المقتطف

مجلة علمية صناعية زراعية

الجزء الرابع من المجلد الثالث والثمانين

١ نوفمبر سنة ١٩٣٣ — ١٣ رجب سنة ١٣٥٢

معقل الذرة

العلم يعرف الحملة لفتح عنوة

ما هي العناصر التي تدخل في بناء الذرة (Atom) ؟ وكيف تنتظم في هذا البناء ؟ وما هي القوى التي تربط بينها ؟ وما هو مقدار الطاقة في الذرة وأين موقعهُ منها ؟ انها اسئلة خطيرة في نظر من يهمه النفوذ الى اسرار الكون المادي ، وعلماء الطبيعة في انكلترا والمانيا وفرنسا واميركا وغيرها ، مكبّون على البحث يحاولون الاجابة عنها

الذرة في نظرهم كالمعقل المنيع ، وهم جنود الجيش المهاجم وقواده ، يبغون ان يفتتحوه عنوة . حملوا على القلاع الخارجية (الالكترونات) فحطموها وثبتوا اقدامهم في ميدانها . وها هم اليوم يجمعون مدافعهم الضخمة ، وقذائفهم الفتاكة للحملة على قلب الحصن (النواة) حيث تستقرُّ الكنوز التي يبحثون عنها . لقد اطلقوا قذائفهم فأحدثوا ثغرات في الجدار . ولكنهم لا يزالون عن الاستنجاد بمدافع جديدة ووسائل متكررة للحرب . وليس في امكان احد ان يعيّن اليوم الذي يظفر فيه الجيش ، ويدخل الحصن عنوة . ولكن سواء اطالت الحرب عشر سنوات او مائة سنة فلا بدَّ ان يمضي الجيش في حصاره حتى يحرز النصر . فالعلم لا يحسب حساباً للنفقة ، ولا يحجم عن بذل اي ثمن في سبيل الفوز

من نحو ٢٥٠٠ سنة عرض طاليس ، اول عالم حقيقي انجبته بلاد اليونان ، لحل اللغز الذي يدور حول بناء الكون المادي ، وقد مضى عليه مائة جيل الآن ، واللغز لا يزال لغزاً

ظنَّ ديمقريطس واتباعه انهم وجدوا الحل المطلوب . قالوا ان كل شيء في الكون المادي

مبنيٌّ من جواهر فردة . فقالوا «حقًّا هناك جواهر فردة وفراغ» فالجبال والبحار والاشجار والناس ، بل والحياة نفسها ، مبنيةٌ ، في رأيهم من جواهر وفراغ . ولكن سقراط وافلاطون تحيها لم يسلّما بجواهرهم . فقالوا ان التسليم بها يجرّد الانسان من « شخصيته » وينسف الاسس التي يقوم عليها احب النفس . هناك في اثينا قامت المعركة الاولى بين العلم والدين . فانتصر ابيقوروس ولقريطوس للجوهريين . ولكن افلاطون جاء بالنصر . فأسدل ستار النسيان على القول بالجواهر الفردة حتى عهد الاحياء . ومع ان نظرياتنا الذرية الحديثة قائمة على اركان ارسخ من الاركان التي قام عليها مذهب ديموقريطس ومريدوه ، فلا ريب في ان اصول نظرياتنا ترتدُّ اليه ، محمولة على اجنحة الرواية والتدوين خلال العصور

طريقة الغرفة الغائمة

اذا ذهبت في نزهة خلوية واثرت في مضرب على صفح جبل او سلسلة من الجبال استرعت نظرك ظاهرة طبيعية عجيبة . ذلك ان الهواء الدافىء على السهول يبرد اذا ارتفع ، فيشبع بالرطوبة فيتقلص البخار على دقائق الهباء المنثور في الهواء فتتكوّن الغيوم

والراجح ان الاستاذ ولسن (C. T. R.) الانكليزي كان يشاهد مثل هذه الظاهرة في بلاده اسكتلندا ، اذ خطر له استنباط وسيلة علمية قائمة على مبدإ تكوّن الغيم ليستعملها في مباحث الطبيعة الجديدة . فأخذ اسطوانة من الزجاج ليستطيع ان يرى ما يجري داخلها . ووضع فيها هواء ثم ضغطه وتركه مضغوطاً حتى تشبع بالرطوبة من ماء مجاور ثم رفع الضغط فتمدد الهواء فبرد في اثناء تمدده . فتكونت غيمة في داخل الاسطوانة

ذلك انهُ في اثناء تكوّن الغيمة في الطبيعة لا بدَّ للبخار المائي في الهواء من ان يتقلّص على دقائق الغبار او الهباء في الهواء . فاذا سقط المطر ، سقطت قطيرات الماء مع الدقائق التي تكوّنت عليها ، ورأيت الهواء بعد المطر صافياً كل الصفاء . ولكن متى سقطت دقائق الغبار فعلى ماذا ينقلّص البخار ؟ اننا نجد في الهواء دائماً قطعاً من ذرات وجزيئات تعرف بالايونات تحدثها اشعة منطلقة من مواد مشعة او من مصادر اخرى . كذلك اختار المستر ولسن ان يضع في اسطوانته دقيقة من الراديوم في احد طرفي الاسطوانة ليرى اي نوع من الغيوم يتكون فيها . فوجد خطوطاً بيضاً تشعُّ من المكان الذي فيه دقيقة الراديوم . ذلك ان الاشعة المنطلقة من الراديوم تمزق ذرات العناصر الهوائية فتترك في مسارها ايونات يتقلص عليها البخار الذي في الهواء . فكل خط ابيض شاعٌّ من دقيقة الراديوم هو في الواقع غيمة

واذاً فلا مشاحة في ان ذريرات ما تنطلق من دقيقة الراديوم فتمزق ذرات العناصر الهوائية ، فما هي هذه الذريرات ؟

اذا صوّرنا ما هو حادث داخل الانبوب استطعنا ان نتبيّنه . فالصورة رقم ١ في اللوحة الاولى تمثل جدران الاسطوانة (الخطين المنحنيين) ودقيقة الراديوم تشيع منها الخطوط البيض ، وهذه الخطوط كما ذكرنا هي غيوم وفي الواقع سلسلة من قطرات الماء المتقلص على الايونات التي تركتها مقذوفات الراديوم في طريقها

فما هي هذه المقذوفات المنطلقة من دقيقة الراديوم ؟ لندعها دقائق الفا حتى لا يكون الاسم دليلاً على اية صفة من صفاتها لاننا لا نعلم عن صفاتها شيئاً ما . فاذا نظرت ايها القارىء الى الصورة رقم ٢ في اللوحة الاولى وجدت الخطوط البيض نفسها وهي اجلى لنا منها في الصورة السابقة . وكلٌّ منها يمثل مسار دقيقة من دقائق الفا . وقد كان اللورد رذرفورد (السر ارنست رذرفورد سابقاً) اول من جمع كمية من هذه الدقائق لكي يدرس خواصها . فاخذ « النيتون » وهو غاز مشعّ اقوى من الراديوم نحو مائة الف مرّة . وحفظ مقداراً من هذا الغاز في انبوب زجاجي ، رقيق الجدران ، بحيث تخترقها دقائق الفا . وبعد بضعة ايام ، اخذ الغاز المتجمع خارج الانبوب ، في انبوب آخر يحيط به ، فلما امرّ فيه شرارة كهربائية رأى بآلة الحلّ الطيفي (السبكترسكوب) طيفاً كالطيف الخاص بغاز الهليوم

الهليوم ودقائق الفا

اذاً هذه الدقائق — دقائق الفا — المنطلقة من الراديوم او النيتون هي ذرات الهليوم

وقارىء المقتطف يذكر هذا الغاز وكيف كشف في الشمس قبل كشفه على الارض . لاحظهُ اولاً السر نورمن لكيرَ في طيف الشمس ، وظلّ مجهولاً على الارض الى ان دقّق راليه ورمزي الانكليزيان في دراسة كثافة التروجين الهوائي فوجداها تختلف عن كثافة التروجين المحضّر في المعمل . فبحثا عن سبب الفرق وقادهما بحثهما الى العثور على خمسة غازات في الهواء كانت مجهولة من قبل ، احدها غاز الهليوم . هذه الغازات هي غازات الارغون الذي تملأ به المصابيح الكهربائية ليزيد تألقها ، وغاز النيون المستعمل في اعداد الاعلانات الكهربائية الحمرا ، وغاز الهليوم الذي تملأ به اكياس البلونات لخفته وعدم قابليته للالتهاب ، وغازان آخران هما الكربتون والزينون ولهما شأن كبير في التجارب العلمية

وفي امكان الباحث ان يحصي عدد هذه الدقائق . فقد تحصى الخطوط البيض لان كلّ خطّ انما هو مسار دقيقة منها . وقد تحصى بطريقة كهربائية دقيقة اذ تحمّل كل دقيقة على تدوين أثرها على فلم متحرك . والصورة الثالثة في اللوحة الاولى تبين ذلك . فكل تعريج في الخطين المصورين هناك يمثل دقيقة اثر واحدة من دقائق الفا

ولنفترض الآن اننا احصينا كل دقائق الفا التي اخترقت جدار الانبوب المحتوي على غاز

النيتون الذي استعمله رذرفورد . فما هو عددها ? انّنا اذا اخذنا انبوباً زجاجيّاً بحجم الحمصة وملأناه هليوماً (الهليوم ودقائق الفا سواء او هباشيءٌ واحد) كان عدد الذرّات في الانبوب ١٢ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ذرة

ولكي ندرك معنى هذا الرقم الضخم دعنا نرسم لك صورة اخرى . لقد فاه يوليوس قيصر نفسه الاخير منذ نحو الفي سنة . فذرات الهواء وجزيئاته التي زفرها يوليوس قيصر في اخرى زفراته تبددت في الجوّ وانتشرت مع الرياح والاعاصير والزوابع في اربعة اقطار المعمور . والامر الذي نرتاب فيه ان منها دقائق في هذه الغرفة التي نكتب فيها هذا المقال . ولكن علماء الاحتمال الرياضي يقولون ، انّنا اذ نستنشق الهواء ، نستنشق ما لا يقل عن ست دقائق منها كلّما تنفّسنا

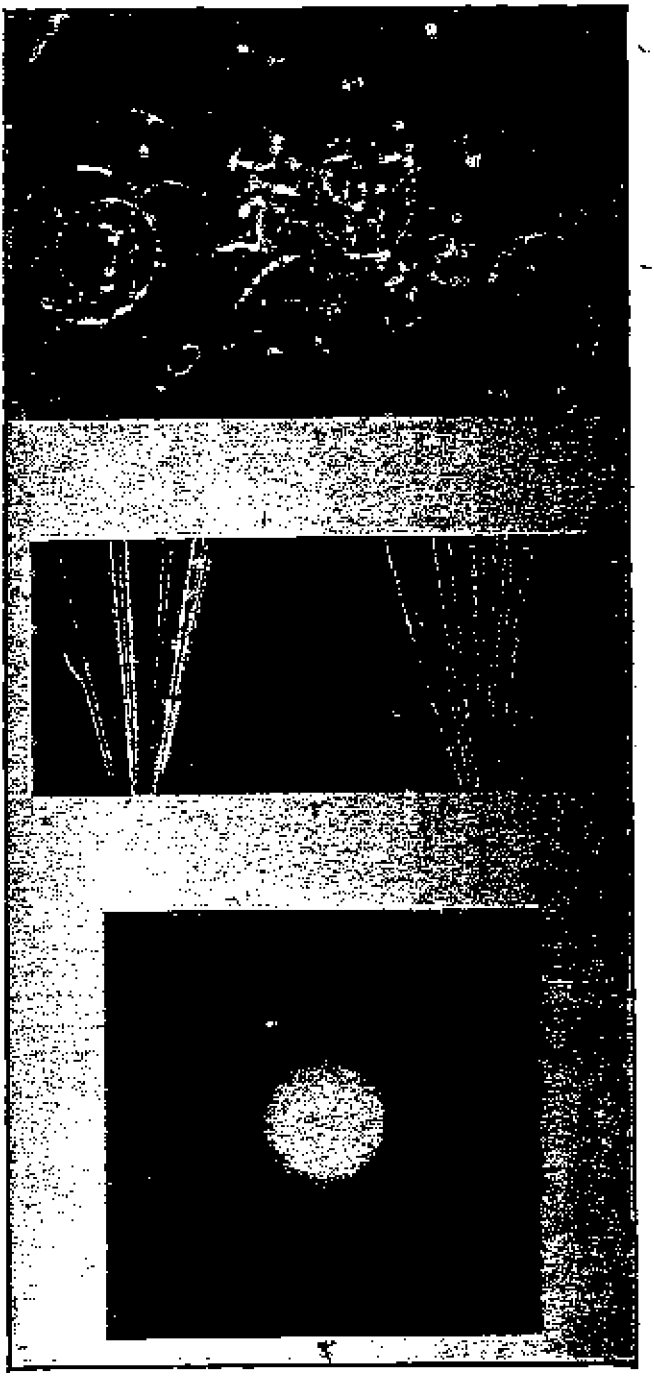
ويروى عن لورد كلفن ، العالم الطبيعي المشهور ، انهُ بعد ما القى خطبة في الذرّات والجزيئات وقف احد تلاميذه وقال «ما رأيك يا استاذ في بناء الذرّة » فقال كلفن متهكماً : « بناء الذرّة؟ الا تعلم ان اللفظ الذرّة اي « Atom » من اصل يوناني معناه « لا ينقسم » فكيف يكون لها بناء» فيردُّ العالم المصري متهكماً على كلفن « هذا الضلال نتيجة معرفة كلفن للغة اليونانية » فهل للذرة اقسامٌ ?

الالكترون

انظر الى الصورة الرابعة من اللوحة الأُولى ، ترى في اسفلها مساراً متمعجاً ضئيلاً من النور ، فيبدو لك ان سبب هذا الخط قد يكون دقيقة اصغر من الدقيقة التي احدثت الخط المستعرض في اعلى الصورة . فاذا دعونا الدقيقة الثانية دقيقة الفا — كما فعلنا — فلندعُ الأُولى دقيقة بيتا ، ولنحاول ان نعرف ما هي

في الصورة الخامسة من اللوحة الاولى يرى القارىء طائفة كبيرة من دقائق بيتا انطلقت من جزيئات الهواء بوقوع الاشعة السينية عليها

اننا نعلم ان كل عنصر لهُ ذرّات خاصة به . فذرات الحديد تختلف عن ذرات الاكسجين وذرات هذين العنصرين تختلف عن ذرات الكربون او الايدروجين او الزرنيخ او الذهب . ولكن دقائق بيتا التي ترى صورها (في ص ٥ لوحة ١) متماثلة سواء أكانت منطلقة من ذرات الأكسجين او من ذرات الحديد او من ذرات الزئبق . ولو ان الاشعة السينية وجّهت الى بيض مقلوٍ او ساعة من البلاتين لاطارت من ذرّاتها دقائق بيتا وكانت الدقائق في الحالين متماثلة . واذاً فدقائق بيتا تدخل في بناء كل اصناف المادة . وهي اقرب الى سرّ البناء المادي من الذرّات



معقل الدرّة — اللوحة الثانية

مقتطف نوفمبر ١٩٣٣ — أمام الصفحة ٣٨١

ولكن ما هي دقائق بيتا هذه؟ انها تحمل شحنة كهربائية . انظر الصورة الأولى في اللوحة الثانية تر مساراتها مستديرة ولولبية ، وذلك بفعل مغناطيس قرّب من الآلة التي ولدت فيها . ولو لم تكن حاملة لشحنة كهربائية لما فعل المغناطيس بها هذا الفعل

وقد قضى الأستاذ ملكن بضع سنوات يحاول ان يقيس الشحنة الكهربائية التي تحملها كل دقيقة من هذه الدقائق (راجع وصف التجربة في مقتطف يناير سنة ١٩٣٢ الصفحة ٦) فوجد ان شحنات كل الدقائق متساوية . وان الشحنة على الدقيقة الواحدة تعدل الشحنة التي يحملها ايون الايدروجين اذ ينحلّ الماء الى ايدروجين واكسجين بامرار تيار كهربائي فيه . ولما كانت دقيقة بيتا تحمل هذه الشحنة الكهربائية التي لا تتجزأ على ما نعلم دعيت الكترونا، فاشتهرت به ، وقد ترجمهُ المقتطف « كهرباً » ونحن الآن نستعمل اللفظين متبادلين

وقد وزن الالكترون فوجد ان وزنهُ صغيرٌ جدًّا ، فاذا قيس بوزن ذرة الايدروجين وهي اخف الذرات المادية المعروفة ، كانت نسبة الواحد الى الآخر كنسبة ١ : ١٨٤٥ واذاً فالجزء الذي جزرناه بان دقيقة بيتا هي اصغر من دقيقة الفا ، مطابق للواقع

والحقيقة ان الالكترون هو احد الاجزاء التي تدخل في بناء الذرة . بل ان العلماء يستطيعون ان يحصوا عدد الالكترونات التي تحيط بقلب كل ذرة ، فذرة الايدروجين لها الكترون واحد وذرة « الهليوم » لها الكترونان والليثيوم ثلاثة الكترونات والاكسجين ثمانية والحديد ستة وعشرون والاورانيوم اثقل العناصر وزناً اثنان وتسعون الكتروناً

النواة والبروتون

ولكن قصة الالكترون ليست الا نصف قصة الذرة . فالالكترونات انما هي دقائق الكهربائية السالبة . على ان كهربائية الذرة متعادلة ، فلا هي سالبة ولا هي موجبة بل السالب فيها يعدّل الموجب . واذاً فيجب ان يكون فيها دقائق كهربائية موجبة تعدّل دقائق الكهربائية السالبة — اي الالكترونات . وقد اثبت رذرفورد واستن Aston في جامعة كمبردج ، ودمستر في جامعة شيكاغو وغيرهم ، ان الكهربائية الموجبة مركّزة في نواة صغيرة جدًّا في قلب الذرة . وان النواة مع صغر حجمها فيها كل وزن الذرة تقريباً

ثم ان تجارب استن ودمستر اثبتت ان وزن النواة ، في ذرات عناصر مختلفة ، كعناصر الاكسجين والنتروجين والصوديوم وغيرها ، انما هي اضعاف كاملة من وزن نواة الايدروجين . وهذا حملهم على الاعتقاد بأن الشحنة الكهربائية التي على نواة كل ذرة انما هي مضاعف تام للشحنة التي تحملها نواة ذرة الايدروجين

وقد حاول الباحثون محاولات مختلفة لسبع عنصر ما من عنصر آخر ، اي لتحويل

العناصر بعضها لبعض . والواقع ان هذه المشكلة هي مشكلة الكيماويين الاقدمين الذين حاولوا صنع الذهب من الرصاص . وكان اول من نجح في هذا التحويل رذرفورد ولكنهُ لم يصنع الذهب من الرصاص وانما استخرج الايدروجين من النتروجين ومن الالومنيوم ومن غيرها من العناصر

وقد استعملت دقائق الفا في اطلاقها على نوى الذرات من العناصر المختلفة ، فكان يخرج منها دقائق تماثل الالكترونات في تشابهها . وكانت كلها مثل نواة ذرة الايدروجين فعرف انها من اللبنات الاساسية في بناء المادة . ودعيت بالبروتونات

فمن الالكترونات والبروتونات تبنى العناصر الاثنان والتسعون

بناء الذرة

كان بطليموس يعلم ان في السماء شمساً وقمراً وارضاً وسيارات . ولكنهُ لم يكن يعرف ماهو النظام الشمسي فلما اثبت كوبرنيكوس وغاليليو ان هناك شمساً تدور حولها السيارات في افلاك محدودة ، احسَّ الناس بأنهم اصبحوا يعرفون شيئاً عن عالمهم . ونحن كذلك ، قد كشفنا الالكترونات والبروتونات التي منها تبنى الذرات . ولكننا لا نعلمُ بحقيقة الذرة الاَّ اذا عرفنا كيف تنتظم الالكترونات والبروتونات في بناء الذرات . ولعلَّ افعل الوسائل للالمام بأمر هي مشاهدته . فاذا كان كساعة اليد ، كانت المشاهدة ميسورة . وأما اذا كان كخلايا النسيج العضلي وجب ان ننظر اليهِ بالمكرسكوب . ولكن من الاجسام ما لا يرى بالمكرسكوب . فنستعمل طريقة التصوير بالاشعة التي فوق البنفسجي ، وهي اقصر امواجاً من اشعة الضوء . كذلك تظهر الجراثيم المعروفة بباشلس الحمى التيفودية . ولكن الذرات اصغر من كل هؤلاء . فلا المكرسكوب يظهرها ولا التصوير بالاشعة التي فوق البنفسجي

بيد ان الاشعة السينية (اكس) قصيرة الامواج جداً . فموجتها اقصر نحو عشرة آلاف مرة من موجة الضوء . فاذا استعملت في مكرسكوب امكن ان نرى الذرات بها [1] ولكننا لا نستطيع ان نصنع عدسات تكسر اشعة اكس لقصرها ، ولا عيوننا حساسة بها . حتى اذا انعكست عن جسم دقيق لم نستطع ان نراهُ بها . وعلى ذلك يبدو لنا كأننا لن نتمكن من رؤية الذرات على الاطلاق

ولكن العلماء كشفوا عن طرق تمكنهم من الحصول على الحقائق التي يبغونها — كأنهم شاهدوا الذرات مشاهدة العين

---

(١) لرؤية جسم ما يجب ان تنكسر عن سطحه امواج الضوء . فاذا كان اصغر منها لم تنكسر عنه ولم تمكن رؤيته . ولذلك كلما صغر الجسم المراد رؤيته استعنت امواج قصيرة

قال الاستاذ كمطن (١) انهُ كان يقضي عطلة الصيف في شمال ولاية مشيغن ، فلاحظ في ذات ليلة هالة شعشاء حول القمر . وبعد نصف ساعة لاحظ ان الهالة قد صغرت . وبعد نصف ساعة اخرى سقط المطر . وتعليل ذلك ان اشعة القمر تكسرت على قطيرات الماء التي في الفضاء ، وكانت قد بدأت تتحول الى غيمة . فقطر الهالة يتوقف على اقطار القطيرات. فاذا كانت القطيرات صغيرة كانت الهالة كبيرة . واذا كانت القطيرات كبيرة كانت الهالة صغيرة . لذلك لما بدأت الهالة تصغر ، عرف الاستاذ كمطن ان القطيرات آخذة في الكبر ، وان المطر لا بدّ ساقط بعد قليل . وقد أيد الواقع ظنه

فطريقة العلماء في درس الذرات شبيهة بالطريقة المستعملة لمعرفة حجوم قطيرات الماء في غيمة من الغيوم . فبدل القمر يستعمل انبوب الاشعة السينية . وبدل قطيرات الماء في الغيمة تستعمل ذرات عناصر الهواء او ذرات الهليوم . لان النسبة بين موجة الاشعة السينية وحجم ذرة الهليوم ، كالنسبة بين موجة الضوء وحجم القطيرات في الغيمة . فاذا وقعت الاشعة السينية على ذرة الهليوم فرقتها فتتكون هالة حولها كما تفعل قطيرة الماء بأشعة القمر . فالهالة حول ذرة الهليوم تماثل الهالة حول القمر . فاذا قسنا قطر الهالة ، امكن ان يستنتج قطيرات الماء ، او قطر ذرات الهليوم

في الصورة الثالثة من اللوحة الثانية صورة تمثل شكل الذرة كما نرى اذا شوهدت بمكرسكوب تستعمل فيهِ الاشعة السينية . والصورة مبنية على المعلومات التي جمعها العلماء من درس الذرة الهالة . وهي لا شك مكبرة كثيراً — نحو الف مليون مرة . وعلى هذا القياس تصبح حبة الحمص ككرة الارض

ففي قلب هذه الكرة الشعشاء نواة الذرة ، المحتوية على البروتونات . والجوّ الاشعث حولها سببهُ الكترونات . وذرة الهليوم لها الكترونان . فيقول القارىء عجباً ، كيف يمكن ان يولد الكترونان دقيقان جداً هذا الجوّ الاشعث حول هذه الكرة . والواقع انك اذا اخذت مشعالاً بيدك وادرتهُ رأى الواقف امامك هالة تامة من النور . والالكترونات تدور حول النواة دوراناً سريعاً فنحن لا نستطيع ان نرى الالكترونات بحد ذاتها ، او نعيّن مواقعها ، حتى ولو تمكنا من مشاهدة الذرة

وقد ذهب العلماء نحو ٥٧ مذهباً في شكل الذرة وطريقة بنائها . فلورد كلفن حسبها شبيهة بحلقة من الدخان . والسر جوزف طمسن بكرة من الهلام . ورذرفورد بالنظام الشمسي وحدّد بور وسترفلد بالحساب الرياضي افلاك الالكترونات حول النواة . واعترض لوس ولنغمور

(١) الكتاب السنوي للمعهد الستصوني سنة ١٩٣١ صفحة ٢٩٣ وهذه المقالة ملخصة بتصرف قليل عن محاضرة له في الكتاب

الاميركيان على ذلك فقالا ان الذرة بناء مكعّب . وقال لند Lande بل انها جسم له اربعة سطوح مثلثة Tetrahedron وقال شرويدنغر انها جوّ اشعث من الكهربائية حول نواة مركزية وقال هيزنبرج بل جوّها الكترونات تسير آتاً هنا وآتاً هناك من دون ضابط

كل نظرية من هذه النظريات لقيت من التأييد بقدر ما علّلته من خواص الذرّات الطبيعية والكيمائية والطيفية . وكل نظرية لاحقة كانت تفوق النظرية السابقة ، لانها كانت تعلّل كل ما تعلّلهُ سابقتها وعلاوة على ذلك تعلّل ظواهر جديدة لم تعلّلها النظرية السابقة. وقد تكون شديدي التفاؤل اذا قلنا ان احدث هذه النظريات — نظرية هيزنبرج — هي النظرية النهائية ولكنها على كل حال تجمع ما نراه بعيون الاشعة السينية كما بسطناه

فهل يعني ما تقدم اننا حللنا مشكلة بناء الذرّة ؟ كلاّ . اننا لا نعلم الاّ شيئاً عامّاً عن الجوّ الكهربائي الذي يحيط بنواتها

اما النواة فما هو بناؤها ؟

وقد يقول القارىء ولماذا نقيمون وزناً كبيراً للنواة الصغيرة ؟ والجواب على ذلك ان دقائق الفا تنطلق من نواة ذرّة الراديوم . فهل خطر لك ان طاقة هذه الدقائق عظيمة جدّاً ؟ ان طاقتها تفوق مليون مرة الطاقة التي تنطلق من انفجار جزيء من المادة المفرقعة المعروفة بـ (T. N. T.) ونحن لا نحس بهذه الطاقة العظيمة ، لأن الدقائق تنطلق من النواة ، واحدة بعد أخرى ، بل ان حرارة النجوم ، والطاقة العظيمة التي تطلقها ، يسندها العلماء الى هذه الطاقة المخزونة في نوى الذرات

فهل يستطيع الانسان ان يطلق الطاقة من مخازن النوى ؟ ليس الحكم الآن بالأمر الميسور وإنما نعلم ان هناك طاقة عظيمة وان الادلة تشير الى انطلاقها في الشمس والنجوم ، في أحوال خاصة من الحرارة والضغط ، قد لا نستطيع تحقيقها على سطح الارض . وعلى كل حال ان العمل الواقع على كواهل علماء الطبيعة هو ان يكشفوا لنا هل في الامكان استعمال هذه الطاقة ، وكيف يمكن ذلك . فاذا شاء علماء الطبيعة ان يعرفوا الأحوال التي يمكن فيها ، اطلاق الطاقة من نوى الذرات وجب ان يزيدوا علماً ببناء النوى نفسها لان الطاقة مخزونة فيها

***

لقد اسفرت المعارك الاولى حول معقل الذرة عن تحطيم الحصون الخارجية . فالعلماء يعرفون الآن على وجه من الدقة ما تهمهم معرفتهُ من الجوّ الالكتروني الذي يحيط بالذرة ، وبنائه وخواصه . وقد تمكنوا من معرفة شيء يسير جدّاً عن النواة . ولكن حصنها ما يزال منيعاً واحظم عنوة ، هو غرض الحملة التي ينظمها علماء الطبيعة في أنحاء العالم