



من الذرة إلى الإلكترون

الكهرباء ظاهرة زبرية

للدكتور محمد محمود غالى

—

تنبه الكهرباء التطورات ذاتها التي تنبها المادة - الكهرباء تركيب ذرى شبيه بالتركيب الذرى للمادة - التحليل الكهربائي وقانونه لكاشفه « فراداي » أول دليل على التركيب الذرى أو الجبني للكهرباء - الأشعة الكاثودية دليل ثان على هذا التركيب الجبني - نظرة للإلكترونات المهاجرة والمكونة للأشعة الكاثودية - تكبر ذرة الهيدروجين الإلكترون الذي يدور فيها أكثر ما تكبر الشمس القنرى الذي يدور حولها .

تُرى هذه الرمال الفسيحة ، وهذا الخلاء الشاسع والسكون الرهيب ، تُرى هذا القمر الساطع والمُشتري يتألق في الفضاء ، والمريخ تراه في هذه الليلة من السنة في أقرب مكان لجارته الأرض — تُرى في هذه الصحراء المجاورة لمصيف « سيدى بشر » بعيداً عن الضوضاء نستطيع أن نطلع القارىء على موضوع يُعد من أهم

التجارة والإعلان لا من طريق الفن ، وعلى هذا الأساس يتحقق رأينا ويصبح هؤلاء السادة الأفاضل فنانين تجاراً معلنين ، وإن كانوا غير فنانين في هذه الفنون الجميلة التي تصدوا لها ، والتي عرفهم بها الناس

أما سر نجاح الأستاذ جورج أبيض فلا شك أنه رضا الله عنه ، فهو رجل طيب ما كان الله إلا ليَجبر خاطره .

وأخيراً ، فهكذا يقسمو مقياسنا ، ولكنه هكذا يرحم حتى هؤلاء إذ يعتبر كلا منهم فناناً فيما يسر له . . .

هزبه أحمد فهدى

ما قدمه العلماء في السنين الأخيرة ؟ — هذا للوضوح خاص بالتمرف على الإلكترون بمد أن تعرفنا على الذرة وهومن المكونات الأساسية في الذرة ومنه يتكون التيار الكهربائي .

كانت السنين تتتابع والاختراعات تتوالى ، والاكتشافات آخذة طريقها في الازدياد ، ولا يدري أحد ما يجتبه الغد من مفاجآت علمية ، وما يحمله القدر في طياته من تطورات يتوقف عليها مستقبل الإنسان — تُرى ما بداخل الذرة ؟ — هذا العالم الصغير الذي حدثنا القارىء أنه من الصّالة بحيث أن النسبة بينه وبين كرة من الصلب يبلغ قطرها حوالى ٣٥ ستمترات كالنسبة بين حجم هذه الكرة والكرة الأرضية

أو يُسبَحُ في هذا العالم المتناهي في الصغر عوالم أصغر منه ، عوالم بسمها العلماء اليوم الكترونات ؟ — أو تسبح هذه الإلكترونات تارة حرة طليقة في المادة أو في الفضاء بسرعة عجيبة هي سرعة الضوء (١) وطوراً تسبح دائرة ومقيدة حول نواة وسطى في الذرة وتكون مع النواة الذرات السابقة الذكر ، وهل توجد ظواهر طبيعية تدلنا على هذه العوالم الجديدة المتناهية في السفر — كل هذا نود لو نعرفه ونود أن نعرف التفاصيل التي استدلت بها العلماء على هذا التحليل الجديد للمادة . هذا التحليل الذي يذهب بنا بعيداً عن حدود الذرة ويدخل بنا فيها

لقد تكلمنا عن الزمن الذي يمر علينا وتعين بمروره الحوادث وتكلمنا عن الحيز أى الفضاء الذي تحدث فيه هذه الحوادث ، وشرحنا ما يفهمه العلماء من المادة وكيف تنقسم إلى عناصر وكيف تتكون العناصر من الذرات المختلفة ، وحسب أن الشخص المادى يدرك أن هناك ظواهر عجيبة تختلف عن المادة، من بينها

(١) لقد فاس العلماء سرعة الضوء بطرق مختلفة وهي تساوي ثلاثمائة ألف كيلو متراً في الثانية تقريباً

الماء الألكترون في قوانين « الألكتروليس »^(١) وهي القوانين التي تخص انتقال الكهرباء في السوائل ، هذا الانتقال المرتبط بتحليل كيميائي يقع في هذه المواد للموضوعة في السائل

نذكر أن فراداي Faraday الإنجليزى هو الذى كشف القانون الأساسى في هذا الموضوع والذى يخصص في أن كمية من أى مادة تتحلل كهربائياً ترتبط بملافة بسيطة مع قدر التيار الكهربائى ومع الوزن الذرى للجسم للموضوع في السائل ، بحيث إذا أرسلنا تياراً كهربائياً معيناً في محاليل مختلفة فترسل التيار مرة لتحصل على عنصر معين ، وترسل التيار ذاته مرة أخرى للحصول على عنصر آخر فإننا نحصل على التوالى على العنصرين بواسطة هذا التيار الكهربائى بكميات مختلفة ولكنها بالنسبة التى تعينها المعادلات الكيميائية لهذه العناصر في جزيئات المحاليل الموجودة فيها

ولم يكن ثمة تفسير لهذه الحالة ولارتباط التحليل الكهربائى بالوزن الذرى إلا أن كل ذرة من ذرات العناصر المختلفة تحوى عدداً معيناً من الوحدات الكهربائية وأن الكهرباء وحدات مستقلة غير متصلة كما أن المادة وحدات مستقلة ومنفصلة

وعلى هذا لا تتوزع الكهرباء بكميات اختيارية في الأجسام بل إن كل ذرة مادية تحوى عدداً معيناً من الوحدات الكهربائية فهي تحوى واحدة أو اثنتين أو خمسين مثلاً أى عدداً كاملاً ليس

(١) يكون موضوع التحليل الكهربائى و « الألكتروليس » إحدى المواد المتعددة في علم الطبيعة العامة ، هذا العلم الذى يتكون من الضوء للوجى والمناطيسية والكهرباء بنوعياتها والتذبذبات و « الترموديناميك » والصوت و « الألكتروليس » والأجهزة الكهربائية ، ويدرس الطبيعة العامة في السوربون ياريز عدة أساتذة من أعلام العلم في السلم للفنن لا شك أنه ليس لدينا مثيل لهم في مصر والشرق الغرب وم مروفون بأعمال علمية خالصة أذكر منهم « كوتون » رئيس المجمع العلمى الفرنسى وتمكننا من جنس اكتشافاته ، وفابرى عضواً للمجمع العلمى ، وكروز ، وفارموا للمروفين بأبحاثهم الجديدة ، والأستاذ الكبير « جيه » للمروف بدراسته للتذبذبات وظاهرة « الستروبوسكوب » والمروف باختراعه لسدة أجهزة — أعتقد أنه أول من اخترع السينما توغراف وكان ذلك قبل لويس ليمير للمروف أنه اخترعه ، وقد أراى الأستاذ « جيه » أول جهاز سينما توغراف في العالم من صنعه . وما هو جدير بالذكر أن كل أستاذ تتغير مادته من عام إلى عام ويسمح هذا للباحثين بسماع نفس الموضوع على أستاذين كبيرين — أذكر أن درس « فارموا » موضوع الألكتروليس في عام ١٩٢٢ وقد أصبح من المواضيع اللازمة اليوم لمن يريد أن يتبهم العلوم الطبيعية .

ظاهرة الكهرباء ، ويدرك أن ثمة فارقاً كبيراً بين أسلاك الترام المرفوعة على الأعمدة في شوارع العاصمة معتبرة مادة مصنوعة من النحاس وبين الأسلاك ذاتها بمد مرور التيار الكهربائى فيها — كلنا نسمع عن ظاهرة الكهرباء ولا يراها ، كلنا نعرف أنه يكفى مرور هذا التيار الذى لا نراه في الأسلاك المرفوعة لتسير مركبات الترام من محطة إلى أخرى — كلنا نعرف أن الكهرباء ظاهرة تختلف عن المادة وإن ظهرت فيها

ومن العجيب أن تتبع الكهرباء في تطوراتها الطريق ذاته الذى تتبعه المادة ، إذ تنتهى هي أيضاً بالذرية الكهربائية كما تنتهى المادة بالذرية للمادية ، وقد استترت الكهرباء بادی الأمر وراء نوع من الظواهر المستمرة والمنظمة ، وهو الوضع الظاهر الذى يبدو لنا في مختلف الظواهر الكهربائية ، ومع ذلك فقد انتصرت في نهاية الأمر فكرة التركيب الأتوى أى الذرى للكهرباء كما انتصرت قبل ذلك الفكرة ذاتها في كل ما يُكوّن المادة في الكون

على أنه كان من الصعب تصور هذا التركيب الذرى في حالة الكهرباء إذ لو جاز لنا أن تصور للمادة تركيباً جيبياً ، كل حبة مستقلة ومماثلة للأخرى فإنه لا يجوز لنا بسهولة أن نذهب إلى تعميم هذه الحالة ذاتها في الكهرباء فنفرض لها تركيباً جيبياً مماثلاً للتركيب المادى ونفرض بذلك ذرة كهربائية لا يمكن تجزئتها فإن الأمر الأخير يبدو غريباً ويتطلب منا براهين قوية على وجوده . ذلك لأننا نتصور الكهرباء في العادة حالة طارئة على الجسم أكثر مما نتصورها جسيمات تجري في أنحائه ، بل إننا نتصورها مجموعة من القوى أكثر مما نتصورها مادة في الوجود ، ومع كل ما تقدم ومع مخالفة حقيقة الكهرباء لخيلنا وتصوراتنا فإن الفكرة للمادية للكهرباء قد ثبتت أخيراً ونجحت نجاحاً لا يمكن أن يضعها أحد العلماء اليوم بسهولة محل الشك ولا يمكن أن يصددها عن حظيرة اليقين .

لنتنقل بالقرارى إلى إثبات الفكرة الذرية للكهرباء :
لقد كان الدليل الأول على وجود الذرة الكهربائية التى أسماها

وشأن الكثير من مجموع المعارف التي تكون ميراثنا العلمي اليوم لم يقف البرهان على هذه الحالة الدورية للكهرباء عند قوانين « الألكتروليس » المتقدمة والملاقة بين الوزن الذري للعناصر وبين شحنتها الكهربائية عند ما نعمد إلى تحليلها كهربائياً ، وإنما وجدت الفكرة الدورية الكهربائية برهاناً جديداً من طريق ، يختلف كل الاختلاف عن طريق التحليل الكهربائي المتقدم المذكور ، ذلك أنه أمكن للباحثين فصل الكهرباء عن المادة التي تحملها ، وبهذا أمكن البرهنة على أن الكهرباء مادة مستقلة في الحيز وأن لها صوراً منفردة في الفضاء . وإلى الفأري كيف توصل العلماء إلى ذلك :

عند ما يحدث تفريغ كهربائي داخل « أمبول » مفرغ من الهواء وهو غلاف زجاجي كالغلاف المكون للصايح الكهربائي فإنه يتكون داخل « الأمبول » بقع من الضوء ضعيف وملون ، وهذا الضوء ناتج من تصادم الألكترونات مع جزيئات الهواء المتبقى داخل « الأمبول » بعد تفريغها عند انتقال الألكترونات السريعة من القطب الموجب داخل « الأمبول » إلى القطب السالب ، بحيث يظهر أثر هذا التصادم القوي بهذه الإضاءة . ولو أننا عمدنا إلى زيادة تفريغ ما بداخل الغلاف الزجاجي من هواء فإن هذا الضوء يتضاءل لفة عدد جزيئات الهواء التي تصادم مع الألكترونات المقذوفة ويبدأ أن يكون للغلاف الزجاجي لون أخضر تحت تأثير هذا القذف الألكتروني ، وهذا اللون الأخضر حادث من تصادم هذه الألكترونات مع جزيئات الزجاج . وتوضح هذه الحقيقة بأننا لو وضعنا أي جسم داخل الغلاف الزجاجي في طريق هذه الألكترونات وليكن حلقة معدنية مثلاً فإن صورة هذه الحلقة ترسم على الزجاج وسط اللون الأخضر . وتعين الصورة المواضع التي غابت عنها الصدمات بحكم الجسم الذي وضعناه في الطريق ، ويمكن الاستدلال أيضاً على اتجاه هذه الألكترونات ومسار هذه الأشعة الألكترونية التي ثبت أنها تسير من القطب السالب إلى القطب الموجب ، وقد أسمى العلماء هذا السيل من الألكترونات الأشعة الكاثودية Rayons Cathodiques نسبة إلى القطب السالب الذي يسمى الكاثود

هنا تسأل العلماء عما إذا كانت هذه الأشعة داخل (الأمبول) أشعة موجبة Ondulatoires أو أشعة جيبية Corpusculaires

به كسور الوحدة المعتبرة شخصية لا تستطيع الوجود في المكان والزمان إلا كاملة . إنك تستطيع أن تدعو عدداً معيناً من الأصدقاء لتناول الغداء فتستطيع أن تجمع على مائتة سبعة منهم أو ثمانية أو أكثر ، بحيث إذا أردت أن تزيد عدد المدعوين فإن أقل ما تستطيع أن تزيدهم فرداً واحداً مادامنا نتكلم عن أصدقاء أحياء يسمعون إليك بدعوة منك ؛ وليس لك أن تفكر أن تدعو من الأصدقاء أكثر من السبعة وأقل من الثمانية فإن هذا غير موجود فالأصدقاء لا توجد إلا بالواحد وليس بجزء منه . كذلك اتجهت الفكرة في الكهرباء أنها لا توجد أو تزيد إلا بالوحدة الكهربائية التي لا تنجزاً بحيث اتجهت الفكرة في بادئ الأمر بأنه ليس هناك حالة كهربائية بل أن ثمة ذرات كهربائية تشبه الذرات المادية موجودة في الترات المادية أو عليها . ولقد لفت النظر إلى هذه الحقيقة (هلمولتز) Helmholtz في سنة ١٨٨١ وهو الطبيب الفيسيولوجي الألماني الذي منحه جامعة برلين كرسياً في الطبيعة في سنة ١٨٧١ والذي رفعته أعماله في الضوء والكهرباء والصوت إلى مصاف علماء القرن التاسع عشر . ويسمون « يون » وفق النطق الفرنسي أو « أيون » وفق النطق الإنجليزي وتكتب في اللغتين Ion ، الذرة محملة بالكهرباء أو مجموعة معقدة من الترات مجتمعة ومحلة أيضاً بعدد من الوحدات الكهربائية ويتكون « اليون » بانقسام أو تقطيع أوصال جزيء غير مشحون بالكهرباء Molecule neutre فمثلاً تتحلل سلفات النحاس Sulfate de cuivre إلى ذرات من النحاس محملة بالكهربائية الموجبة وبقايا من الكبريت والأكسجين محملة بالكهربائية السالبة وتسمى الأولى باليونات الموجبة والثانية بالسالبة ، ويحمل اليون الواحد ذرة واحدة أو أكثر من الذرات الكهربائية

وقد درس « لانجفين » Langevin العالم الفرنسي الذي انتخب أخيراً عسراً في الجمع العلمي الفرنسي ما نسميه اليونات الكبيرة واليونات الصغيرة وأنتم في هذا دراسة معروفة قام بها منذ أعوام في أعلى برج « إيفيل » في باريس حيث نعرف أن هذا العالم الدائب اليوم في العمل للاشتراكية والمسائل الاجتماعية العامة ، قضى نحو ستة أشهر في أعلى البرج للقيام بهذا البحث الذي يحمل اليوم اسمه والذي يذكرنا بدراسة « مارسيل بريلوان » Marcel Brillouin لدراسة كروية الأرض بطرق ضوئية مدى أشهر طويلة في ست غرف موزعة في نفق سامبلون المعروف

الهيدروجين النسبة بين كتلة الشمس وكتلة الكواكب الكبيرة التي تشير حولها ، إذ تبلغ كتلة الشمس ١٠٥٠ (١) مرة تقريباً كتلة المشتري (٢) Jupiter أما النسبة بين كتلة الشمس وكتلة إرانيوس وهو الكوكب التالي في الكبر للمشتري فتبلغ ٣٥٠٠ (٣) تقريباً ، وعليه فإن كوكباً فرضياً يكون أصغر كتلة من المشتري وأكبر من إرانيوس ، وتوازي كتلته كتلة الأرض ١٦٧ مرة تقريباً ، تمثل النسبة بين كتلته وبين كتلة الشمس النسبة بين كتلة الألكترون الحائر داخل ذرة الهيدروجين وكتلة هذه الذرة

ولا شك عندي أن ثمة شئوساً أخرى غير شمسنا وكواكب أخرى غير كواكبها توجد فيها هذه النسبة صحيحة فإن قوانين المصادقة وتمدد الشمس وإمكان اقتراب بعضها من بعض وطول الزمن يحتم علينا أن نقبل وجود هذه النسبة في الكون . ومن يدري فربما يكون لهذه النسبة علاقة بالخلقة والوجود ...

هذا الألكترون الحائر ، هذا الكوكب الصغير بالنسبة إلى الذرة لا يمكن في الكلام عنه هذه الأسطر التي نعتبرها مقدمة لموضوعه ودليلاً على وجوده . هذا الموضوع ستتناوله مع القارئ ، ونأمل أن يساعدنا هذا السكون بعبءاً عن الضوضاء على تتبعه

محمد محمود غالي

دكتوراه الدولة في العلوم الطبيعية من السوربون
لباسن العلوم التعليلية . لباسن العلوم الحرة . دبلوم الهندسة

(١) النسبة المضبوطة ١٠٤٨

(٢) للمشتري أكبر الكواكب السيارة التي تدور حول الشمس إذ يبلغ حجمه حوالي ١٢٩٥ من قدر حجم الأرض وتبلغ كتلته ١٨ و ٣٦ كتلة الأرض — أما حجم الشمس فيبلغ ٣٠١٢٠٠ مرة حجم الأرض وكتلتها تبلغ حوالي ٣٣٣٤٠٠ كتلة الأرض
(٣) النسبة المضبوطة تساوي ٣٥٠٢

الافصح في فقه اللغة

مجمع مرئي : خلاصة المختص وسائر المائيم العربية . يربب الألفاظ العربية على حسب ما فيها ويسطك باللفظ حين يحضره للمق . أفرقة وزارة المعارف ، لا يستغنى عنه مترجم ولا أديب ، يقرب من ٨٠٠ صفحة من القطع الكبير . طبع دار الكتب ، منه ٢٠٠٠ ترشابطلب من مجلة الرسالة من المكتبات الكبيرة قومن مؤلفيه :

صبيح يوسف موسى ، عبد الفتاح الصبيحي

ولقد ثبت أنها أشعة جيبية أي جسيمية ، إذا قرأنا مفناطيساً من الأمبول فإن هذه الأشعة تنحرف عن طريقها تبع وضع للمفناطيس . ويبدو لنا ذلك من انتقال البقعة الخضراء على الغلاف الزجاجي ، وفي هذا دليل على أن الأشعة مكونة من جسيمات صغيرة يتجاوزها المفناطيس في مواضعه المختلفة الذي نعلم أنه لا يؤثر إطلاقاً على الموجات الكهربائية . ويقول ريشباخ Hans Reichenbach في كتابه « الأنوم » الذي ترجمه للفرنسية موديس ليكاه Maurice Lecat : إن هذه الكهرباء للمادة جسيمات مهاجرة وإن التيار الكهربائي يمثل مجموعة من الأفراد للمهاجرين من قطب إلى قطب

وبالطريقة ذاتها التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على هذه الأجسام المهاجرة يؤثر أيضاً المجال الكهربائي على طريقها ، وقد وضع الباحثون كفتين معدنيتين في طرفي « الأمبول » بينهما فارق في الضغط الكهربائي ، ولاحظوا انحراف الأشعة الكاثودية بنفس الطريقة التي تنحرف فيها عند وجود مجال مغناطيسي . ويزداد هذا الانحراف مع القوة الكهربائية المستعملة

ولقد وجد العلماء في قياس درجة هذا الانحراف طريقة لقياس كتلة الألكترون أي كتلة واحدة من بلايين البلايين الأفراد للمهاجرة ، ذلك أنه يمكن معرفة القوة الجاذبية من معرفة شدة المجال الكهربائي أو المجال المغناطيسي كما أنه يمكن معرفة الشحنة الكهربائية لأحد هذه الألكترونات ، وذلك بالاتجاه إلى تجارب أخرى وعدنا القارئ بشرحاً قريباً عند ما نتحدث عن تجارب « يران » الفرنسي « ويليكان » الأمريكي ، ومن الجلي أن يدرك القارئ أن بهذه المعارف يمكن التوصل لمعرفة كتلة الألكترون ، لأن ثمة علاقة سهلة بين كتلة الجسيم وبين الدرجة التي ينحرف بها في مجال معروفة قوته .

وقد توصل الباحثون لحساب هذه الكتلة فوجدوا أنها حوالي ١/١٨٣٦ من كتلة أخف ما نعرفه من الذرات ، وهي ذرة الهيدروجين . وبناء على ما تقدم فالألكترونات جسيمات تصغر كثيراً جميع الذرات الكيميائية المعروفة ، وقد توصل العلماء أيضاً إلى معرفة شحنة الألكترون وهي تمثل كمية الكهرباء التي يحملها تيار مقداره واحد على عشرة آلاف مليون من الملي أمبير يستمر مروره مدة واحد على مليون من الثانية .

وتذكرنا النسبة الخاصة بكتلة الألكترون وكتلة نواة ذرة