من الذرة إلى الألكترون

الكهرباء كالمادة ظاهرة ذرية

للدكتور محمد محمود غالى

تتبع الكهرباء التطورات ذاتها التى تتبعها المادة ــ الكهرباء تركيب ذرى شبيه بالتركيب الذرى للمادة ــ التحليل الكهربائى وقانونه لكاشفه « فراداى » أول دليل على التركيب الذرى أو الحبيبى للكهرباء ــ الأشعة الكاثودية دليل ثان على هذا التركيب الحبيبى ــ نظرة للألكترونات المهاجرة والمكونة للأشعة الكاثودية ــ تكبر ذرة الهيدروجين الألكترون الذى يدور فيها أكثر ما تكبر الشمس المشترى الذى يدور حولها .

تُرى هذه الرمال الفسيحة ، وهذا الخلاء الشاسع والسكون الرهيب ، تُرى هذا القمر الساطع والمُشترى يتألق فى الفضاء ، والمرّيخ تراه فى هذه الليلة من السنة فى أقرب مكان لجارته الأرض — تُرى فى 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 فى هذه الفنون الجميلة التى تصدوا لها ، والتى عرفهم بها الناس

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

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

فريد أحمد فهمى

ما قدمه العلماء فى السنين الأخيرة ؟ — هذا الموضوع خاص بالتعرف على الألكترون بعد أن تعرفنا على الذرة وهو من المكونات الأساسية فى الذرة ومنه يتكون التيار الكهربائى .

كانت السنون تتتابع والاختراعات تتوالى ، والاكتشافات آخذة طريقها فى الازدياد ، ولا يدرى أحد ما يخبئه الغد من مفاجآت علمية ، وما يحمله القدر فى طياته من تطورات يتوقف عليها مستقبل الإنسان — تُرى ما بداخل الذرة ؟ — هذا العالم الصغير الذى حدثنا القارئ أنه من الضآلة بحيث أن النسبة بينه وبين كرة من الصلب يبلغ قطرها حوالى ٣ر٥ سنتيمترات كالنسبة بين حجم هذه الكرة والكرة الأرضية

أو يَسْبَحُ فى هذا العالم المتناهى فى الصغر عوالم أصغر منه ، عوالم يسميها العلماء اليوم الكترونات ؟ — أو تسبح هذه الألكترونات تارة حرة طليقة فى المادة أو فى الفضاء بسرعة عجيبة هى سرعة الضوء[1] وطوراً تسبح دائرة ومقيدة حول نواة وسطى فى الذرة وتكون مع النواة الذرات السابقة الذكر ، وهل توجد ظواهر طبيعية تدلنا على هذه العوالم الجديدة المتناهية فى الصغر — كل هذا نود لو نعرفه ونود أن نعرف المناسبات التى استدل بها العلماء على هذا التحليل الجديد للمادة . هذا التحليل الذى يذهب بنا بعيداً عن حدود الذرة ويدخل بنا فيها

* * *

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

(١) لقد قاس العلماء سرعة الضوء بطرق مختلفة وهى تساوى ثلاثمائة ألف كيلو متراً فى الثانية تقريباً

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

ومن العجيب أن تتبع الكهرباء فى تطوراتها الطريق ذاته الذى تبعته المادة ، إذ تنتهى هى أيضاً بالذرية الكهربائية كما تنتهى المادة بالذرية المادية ، وقد استترت الكهرباء بادئ الأمر وراء نوع من الظواهر المستمرة والمنتظمة ، وهو الوضع الظاهر الذى يبدو لنا فى مختلف الظواهر الكهربائية ، ومع ذلك فقد انتصرت فى نهاية الأمر فكرة التركيب الأتوى أى الذرى للكهرباء كما انتصرت قبل ذلك الفكرة ذاتها فى كل ما يكوّن المادة فى الكون

على أنه كان من الصعب تصور هذا التركيب الذرى فى حالة الكهرباء إذ لو جاز لنا أن نتصور للمادة تركيباً حبيبياً ، كل حبة مستقلة ومماثلة للأخرى فإنه لا يجوز لنا بسهولة أن نذهب إلى تعميم هذه الحالة ذاتها فى الكهرباء فنفرض لها تركيباً حبيبياً 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 فى العادة حالة طارئة على الجسم أكثر ما نتصورها جسيمات تجرى فى أنحائه ، بل إننا نتصورها مجموعة من القوى أكثر مما نتصورها مادة فى الوجود ، ومع كل ما تقدم ومع مخالفة حقيقة الكهرباء لخيالنا وتصوراتنا فإن الفكرة المادية للكهرباء قد ثبتت أخيراً ونجحت نجاحاً لا يمكن أن يضعها أحد العلماء اليوم بسهولة محل الشك ولا يمكن أن يبعدها عن حظيرة اليقين .

* * *

لننتقل بالقارئ إلى إثبات الفكرة الذرية للكهرباء :

لقد كان الدليل الأول على وجود الذرة الكهربائية التى أسماها العلماء الألكترون فى قوانين « الألكتروليس »[1] وهى القوانين التى تخص انتقال الكهرباء فى السوائل ، هذا الانتقال المرتبط بتحليل كيميائى يقع فى هذه المواد الموضوعة فى السائل

نذكر أن فراداى Faraday الإنجليزى هو الذى كشف القانون الأساسى فى هذا الموضوع والذى يتلخص فى أن كمية من أى مادة تتحلل كهربائيا ترتبط بعلاقة بسيطة مع قدر التيار الكهربائى ومع الوزن الذرى للجسم الموضوع فى السائل ، بحيث إذا أرسلنا تياراً كهربائيا معينا فى محاليل مختلفة فترسل التيار مرة لنحصل 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 بالنسب التى تعينها المعادلات الكيميائية لهذه العناصر فى 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 فى الأجسام بل إن كل ذرة مادية تحوى عدداً معيناً من الوحدات الكهربائية فهى تحوى واحدة أو اثنتين أو خمسين مثلاً أى عدداً كاملاً ليس

---

(١) يكون موضوع التحليل الكهربائى و « الألكتروليس » إحدى المواد المتعددة فى علم الطبيعة العامة ، هذا العلم الذى يتكون من الضوء واللوجى والمغناطيسية والكهرباء بنوعيها والذبذبات و « الترمودينامبكا » والصوت « والألكتروليس » والأجهزة الكهربائية ، ويدرس الطبيعة العامة فى السوربون باريز عدة أساتذة من أعلام العلم فى العالم المتمدن لا شك أنه ليس لدينا مثيل لهم فى مصر والشرق القريب وهم معروفون بأعمال علمية خالدة أذكر منهم « كوتون » رئيس المجمع العلمى الفرنسى وتكلمنا عن بعض اكتشافاته ، وبابرى عضو المجمع العلمى ، وكروز ، وداروا المعروفين بأبحاثهم العديدة ، والأستاذ الكبير « جيه » المعروف بدراسته للذبذبات وظاهرة « الستروبوسكوبى » والمعروف باختراعه لسدة أجهزة — أعتقد أنه أول من اخترع السينما توغراف وكان ذلك قبل لويس لميير المعروف أنه مخترعه ، وقد أرانى الأستاذ « جيه » أول جهاز سينماتوغراق فى العالم من صنعه . ومما هو جدير بالذكر أن كل أستاذ تتغير مادته من عام إلى عام ويسمح هذا الباحثين بسماع نفس الموضوع على أستاذين كبيرين — أذكر أن درس « دارموا » موضوع الألكتروليس فى عام ١٩٢٢ وقد أصبح من المواضيع اللازمة اليوم لمن يريد أن يتتبع العلوم الطبيعية .

به كسور الوحدة المعتبرة شخصية لا تستطيع الوجود فى المكان والزمان إلا كاملة . إنك تستطيع أن تدعو عدداً معيناً من الأصدقاء لتناول الغداء فتستطيع أن تجمع على مائدتك سبعة منهم أو ثمانية أو أكثر ، بحيث إذا أردت أن تزيد عدد المدعوين فإن أقل ما تستطيعه أن تزيدهم فرداً واحداً ما دمنا نتكلم عن أصدقاء أحياء يسعون 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 فى الكهرباء أنها لا توجد أو تزيد إلا بالوحدة الكهربائية التى لا تتجزأ بحيث اتجهت الفكرة فى بادئ الأمر بأنه ليس هناك حالة كهربائية بل أن ثمة ذرات كهربائية تشبه الذرات المادية موجودة فى الذرات المادية أو عليها . ولقد لفت النظر إلى هذه الحقيقة (هلمولتز) Helmholtz فى سنة ١٨٨١ وهو الطبيب الفيسيولوجى الألمانى الذى منحته جامعة برلين كرسياً فى الطبيعة فى سنة ١٨٧١ والذى رفعته أعماله فى الضوء والكهرباء والصوت إلى مصاف علماء القرن التاسع عشر. ويسمون « يون » وفق النطق الفرنسى أو « أيون » وفق النطق الإنجليزى وتكتب فى اللغتين Ion ، الذرة محملة بالكهرباء أو مجموعة معقدة من الذرات مجتمعة ومحملة أيضاً بعدد من الوحدات الكهربائية ويتكون « اليون » بانقسام أو تقطيع أوصال جزىء غير مشحون بالكهرباء Molecule neutre فمثلاً تتحلل سلفات النحاس Sulfate de cuivre إلى ذرات من النحاس محملة بالكهربائية الموجبة وبقايا من الكبريت والأكسيجين محملة بالكهربائية السالبة وتسمى الأولى باليونات الموجبة والثانية بالسالبة ، ويحمل اليون الواحد ذرة واحدة أو أكثر من الذرات الكهربائية

وقد درس « لانجفان » Langevin العالم الفرنسى الذى انتخب أخيراً عضواً فى المجمع العلمى الفرنسى ما نسميه اليونات الكبيرة واليونات الصغيرة وأتم فى هذا دراسة معروفة قام بها منذ أعوام فى أعلى برج « إيفيل » فى باريس حيث نعرف أن هذا العالم الدائب اليوم فى العمل للاشتراكية والمسائل الاجتماعية العامة، قضى نحو ستة أشهر فى أعلى البرج للقيام بهذا البحث الذى يحمل اليوم اسمه والذى يذكرنا بدراسة « مارسيل بريلوان » Marcel Brillouin لدراسة كروية الأرض بطرق ضوئية مدى أشهر طويلة فى ست غرف موزعة فى نفق سامبلون المعروف

وشأن الكثير من مجموع المعارف التى تكون ميراثنا العلمى اليوم لم يقف البرهان على هذه الحالة الذرية للكهرباء عند قوانين « الألكتروليس » المتقدمة والعلاقة بين الوزن الذرى للعناصر وبين شحنتها الكهربائية عند ما نعمد إلى تحليلها كهربائياً ، وإنما وجدت الفكرة الذرية الكهربائية برهاناً جديداً من طريق يختلف كل الاختلاف عن طريق التحليل الكهربائى المتقدم الذكر ، ذلك أنه أمكن للباحثين فصل الكهرباء عن المادة التى تحملها ، وبهذا أمكن البرهنة على أن الكهرباء مادة مستقلة فى الحيز وأن لها صوراً منفردة فى الفضاء . وإلى القارئ كيف توصل العلماء إلى ذلك :

عند ما يحدث تفريغ كهربائى داخل « أمبول » مفرغ من الهواء وهو غلاف زجاجى كالغلاف المكوّن للمصابيح الكهربائية فإنه يتكون داخل « الأمبول » بثق 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 القوى بهذه الإضاءة . ولو أننا عمدنا إلى زيادة تفريغ ما بداخل الغلاف الزجاجى من هواء فإن هذا الضوء يتضاءل لقلة عدد جزيئات الهواء التى تتصادم مع الألكترونات المقذوفة ويبدأ أن يكون للغلاف الزجاجى لون أخضر تحت تأثير هذا القذف الألكترونى، وهذا اللون الأخضر حادث من تصادم هذه الألكترونات مع جزيئات الزجاج . وتتضح هذه الحقيقة بأننا لو وضعنا أى جسم داخل الغلاف الزجاجى فى طريق هذه الألكترونات وليكن حلقة معدنية مثلاً فإن صورة هذه الحلقة ترتسم على الزجاج وسط اللون الأخضر . وتعين الصورة المواضع التى غابت عنها الصدمات بحكم الجسم الذى وضعناه فى الطريق ، ويمكن الاستدلال أيضاً على اتجاه هذه الألكترونات ومسار هذه الأشعة الألكترونية التى ثبت أنها تسير من القطب السالب إلى القطب الموجب ، وقد أسمى العلماء هذا السيل من الألكترونات الأشعة الكاثودية Rayons Cathodiques نسبة إلى القطب السالب الذى يسمى الكاثود

هنا تساءل العلماء عما إذا كانت هذه الأشعة داخل (الأمبول) أشعة موجية Ondulatoires أو أشعة جسيمية Corpusculaires

ولقد ثبت أنها أشعة حُبيْبيّة أى جُسيْميّة، إذا قرّبنا مغناطيساً من الأمبول فإن هذه الأشعة تنحرف عن طريقها تبع وضع المغناطيس . ويبدو لنا ذلك من انتقال البقعة الخضراء على الغلاف الزجاجى، وفى هذا دليل على أن الأشعة مكونة من جسيمات صغيرة يتجاذبها المغناطيس فى مواضعه المختلفة الذى نعلم أنه لا يؤثر إطلاقاً على الموجات الكهربائية . ويقول ريشنباخ Hans Reichenbach فى كتابه « الأتوم » الذى ترجمه للفرنسية موريس ليكاه Maurice Lecat : إن هذه الكهرباء المادية جسيمات مهاجرة وإن التيار الكهربائى يُمثل مجموعة من الأفراد المهاجرين من قطب إلى قطب

وبالطريقة ذاتها التى يؤثر بها المجال المغناطيسى على هذه الأجسام المهاجرة يؤثر أيضاً المجال الكهربائى على طريقها ، وقد وضع الباحثون كفتين معدنيتين فى طرفى « الأمبول » بينهما فارق فى الضغط الكهربائى، ولاحظوا انحراف الأشعة الكاثودية بنفس الطريقة التى تنحرف فيها عند وجود مجال مغناطيسى ويزداد هذا الانحراف مع القوة الكهربائية المستعملة

ولقد وجد العلماء فى قياس درجة هذا الانحراف طريقة لقياس كتلة الألكترون أى كتلة واحدة من بلايين البلايين الأفراد المهاجرة ، ذلك أنه يمكن معرفة القوة الجاذبية من معرفة شدة المجال الكهربائى أو المجال المغناطيسى كما أنه يمكن معرفة الشحنة الكهربائية لأحد هذه الألكترونات ، وذلك بالالتجاء إلى تجارب أخرى وعدنا القارىء بشرحها قريباً عند ما نتحدث عن تجارب « بيران » الفرنسى « ومليكان » الأمريكى ، ومن الجلى أن يدرك القارىء أن بهذه المعارف يمكن التوصل لمعرفة كتلة الألكترون ، لأن ثمة علاقة سهلة بين كتلة الجسيم وبين الدرجة التى ينحرف بها فى مجال معروفة قوته .

وقد توصل الباحثون لحساب هذه الكتلة فوجدوا أنها حوالى $\frac{١}{٢٠٠٠}$ من كتلة أخف ما نعرفه من الذرات ، وهى ذرة الهيدروجين. وبناء على ما تقدم فالألكترونات جسيمات تصغر كثيراً جميع الذرات الكيميائية المعروفة ، وقد توصل العلماء أيضاً إلى معرفة شحنة الألكترون وهى تمثل كمية الكهرباء التى يحملها تيار مقداره واحد على عشرة آلاف مليون من المللى أمبير يستمر مروره مدة واحد على مليون من الثانية .

وتذكرنا النسبة الخاصة بكتلة الألكترون وكتلة نواة ذرة الهيدروجين النسبة بين كتلة الشمس وكتلة الكواكب الكبيرة التى تدور حولها ، إذ تبلغ كتلة الشمس ١٠٥٠[١] مرة تقريباً كتلة المشترى[٢] Jupiter أما النسبة بين كتلة الشمس وكتلة إرانوس وهو الكوكب التالى فى الكبر للمشترى فتبلغ ٣٥٠٠[٣] تقريباً ، وعليه فإن كوكباً فرضياً يكون أصغر كتلة من المشترى وأكبر من إرانوس ، وتوازى 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 عندى أن ثمة شموساً أخرى غير شمسنا وكواكب أخرى غير كواكبها توجد فيها هذه النسبة صحيحة فإن قوانين المصادفة وتعدد الشموس وإمكان اقتراب بعضها من بعض وطول الزمن يحتم علينا أن نقبل وجود هذه النسبة فى الكون . ومن يدرى فربما يكون لهذه النسبة علاقة بالخليقة والوجود ...

هذا الألكترون الحائر ، هذا الكوكب الصغير بالنسبة إلى الذرة لا يكفى فى الكلام عنه هذه الأسطر التى نعتبرها مقدمة لموضوعه ودليلاً على وجوده . هذا الموضوع سنتناوله مع القارئ، ونأمل أن يساعدنا هذا السكون بعيداً عن الضوضاء على تتبعه

محمد محمود غالى
دكتوراه الدولة فى العلوم الطبيعية من السوربون
ليسانس العلوم التعليمية . ليسانس العلوم الحرة . دبلوم الهندسخانة

(١) النسبة المضبوطة ١٠٤٨

(٢) المشترى أكبر الكواكب السيارة التى تدور حول الشمس إذ يبلغ حجمه حوالى ١٢٩٥ من قدر حجم الأرض وتبلغ كتلته ٣٦و٤١٨ كتلة الأرض — أما حجم الشمس فيبلغ ١٢٠٠ ٣٠ مرة حجم الأرض وكتلتها تبلغ حوالى ٣٣٤٠٠ كتلة الأرض

(٣) النسبة المضبوطة تساوى ٣٥٠٢

الافصاح فى فقه اللغة

معجم عربى : خلاصة المخصص وسائر المعاجم العربية . يرتب الألفاظ العربية على حسب معانيها ويسعفك باللفظ حين يخترك المعنى . أقرته وزارة المعارف ، لايستغنى عنه مترجم ولا أديب ، يقرب من ٨٠٠ صفحة من القطع الكبير . طبع دار الكتب ، ثمنه ٢٥ قرشا يطلب من مجلة الرسالة ومن المكتبات الكبيرة ومن مؤلفيه:

حسين يوسف موسى ، عبد الفتاح الصعيدى