلقة منهُ الى غاز الاكسجين فلم يرَ اثراً ما . فلما ابدل الاكسجين بالنتروجين ، رأى لمعات خاصة ، على مسافة لا تستطيع ، دقائق الفا الوصول اليها . ثم ثبت ان سبب هذه « اللمعات » بروتونات ، لابدَّ ان تكون قد انطلقت من نوى ذرّات النتروجين عند اصطدامها بدقائق الفا المنطلقة من الراديوم . واذاً فذرة النتروجين قد تحوّلت بانطلاق بروتون او اكثر منها . وهذه التجربة كانت اول دليل علمي ، اقامهُ الانسان ، على ان التحويل ممكن بوسائل ابتدعها الذهن البشري

ولم يعرف اولاً كيف تمّ هذا التحوُّل . ولكن مباحث بلاكت Blackett الحديثة بيّنت انهُ لابدَّ ان تكون احدى دقائق الفا قد اخترقت نواة ذرّة من ذرّات النتروجين ، فاحدث وجودها اضطراباً في بناء النواة المستقرّ ، فطرد بروتون من النواة بسرعة عظيمة . وهو البروتون الذي دلّت اللمعات على وجوده

فلننظر الآن في هذا الامر من ناحية الارقام . اننا نعلم ان كتلة النواة في ذرّة النتروجين ١٤ وان شحنتها الكهربائية ٧ . فاذا اصطدمت بها دقيقة الفا ، واخترقتها واستقرّت فيها ، اضيف وزنها — وهو ٤ — الى وزن النواة فيصبح ١٨ ، واضيفت شحنتها الموجبة — وهي ٢ — الى شحنة النواة فتصبح ٩ ولكن النواة اذ ذاك تفقد بروتوناً واحداً وزنهُ ١ وشحنته الكهربائية ١ كذلك فيصبح وزن النواة بعد اضافة دقيقة الفا وطرح بروتون واحد ، ١٧ وتصبح شحنتها ٨ . ولكن شحنة نواة ذرّة الاكسجين ٨ واذن فالتفاعل الناشيء عن اصطدام ذرة النتروجين بدقيقة الفا ، وما تلاهُ حوّل ذرّة النتروجين الى ذرة اكسجين

وقد يقال ان وزن نواة ذرة الاكسجين ١٦ وليس ١٧ فكيف ذلك . فنقول ان للاكسجين نظيراً isotope وزن ذرّته ١٧ وهذا على ما بيّنا واقع في الطبيعة

ثم تبيّن من تجارب الدكتور شدك Chadwick احد علماء جامعة كمبردج ، ان اثني عشر عنصراً على الاقل من العناصر الخفيفة يمكن تحويلها باطلاق دقائق الفا عليها . والراجح ان طريقة التحوُّل فيها شبيهة بما يصيب النتروجين في حالة تحوُّله . اي ان دقيقة الفا تندمج في نواة الذرّة ، ثم ينطلق من النواة بروتون واحد ، فيزيد وزن الذرة ٣ (الفرق بين وزن الدقيقة وهو ٤ ووزن البروتون المنطلق وهو ١) وتزيد شحنتها الكهربائية ١ . وهذه التجارب تثبت ان الباحث اذا اجاد التجربة استطاع ان يحوّل ذرّة عنصر من العناصر الاثني عشر ، الى ذرّة عنصر آخر ، اعلى منه في جدول العناصر

ويجب ان نفيه في هذا المقام ان المقدار المتحوّل من عنصر ما الى عنصر آخر يسير جدًّا ، بل هو اقل من ان يمكن اكتشافه بالكواشف الكيميائية . ولولا ابتداع طرق عجيبة في دقتها لاحصاء الذرات القليلة المتحولة لما اتيح للباحثين ، ان يتبينوا نجاحهم في تجاربهم . ولما كانت نوى الذرّات دقيقة كلّ الدقة ، فاحتمال اصابتها بالمقذوفات المطلقة عليها ضئيل جدًّا . ففي تجربة النتروجين يبلغ الاحتمال ١ الى ١٠٠٠٠٠ اي ان دقيقة واحدة من مائة الف دقيقة مطلقة على غاز النتروجين يحتمل ان تصيب نواة احدى الذرات . وهذا الاحتمال يقلّ في العناصر الاخرى . ويستحيل على الباحث ان يوجّه مقذوفاته الى نوى الذرات ، ولذلك فهو يطلقها على مقدار من الغاز ، فيتفق ان تصيب احدى نوى ذرّاته في الثانية بعد المئة

ولكن بعض العناصر ، كالليثيوم والكربون والاكسجين لم تمسّ لقذائف دقائق الفا اي ان اطلاق دقائق الفا عليها ، لم يؤثر في نوى ذرّاتها فلم تتحوّل ، كما تحوّلت بعض ذرات النتروجين

ويختلف عنصر البريليوم عن هذه الطائفة وتلك . فان قذفه بدقائق الفا لم يطلق منه بروتونات كما هي الحالة في النتروجين وغيره ، ولا هو ظلّ جامدًا لا يتأثر بها كالاكسجين ، بل انطلق منه نوع من الاشعاع القوي النفوذ ، لاحظه العالم الالماني Bothe اولاً ثم درسته مدام كوري جوليو (وهي ابنة مدام كوري) وتبيّنت فيه خواصّ عجيبة . وتلاها الدكتور شدويك الانكليزي ، فاثبت ان هذا الاشعاع انما هو تيار من دقائق لم تعهد من قبل دعاها « نيوترونات » Neutrons وهي تماثل البروتونات في ان وزن النيوترون كوزن البروتون ١ ولكن النيوترون متعادل الكهربائية حالة ان البروتون موجبها واذاً فتحوّل عنصر البريليوم يختلف عن تحوّل النتروجين فذرّة البريليوم تلتقط دقيقة الفا وتطلق نيوترونًا وبذلك يتحوّل البريليوم الى كربون

هذه « النيوترونات » المنطلقة من نوى البريليوم ، قذائف عجيبة ، يمكن استعمالها باطلاقها على نوى ذرّات اخرى فتحوّلها وهي اصغر حجمها ، وتعادل كهربائيتها تخترق ذرات المادة من دون ان تفقد شيئًا كثيرًا من طاقتها . ولا تتمّ على نفسها ، الاّ اذا اصطدمت بنواة ذرّة من الذرّات . فقد اثبت فندر Feather ان اطلاق النيوترونات على الاكسجين يحوّله ، بقذف دقائق الفا من نوى ذرّاته . وهذه الحقيقة لها شأن خاص لان اطلاق دقائق الفا على الاكسجين لم تؤثر فيه على الاطلاق

قذائف العلماء

لقد عالجنا حتى الآن تحويل العناصر باطلاق قذائف عليها ، منبعثة من تلقاء نفسها من انحلال العناصر المشعّة كالراديوم . ولكن ما لبث الباحثون ان ادركوا ، ان توسيع نطاق معرفتهم ببناء الذرة وتحويل العناصر ، يقتضي قذائف اخرى متنوعة . وكان معروفًا ان اطلاق تيار كهربائي في غاز لطيف ، يخرج منهُ مقذوفات متنوعة من ذرات وجزيئات سريعة الانطلاق . فاذا اسرعت هذه الذرات المنطلقة بامرارها في فراغ معرّض لعمل الجذب الكهربائي ، فقد تصبح سرعتها كافية

لاطلاقها على نوى الذرات بغية تحطيمها . فاذا اطلق مثلاً تيار كهربائي في فلز الايدروجين في احوال معيَّنة ، انقذف تيار من الفنار الصغيرة السريعة ، لا يقذف مثلها مائة الف غرام من الراديوم ، في الوقت نفسه . ثم ظنَّ انه اذا استعملت تيارات كهربائية عالية الضغط — من رتبة مليون فولط — تمكن العلماء من الحصول على مقذوفات سريعة يستطيعون استعمالها ، كما استعملت دقائق الفا من قبل . وبعد سنين من المحاولة والامتحان ، تمكن كوكروفت وولتن في جامعة كمبردج ، من اطلاق بروتونات ، مولدة توليداً صناعيًّا ، بالطريقة التي ذكرناها ، على ذرات عنصر الليثيوم ، فقذفت هذه الذرات ، دقائق الفا منها ، اي ان نوى ذرات عنصر الليثيوم حطمت لاول مرة في تاريخ العلم على ما نعلم ، بواسطة قذائف صنعها الانسان

وقد اتجلت الآن الطريقة التي يحدث بها هذا التحطيم . فمن ألوف البروتونات المنطلقة على ذرات الراديوم يصطدم بروتون بنواة ذرة من الذرات . اما وزن البروتون فواحد . واما وزن نواة ذرة الليثيوم فسبعة . فاذا اصطدم البروتون بالنواة ، لا تلبث النواة ان تنفصل الى قسمين كل منهما دقيقة الفا — وهي ذرة الهليوم — وزنها ٤ ومجموع وزنيهما ٨ اي مجموع وزن نواة الليثيوم (وهو ٧) ووزن البروتون (وهو ١) . وبعد ما نجح كوكروفت وولتن في تحويل الليثيوم الى هليوم ، عمدا الى اطلاق مقذوفاتهما على عنصري البور Boron والفلور Fluorine فوجدا ان اطلاقها يسفر عنه انقذاف دقائق الفا من ذرات هذين العنصرين . اي ان ذرات هذين العنصرين تتحوَّل بوجه عام كما تحولت ذرات عنصر الليثيوم . والظاهر ان اطلاق دقائق الفا على العناصر يحوِّلها الى عناصر اعلى منها في جدول العناصر ، فالنتروجين يتحوَّل الى أكسجين واما اطلاق البروتونات فيحوِّلها الى عناصر ادنى منها في جدول العناصر ، فالليثيوم يتحوَّل الى هليوم

وثمة نوع ثالث من المقذوفات يستعمل في تحويل العناصر . هي بروتونات الايدروجين الثقيل . ولا يخفى على من قرأ مقالتنا في مقتطف اكتوبر ١٩٣٣ في « الايدروجين الثقيل » ، ان لعنصر الايدرووجين نظيراً ، يشبهُ في خواصه الكيائية ، ولكن ذرته اثقل من ذرة الايدروجين العادي ، وان الماء المصنوع من هذا الايدروجين اكثف من ماء الايدروجين العادي بنحو ١٠ او ١١ في المائة ، ويختلف عنه في درجة غليانه وتجمده . وقد عمد الاستاذ لورنس الاميركي الى اطلاق بروتونات الايدروجين الثقيل (ووزن البروتون منها ٢ بدلاً من ١ وهو وزن بروتون الايدروجين العادي) ثم زاد سرعة انطلاقها بطريقة خاصة استنبطها ، فوجدها افعل في تحطيم الذرات من البروتونات العادية

ولعلَّ القارىء يسأل دهشاً بعد هذا البيان الوافي ، عن غرض العلماء في درس تحويل العناصر هل يريدون ان يصنعوا الذهب واللاتين من النحاس والرصاص والفضة ؟ فنقول لا انهم يبحثون عن اسرار الكون وصلة بناء الذرة بتركيب الشموس وضيائها وحرارتها ، وصلة ذلك بالأشعة الكونية ، وهل في هذه المعرفة اي تعليل لنسبة الموجود من العناصر في القشرة الأرضية . هذه المسائل العويصة تفتن لُبَّهم ، والنفوذ الى بعض اغازها أثمن من الذهب وأغلى من اللاتين ! !