

# المذاهب الحديثة في بناء المادة

للمستر فندرسيل

استاذ الطبيعة في الجامعة الامبركية بالقاهرة

بشعور يختلط فيه الاقدام بالاحجام اقف اليوم امامكم لبسط بعض نواحي هذا الموضوع . فانا مقتنع كل الاقتناع بانهُ بحثٌ فَنّانٌ ، واننا يقعدني ، عجزني عن الاحاطة بنواحيه في اربعين دقيقة ، يقعدني ، سعة نطاق البحث والعجز عن تفسير الا جانب ضيق منه . ثم اني لا اعرف مدى معرفة السامعين بالطبيعة والرياضة ، فليعذرني بعضكم اذا اطلت الوقوف قليلاً ببعض النواحي ، لتفسير امور يعرفونها

لما اشرف القرن التاسع عشر على ختامه ، كان علم الطبيعة علماً كاملاً تقريباً . كان العلماء قد استخرجوا بعض الاحكام العامة الخطيرة ، في اثناء ذلك القرن او قبله ، اشهرها « نبات الكتلة او الجرم » و« حفظ الطاقة » و« ناموس الجاذبية » و« نظرية الضوء الكهرمغناطيسية » و« ناموس حفظ للمادة » . فلم يبق حينئذ الا التدقيق في القياس والوزن للحصول على ادق ما يمكن الحصول عليه من درجات « الحرارة النوعية » و« عامل التمدد » . ولكن لم يكمل القرن التاسع عشر يشرف على ختامه حتى اخذت تدب اليه عوامل التحول . وقد انقضت الآن ست وثلاثون سنة ، مذ بدت تطلّع هذا التحول ، اجيت في اثنائها مسائل كثيرة غامضة ، ووجهت مسائل اخرى . وافتن ما حدث في هذه الحقبة يدور حول بناء المادة . وفي الوقت الذي عيّن لي لا استطيع الا الاشارة الى اعظم الحوادث التي وقعت . فالاستاذ ملكن يذكر ٢١ حادثاً خطيراً في هذه الناحية تمت بين ( ١٨٩٦ — ١٩٢٦ ) ولكن بعض الحوادث التي وقعت بعد ١٩٢٦ لا تقل في خطورتها عن اخطر ما ذكره ملكن . وعليه فسوف ادير الحديث حول سبع مسائل هي مصدر حيرة لبعض الناس ، وضحية لاولئك الذين يحاولون التعمق في درسها والمسائل التي سوف نعرض لها على عجل هي : (١) — نظرية الكونثم لبلانك (٢) — الترابط بين الكتلة والطاقة (٣) — تحويل العناصر والمادة (٤) — بناء الذرة بحسب رذرفورد وبور (٥) — الميكانيكيات الموجية لشرودينغر (٦) — مبدأ هيزنبرج في « علم التنبؤ » وعلاقته « بالسبب والمسبب » أو « بالعلّة والمعلول » (٧) — الناموس الثاني في علم « الترمودينامكس » ومستقبل الكون وبوجه خاص الارض

في سنة ١٨٩٥ كشف رونتجن عن اشعة اكس (الاشعة السينية) وهي ضوء لا يرى بالعين يحترق المواد انكشيفة . وفي سنة ١٨٩٦ اكتشف بكرل فعل الاشعاع الذي نشر بعدئذ بأنه ناشئ عن انحلال المادة انحلالاً ذاتياً - أي من دون تليط اي عامل خارجي عليها . ومن غريب ما يذكر في هذا الصدد ان فعل الاشعاع لا يمكن إسرأه ولا إبطأه في معمل البحث الطبيعي بواسطة من الوسائل . فلا تاتي درجات الحرارة التي يمكن الحصول عليها من الضوء الكهربائي القوي ، ولا ادنى درجات البرد في الهواء السائل ولا درجات الضغط العظيم أو التفراغ الشديد ، لها اي اثر ظاهر في سرعة انحلال الراديوم مثلاً . ومع ذلك فنحن نعلم ان هذا لا يصدق قط على الافعال الكيميائية العادية

كان الباحثون قد عرفوا اشعة المهبط (السالبة) والاشعة الموجبة : ولكن طمن (J. J.) قال في سنة ١٨٩٧ ان اشعة المهبط مؤلفة من دقائق تحمل كل دقيقة منها شحنة كهربائية سالبة . فهذه الاشعة تنحرف بفعل مجال كهربائي (ويعرف هذا بفعل زينن) ثم حبت النسبة بين شحنة الذرة وكثتها . ثم اثبت لورنتز (العالم الهولندي) ان الدقائق المتسوجة التي تقتضيها نظرية مكسول الكهرمغناطيسية (التي نشرت سنة ١٨٦٤) تصرف تصرفاً يقتضي النسبة التي اثبتها طمن لدقائقه (اي نسبة الشحنة الى الكتلة) ثم اطلق لورنتز على دقائق طمن الاسم الذي اقترحه « ستوني » Stoney وهو « الالكترتون » فلما انبلج فجر اتقرف العشرين كان علم الطبيعة على طريق الانقلاب والحوادث تسير سراعاً أخذ بعضها برقاب بعض ، ففي سنة ١٨٩٨ اكتشفت مدام كوري الراديوم ثم تلا ذلك اكتشاف العناصر المشعة من الاورانيوم الى الرصاص . هذا هو قامة العصر الجديد في علم الطبيعة

### بمولك وتطرية الكون

لم تكتشف ظاهرات طبيعية جديدة فقط ، وانما شرع بعضهم يعملها تليلاً فيه خروج على مبادئ الطبيعة المستترة . وابتمها على العجب ، وامعنها في الثورة على القديم ، تمليلات ماكس بلانك التي نشرها سنة ١٩٠٠ اذ قال ان اشعاع طاقة الحرارة ليس عملاً متصلاً ، ولكنه يحدث حدوثاً متقطعاً . فالطاقة التي تحتوي عليها موجة من الضوء تعادل عدد اهتزازاتها مضروباً في مقدارها دقيق محدود يرمز اليه بحرف (  $h$  ) وهذا المقدار على دقته ثابت لا يتغير . بحيث نجد اشعاعاً فقدرته من اضغاف هذا المقدار (  $h$  ) . ان وحدة القوة العادية هي « واط » . والمصاييح الكهربائية العادية تستعمل الطاقة بمتوسط ٤٠ واط . و « الوط » ١٠ ملايين « ارغ » في الثانية . و « الارغ » هو وحدة « العمل » أو « الطاقة » وهو قدر صغير جداً لذلك لا يستعمل الا « الجول » في الشؤون الصناعية وهو عشرة ملايين « ارغ » . ولكن « الارغ » على دقته صغير جداً اذا قوبل بمقدار بلانك (  $h$  ) . انه كقطرة

ماء ازاء مقدار كبير من الماء . تصوروا الماء ان تصرف من خزان اسوان في فصل الفيضان فانه يبلغ نحو ٧٧٠٠ طن من الماء في الثانية. فاذا حسبنا ان هذا المتدار من الماء مضى يتصرف من الخزان ثانية فاخرى مدة ١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ — وهو نحو نصف الزمان الذي انقضى على الارض منذ تكونت سياراً مستقلاً — فلا ريب في ان مقداراً كبيراً جداً يتصرف منه . ان نسبة قطرة واحدة من هذا المتدار الى كل قطراته هي كنسبة مقدار بلانك الى « الارغ » . ومع ذلك فكل مصباح من هذه المصابيح الكهربائية ينفق الف مليون « ارغ » في الثانية فمقدار بلانك وحدة « عمل » دقيقة ولذلك دعاه « Quantum » ومعناه أصلاً مقدار فلما قال بلانك بانفصال الطبيعة تلتق الفلاسفة، وتغير علماء الطبيعة في صحة قوله وما يفرعنه من المفارقات، وظلوا كذلك حتى جاء بورنباينه النرويجي سنة ١٩١٣ وفسر الضوء، وبناء الذرات، بمتنقى نظرية بلانك . وسوف نعود الى هذا ، اذ نتكلم عن «بناء الذرة بحسب رذرفورد وبور»

### الكثّة والطاقة

يتعذر ان نذكر اينشتين من دون ان نطيل المكت معه . وانما اريد ان اوجه عنايتكم الى نقطة واحدة جلستها «نظرية النسبية» — وهي العلاقة بين سرعة الضوء وسرعة جسم متحرك وكثّة ذلك الجسم وطوله . فلا ريب في ان كثلة الاجسام التي تستطاع رؤيتها بالعين او بالمكرومكوب ثابتة وكذلك مقاييس اي جسم جامد فهي ثابتة اذا كان الجسم بعزل عن قوى مشوّهة . ثم ان اينشتين اثبت ضرورة حساب سرعة الضوء سرعة ثابتة لاعلاقة لها بالمشاهد، او بحركة المشاهد والمشاهد . ثم انه عطل التقلص الحادث في الاجسام المتحركة ، الذي قال به لورنتز وفترجرالد<sup>(١)</sup> ومن الواضح انه اذا كان سرعة الاجسام نحو جيب من سرعة الضوء فالتعديلات التي ادخلها اينشتين لا يمكن ان تدرك بالة او بحسب ، ولا اثرها في الحسابات العملية . ولكن اذا كان جسم من الاجسام يسير بسرعة تعادل في سرعة الضوء او تسعة اعشارها فتعديلات اينشتين كبيرة الار ويؤخذ من معادلات اينشتين انه اذا كان جسم من الاجسام ساثراً بسرعة الضوء فانه ينقلص الى ان يصبح طوله سفراً وكثلته لا حدّاً لها اي ان كثلته تزيد بزيادة سرعته وطوله ينقص وفقاً لهذه الزيادة ) فاذا سار الجسم بسرعة تزيد على سرعة الضوء اصبح طوله كمية سالبة (اي اقل من صفر) وكثلته اقل من اللانهاية (infinity) وكلاهما مما لا يتصوره العقل فينتج من ذلك انه يتعذر على اي جسم ان يسير بسرعة معادلة لسرعة الضوء او تفوقها

(١) يقول هذان العالمان ان طول جسم متحرك ينقص وان قصه يبدل طوله وهو مستقر مفروباً بجبر المالى (١ -  $\frac{v^2}{c^2}$ ) وان كثلة جسم متحرك تعدل كتته وهو مستقر مقسومة على الجبر المالى (١ -  $\frac{v^2}{c^2}$ )  
 مروج سرعة الضوء  
 مروج سرعة الضوء

ولكن هل ثمة اجسام تسير بسرعة تضاهي سرعة الضوء؟ نعم، فأشعة المهبط والالكترونات تسير بسرعات تضاهي سرعة النور الثابتة. فان اشعة المهبط اذا مرت في حقل كهربائي انخرقت عن سيرها المستقيم انحرافاً يختلف باختلاف كتلتها وسرعتها. وكتلتها تزداد بازدياد سرعتها وبازدياد كليهما يقل انحرافها بالجانب الكهربائي. على ان انحرافها يختلف كذلك باختلاف شحنتها الكهربائية. وقد قاس طمس انحراف هذه الاشعة فوجد ما اثبت صحة رأي اينشتين في التقلص الذي قال به لورنتز وفترجراند

ان علاقة الحركة في دقيقة متحركة تعدل كتلتها مضروبة في مربع سرعتها. فيبدأ «حفظ الطاقة» لا يمكن ان يكون له كيان مستقل بعد التطور الحديث، بل هو متصل بيات الكتلة. وافعال الاشعاع تبين ان المادة ليست مستقرة على حال واحدة وان ذراتها تنفتت وتتحطم وتتحول الى طاقة—والراديوم اشهر الامثلة على ذلك— ففي هذا العصر زال من علم الطبيعة القول «بمحافظة المادة» واعيد القول «ببات الكتلة» في شكل جديد وتحديد معنى «حفظ الطاقة»

### نموذج المادة

في القرن التاسع عشر، افتتح علماء الكيمياء والطبيعة بان ما تصوروه اصحاب الكيمياء القديمة، من تحويل عنصر الى آخر، فعل مستحيل. فلما اكتشف الراديوم، وانحلال ذراته وتحويلها بعد تمام اشعاعها الى رصاص، دبّت الحياة في ذلك التصور القديم. والواقع ان الحلم باستخراج الذهب من الزئبق لم يتم. اما العلماء الذين يسبحون عن الحقيقة اكثر من مجتمهم عن الذهب، فقد كشفوا عن حقائق كثيرة ذات بال، فانه على اثر مباحث رذرفورد وموزلي وبور، صنع مثال لبناء «الذرة». ولا يتسع المقام هنا الا لبعض فواحيه. فرفرفورد تصور الذرة مبنية من نواة صغيرة ثقيلة فيها تستقر الكهربائية الايجابية، وتحيط بها دقائق من الكهربائية السالبة. ثم جاء بور وجعل هذه الدقائق السالبة في افلاك حول النواة (لنعود الى هذا الموضوع) وتلاه موزلي فأبدع وهو لا يزال في ميعة الشباب، ناموس الاعداد الذرية ومجها رتب العناصر من الايدروجين الى الاورانيوم ترتيباً مشابهاً لترتيبها في جدول مندليف الدوري، وانما جعلها ارقاماً، وكل رقم يمثل عنصراً— فالايديروجين (١) والاورانيوم (٩٢)— وكل رقم يمثل كذلك عند الشحنات الموجبة في النواة الفائضة عن الشحنات السالبة. كما يمثل عدد الالكترونات حول النواة في ذرة كل عنصر واليك المثل:

الايديروجين	الهليرم	الكروم	الزئبق	الوزن الذري
١	٤	٥٢	٢٠٠	الوزن الذري
١	٢	٢٤	٨٠	العدد الذري
١	٤	٥٢	٢٠٠	الموترات في النواة
١	٢	٢٤	٨٠	الشحنات الموجبة الفائضة في النواة
٠	٢	٢٨	١٢٠	الالكترونات في النواة
١	٢	٢٤	٨٠	الالكترونات حول النواة

اذ لا يخفى ان نواة الذرة مؤلفة من عدد من الالكترونات وعدد من البروتونات. ولكن عدد البروتونات اكبر فشحنة النواة اذاً موجبة فتعادلها الالكترونات السالبة التي خارج النواة وقد أثبت رذرفورد ان أشعة ألفا هي الأ ذرات هليوم مكهربة ( او هي ايونات هليوم ) وايون الهليوم هو ذرة هليوم فقدت الكترونيها الفذين حول نواتها ، فظلت نواة فيها اربعة بروتونات والكترونان واذاً فشحنها الكهربائية «موجبة مزدوجة». فاذا اطلقت ذرة دقيقة من دقائق ألفا ، فهذه الدقيقة يجب ان تكون قد انبثقت من النواة لان النواة هي المكان الوحيد في الذرة الذي فيه كهربائية موجبة. ويجب ان تلتصق من النواة اضعف مما كانت فيه. وهكذا تتحول الذرة من ذرة عنصر معين الى ذرة عنصر آخر. كذلك اذا انبثقت اشعة بيتا من ذرة ما تحولت تلك الذرة، لانه ثبت بالتجربة ان دقائق بيتا لا يمكن ان تنبعث الا من النواة وذلك بتترك النواة وفيها شحنة موجبة زائدة. وبوجه عام اذا اطلقت ذرة من ذرة عنصر كان الوزن الذري للعنصر الجديد اقل (٤) من العنصر الذي نشأ منه وكان عدده الذري اقل (٢) من الاول. واذا اطلقت ذرة بيتا كان الوزن الذري للعنصر الجديد مساوياً للعنصر الذي نشأ منه وأما عدده الذري فيزيد (١) عن الاول. فتحويل الزئبق الى ذهب مستحيل واما تحويل الذهب الى زئبق فيمكن — نظرياً على الاقل والراديوم يتحول فعلاً الى رصاص. فاذا كان اصل الراديوم من الثوريوم (عدده الذري ٩٠) انحل الى رصاص له وزن ذري معين. واذا كان اصله من الاكتينيريم (٩١) انحل الى رصاص كذلك ولكن الوزن الذري لهذا الرصاص يختلف عن الوزن الذري للرصاص الاول. واذا كان اصله من الاورانيوم (٩٢) انحل الى رصاص من صنف ثالث ذي وزن ذري يختلف عن الاثنين السابقين. ولكنها كلها رصاص وتحتوي على ٨٢ شحنة ايجابية في نواتها. وانما عند البروتونات في النواة الواحدة من الرصاص الاول ١٣٤ وفي الثاني ١٣٦ وفي الثالث ١٣٨ ، اي ان الاوزان الذرية في الاصناف الثلاثة مختلفة ولكن الخواص الكيميائية واحدة. هذه الاصناف المختلفة من الرصاص تعرف بالنظائر (Isotópos) وكلمة ايسوتوب مؤلفة من لفظين يونانيين معناها مكان واحد) فهي على اختلاف اوزانها الذرية تشغل محلاً واحداً في جدول العناصر والاستاذ استن الانكليزي هو ابو «النظائر». وقد أبان ان فرض بروت ، الذي مضى عليه اكثر من مائة سنة ، جدير بالعناية والاحترام. فبروت يقول بأن الاوزان الذرية في كل العناصر يجب ان تكون اعداداً صحيحة. وهذا يفسح على كثير من العناصر، ولا يمكن تعليقه بالاتفاق او الارجحية. وانما يعلله استن بأن طائفة من ذرات الكلور التي وزنها الذري ٣٥ تكون في الاحوال العادية مختلطة بطائفة من ذرات الكلور ايضاً التي وزنها الذري ٣٦ فيخرج وزن الكلور الذري ٣٥٫٤٦ر٣٥ ولما كان علماء الكيمياء يتناولون عدداً كبيراً من جزيئات الكلور وذراته في اثناء التجارب التي يجرونها لتحديد الوزن الذري ، فالوزن الذري يخرج دائماً ٣٥٫٤٦ر٣٥