الارشاد الاجتماعي

— ٤ —

وعلى أي أساس يجب أن يقوم ؟

الدراسة السيكولوجية

الحياة الاجتماعية في هذا العصر الجياش بنظمه ومذاهبه ، المليء بنقائصه وكمالاته ، الفياض بمستحدثات علومه وفنونه ومعارفه ، مثلها مثل الكائن الحي سواء بسواء ، فهذه الحياة « تتجسم » في صورة تركيبية حية ، معقدة الوظائف مشعبة الأعضاء والأحواء ، وترتسم لهذه الصورة ملامح وسمات تحدد درجتها أو وضعها في سلم الترقي الاجتماعي العام

ثم إن لهذه الحياة الاجتماعية — الى جانب ذلك كله بالطبيعة والضرورة — وجداناً اجتماعياً مرهفاً ينفعل بالدوافع والمؤثرات على غرار ما ينفعل وجدان الأفراد الذين يتألف من مجموعة « وجداناتهم » وجدان الجموع ، وتتشكل بتلاقي عقلياتهم ، في كل ما يهمهم ويثير « انفعالاتهم » من موضوعات الحياة ، كل ما يمكن أن يندرج تحت مدلول هذا التعبير العام ، أو قل هذا الاصطلاح العلمي المعروف ، وأعني به نفسية الجموع (١)

فالانفعال الشعوري المباشر وغير المباشر ، لكل حدث يؤثر بطبيعته في « ضمير » الجماعة أو « وجداناتها » ، ويمتزج بوعيها ، أو يحدث رواسب معينة في قرارة عقلها الباطن ، أمر يكاد يجري مجرى البداهة التي نلمسها في أسباب أو عوامل « ردود الفعل » التي يبديها المجتمع ، كوحدة حية شاعرة ، عند تفاعل « نفسيته » بأحداث العالم الخارجي ومؤثراته المتلاحقة .

وتتوقف على مدى هذا الانفعال وعلى درجة تأثيره أو عمقه في نفسية الجماعة شتى النتائج الاجتماعية ، من خلقية وسياسية واقتصادية ، كما تتقاس بمقياسه قيمة التجارب التي تمر بها الجماعة في خلال الأطوار الارتقائية ومراحل الانتقال المتعاقبة التي تتناوبها بين حين وآخر .

(1) La Psychologie des foules

وكل ارتقاء أدبي ومادي في أية ناحية من نواحي الحياة عند جماعة إنسانية ما ، بل كل إحساس يظهر من مظاهر الضعف في ناحية معينة عندها هو في حقيقة أمره خبرة شعورية تمر بها الجماعة، فتتكشف لها عن طريقها نواحي النقص التي تتخلل نظامها الاجتماعي من ناحية ، كما تتجلى بها « مركبات » الكمال والاستواء التي يمكن للجماعة أن تعالج بها هذا النقص من ناحية أخرى .

ومن ثم فإن شتى الأهداف والغايات الاجتماعية والسياسية والاقتصادية ، لأي مجتمع من المجتمعات الآخذة بنصيب كبير أو ضئيل من الرقي والتحضر ، وأعني بها تلك التي تهيأ لها هذا الانفعال الوجداني أو الشعوري إلى حدّ كافٍ لأن يُحدث آثاره المرجوّة في محيط حياتها — أقول إن كل هذه الأهداف والغايات هي في حقيقة أمرها بمثابة رد الفعل الطبيعي لكل انفعال شعوري تنفعل به نفسية الجموع ، على تفاوت في العمق والدرجة ، وتباين في مستويات الأهلية والاستعداد للتنبه والاستجابة .

ولقد كتب كبار الفلاسفة والأخلاقيين ولفيفٌ من جلة علماء الاجتماع والنفس ، في العقود الخمسة الأخيرة من أمثال لوبون وبرجسون وبرتول وموسكا ووليام جيمس وديوي وليفي برول ودوركايم وفرويد وأدلر وأضرابهم ، بحوثهم المبتكرة وشروحهم الضافية التي سجلوا فيها خلاصة تجاربهم الفذة وعرضوا على الأذهان دقائق مشاهداتهم واستنتاجاتهم الرائعة في سقيقة التفاعل المستمر بين الفرد والحياة الاجتماعية من ناحية ، وبين روح الجموع وروح الحضارات من ناحية أخرى ، بما لسنا في حاجة الى التعرض له هنا ، ما دمنا نسلم بجانب يُذكر من حقائقه التي تجلت للعيان في ميدان التجربة الملموسة واستُخدمت بنجاح في كثير من الأغراض العملية في الحياة ، بل وفي توجيه السياسات الاجتماعية والاقتصادية توجيهاً صائباً في كبريات دول الغرب التي أصبحت بحقّ مثلاً يُحتذى في هذه المجالات .

ويكاد ينعقد إجماع علماء الاجتماع اليوم على أن كل مشكلة من مشكلات المجتمع الحديث بل كل مشروع حيوي من مشروعات الاصلاح الكبرى التي تعرض لمستوى حياته بالتبديل والتغيير ، إنما ينطوي كلٌّ منهما على عنصر نفسي « Element Psychologique » مندغم في

فكرته الاساسية أو منظوره في حدته المعروضة على بساط البحث والتحليل . فلو أن كل مجتمع وفق إلى استنباط هذا العنصر النفسي ، واستطاع ان يُسلم بحقيقة تأثيره في اتجاهات الحياة وتياراتها ، لأمكن تقعيد نهضته على دعائم ثابتة ، ولأمكن أيضاً تهيئة المجال الممهد أمام عوامل التطوّر والاستحالة كي تُحدث على الدوام أثرها فيه، ثم لامكن أيضاً أن يظفر بحلول صائبة لكثير من مشكلاته التي قد تبدو عند النظرة الأولى أشد ما تكون استعصاء على العلاج والتدبير !

وأحسبني لست في حاجة إلى أن أفيض في تعداد الخدمات الكبيرة التي تؤديها « العيادات » السيكولوجية ، أو المختبرات النفسية ، لجموع الطلبة في المعاهد والجامعات ، ولكثير من أبناء الطبقة العاملة في المصانع والشركات [1] ، كما أنني لست في حاجة إلى اظهار أو إبراز مدى النتائج الرائعة التي وصلت إليها المؤسسات الاجتماعية الكبرى المعنية بأهم نواحي النشاط العقلي الرياضي والمالي اتصالاً بحياة الجماعة ، وأعمقها تأثيراً في كيانها ومصيرها بفضل استفادتها من حقائق علم النفس التجريبي الذي يعد فتحاً من فتوحات العلم الكبرى في هذا العصر .

ويمكن أن نوجز فنقول إن « السيكولوجيا » الحديثة قد أصبحت اليوم رائد الحياة العصرية في جملتها وتفصيلها ، ولا يجمل بأي مجتمع يستشعر دبيب الوعي واليقظة يسري في كيانه ، وبخاصة مجتمعاتنا الشرقية المتطلعة إلى إنبعاث جديد في شتى مرافق الحياة ، أن يُغفل أمرها أو يهوّن من شأنها عند ما يرسم لمرافقه ولامكانياته ، بل ولمستقبله المأمول ، الاتجاهات والمذاهب أو يضع المناهج ويُقعّد القواعد للانشاء والتجديد والاصلاح .

إذا عرفنا هذه الحقيقة أمكننا أن نقول إنه إذا تجلت السيكولوجيا في شيء من الاشياء فلن تكون أقوى أو أروع تجلياً منها في فن « الدعاية » الحديث . فالدعاية اليوم في شتى النواحي التي تُستغل اليوم فيها ، تنهض أول ما تنهض على عناصر سيكولوجية بحتة ، وتستند الى حقائق علم النفس التجريبي كي تُحدث أثرها المطلوب في اجتذاب أذهان الناس وحفز إحساساتهم ومشاعرهم المناصرة لفكرة أو مذهب أو عقيدة ، بل وفي استهواء

(١) وتتجلى في أروع صورة لها في الولايات المتحدة الامريكية .

وجدانهم الجماعي إزاء موضوعات ومشروعات معينة مستحبة بشتى ما يمكن في طرقها من أساليب حسية ومعنوية فذّة ، وذرائع تربوية أو تهذيبية جديدة مبتكرة .

ولعلّ الارشاد الاجتماعي أولى الموضوعات الاجتماعية الحية بالعناية بأمر كل ما يتصل بعلم النفس الجماعي والتجريبي ، وأشدها حاجة الى استعانته فيما هو بسبيله من إعداد العقلية الاجتماعية المستنيرة التي تكون عوناً للمصلح الاجتماعي والمشرّع الوطني في إقالة هذا المجتمع من عثرات أدوائه ومحنه .

ودعاية الارشاد الاجتماعي التي يجب أن تقوم ، الى جانب الدراسة الاجتماعية المقارنة ، على دعامة الدراسة السيكولوجية الدقيقة هي من إبراز الحقائق مجرّدة من كل مبالغة ، في قالب تراح إليه النفوس عامة وتتقبله قبولاً حسناً ، ثم نشر هذه الحقائق وإذاعتها بمختلف الأساليب والوسائل الهيّنة المحبّبة ، التي تتنكب طريق الاكراه والإمتحان والعسف ، ليستفيد أكبر عدد ممكن من الناس الذين يعنيهم الأمر ، حتى يدركوا الحقائق معروضة على هذا النحو الخالي من كل ما يُشتم منه تنفير النفوس والأذهان منها ، فيعطفوا عليها ويشجعوها ويؤازروها أو على الأقل لا يقفوا في سبيلها أو يحولوا دون نشر الفوائد التي تُرجى من النهوض بها ووضعها موضع التنفيذ لخير الجماعة ونفعها .

وإذا ساغ لنا أن نقول إن الطبيعة الانسانية واحدة في جوهرها وفي أصولها الغريزية ، وان هذه الطبائع الانسانية على اختلاف منابتها وبيئاتها تكاد تتجانس في كثير من الميول والأهواء والمنازع ، إلاّ أن لكل مجتمع مع ذلك ، ما يمكن أن نسميه بالذاتية النفسية التي تكاد تقصر عليه وحده ، كما أن لكل مجتمع سماته وملامحه الشعورية ، بل قل خصائصه « الوجدانية » التي يستطيع أن يشارك أفراده ، بسبيل شتى ، في مشاركات عقلية ووجدانية متجانسة أو متقاربة في المنشأ والنزعة والغاية ، ومن هنا ينشأ بينهم ما اعتدنا على تسميته بوحدة الأماني القومية المتبادلة التي تربط بينهم برابطة قوية من المشاعر الاجتماعية الواحدة والاحساس الاجتماعي المتلف الذي لا تعوزه ملكة الشعور المرهف ولا قدرة الحدس الصائب بهويات النفوس ، في مختلف مناشئها الاجتماعية وصور معايشها ، لا يعجزه البتة أن يلبي مطالب هذه النفوس وأن يعبر عن مكنون وفائها وخوالجها ، وان ينمو عن الآمال

والأماني الحبيسة في صدورها وعن المعاني والخواطر الراسبة في قرارة عقلها الباطن .

وهنا يكون المجال مجال دراسة ودراية وتخصص وعلم صحيح ، لا مجال ادعاء أو اجتراء أو انتساب كاذب إلى صفوف الاخصائيين من المجربين الممكنين .

إنه مجال اختيار سليم لبرامج الارشاد ، اختيار مبني على أحدث وأصدق قواعد علم النفس ، بعد تدعيمه من ناحية الدراسة الاجتماعية المقارنة ، إذ أن علم النفس هو الذي يجب أن يلعب دوره الأكبر في شتى مراحل التنفيذ والتطبيق ، فالدراسة من جانبيها الاجتماعي ، والنفسي ، لن تتمخض من بعد إلا عن أسلوب من أساليب « الدعاية » ، وليست الدعاية في حقيقتها ، كفن وعلم معاً ، إلا تجارب شعورية ونفسية محضة ، مفرغة في صور حسية وعقلية مبسطة ولكنها صورة لا ينقصها الاستواء والصدق ، صدق الشعور بحوثيات الحياة التي يحاول الاخصائي الاجتماعي أن يعرض لها بنشاطه ويعمل في أدوائها مبضع اصلاحه ، واستواء الملكة التصويرية النافذة الى حقيقة « نفسيات » الأفراد بوصفهم وحدات النشاط الاجتماعي العاملة الى نفسيات مجموعاتهم بوصفها طبقات إجتماعية لها حقوقها ومطالبها بل ومواقفها الخاصة إزاء كل ما يندرج تحتما نسميه اليوم بالخدمة الاجتماعية Social Work في شتى ميادين الاصلاح . وهنا يتوقف اتساع ميدان الخدمة الاجتماعية في مصر ، سواء في ذلك حضرها وريفها ، على مدى شعورنا النفسي الشديد بحاجتنا ، كشعب حي أو كمجتمع متحرك له وضعه إزاء التيارات العالمية التي تتلاقى جميعاً في محيطه وتؤثر بالتالي فيه ، الى مواجهة تجارب الاصلاح الاجتماعي الواسعة وخوض غمار المعارك « النفسية » الكبرى لتهيئة السواد الأعظم من هذا الشعب لفهم رسالة الاصلاح بصورة ملموسة بصفة خاصة ـ لادراك كل فرد من أفراد طبقاته الدنيا ـ وعندئذ يتبين لنا أن جهود الاصلاح الاجتماعي جميعها ، حكومية كانت أم أهلية ، القائم منها وما هو في دور التنفيذ ، لا تزال في حاجة الى أن تظهر واضحة مشروحة للشعب ، متجاوبة مع أمانيه وآماله ، ممتزجة بشعوره ووجدانه حتى يستطيع أن يفهمها وأن يدرك الغرض منها ، وأن يفيد بعد ذلك من تحقيقها ، بل وان يلح من تلقاء نفسه في المطالبة بتحقيقها ، والسبيل الى هذا كله هو اتقان وسائل وأساليب الدعاية الاجتماعية النفسية التي يمكن أن تتحقق عن طريقها وحدها كل هذه الأهداف .

وأدوات وعناصر هذه الدعاية ، التي تتوافر لها قيمها التعبيرية ومؤثراتها النفسية معاً ، كثيرة متعددة في هذا العصر الذي زخرنا حقاً بمستحدثات علومه وفنونه المتلاحقة ويسر لنا كثيراً من مهام الخدمة الاجتماعية وأساليبها ، وأفسح لنا على مر الأيام من مجالات التطبيق العملي في شتى ميادينها وحقول تجاربها .

على أن أبرزها جميعاً ، وأهمها نفعاً ، وأعمقها تأثيراً وأثراً هو ما تستعين به اليوم الهيئات الحكومية والأهلية المعنية بهذه الخدمات في سبيل بث دعاياتها وإحكام أساليبها وخططها وإن كان استعمال هذه الهيئات لأدوات الدعاية والارشاد الاجتماعي مازال استعمالا ينقصه كثير من السداد والتوفيق وتعوزه نسبة كبيرة من الدراية ، مما يعطل من تحقيق جانب كبير من النتائج المقصودة عليها ، ويكاد يوحي لذوي النظرة السطحية بإفلاس هذه الأدوات وعقمها ، أو قصور الكثير منها وعجزه عن أداء الغرض المطلوب منه !

والحق أن عملية تنبيه الأذهان وإعداد النفوس ، على اختلاف مستوياتها الثقافية وتباين مشاربها ومنازعها ، لتقبل النظم الجديدة والاصلاحات الكبيرة التي تهدف إليها رسالة وزارة الشؤون الاجتماعية ، عن طريق وسائل الارشاد ، ليست من الأمور الهينة أو المطالب الميسورة ، بل هي مسألة دراية وخبرة ، كما ذكرنا ، قبل أن تكون مسألة همة وحماسة سرعان ما يتبددا عند الصدمة الأولى ، كما أنها مسألة زمن ووقت ، لا موضوعاً من تلك الموضوعات التي يلعب فيها الارتجال والطفرة دوراً ملحوظاً !

والعامل الأول في هذا كله مدارة شخصية المتطوع لخدمة الاجتماعية ، أو هذا الذي يصطلح الآن على تسميته بالإخصائي الاجتماعي ، إذ أن على نزعة شخصيته وكفاية ملكاته العقلية وصفاته النفسية يتوقف نجاح جانب كبير من أهداف السياسة الإرشادية عامة ، كما يتوقف عليها دائماً سلامة الأسس التي تستند إليها الكيفية التي تستخدمها أدوات الارشاد الاجتماعي وطرائقه المختلفة .

ومن أولى الشرائط التي نص خبراء هذا الفن على وجوب توافرها في كل متطوع للتخصص في أعمال الخدمة الاجتماعية ما يمكن إجماله في الشروط الخمسة الآتية : —

(١) أن يكون عنده الوقت الكافي للقيام بأعمال الخدمة الاجتماعية

(٢) أن يكون ذا ثقة بنفسه وبقوة شخصيته ليستطيع أداء رسالته .

(٣) أن يسير في طريقه بثقة وباتئاد ولا يكون مندفعاً متقد الحماسة ، فلا يلبث أن يهدأ وتفتر حماسته .

(٤) أن يقوم عمله على أساس علمي وتفسي ، مسترشداً بالخبراء المختصين في شؤون الخدمة الاجتماعية في جانبيها الاجتماعي والسيكولوجي

(٥) أن ينظر إلى التطوّع ، ومن باب أولى إلى التخصص ، كأمر جدّي يتطلب شيئاً كثيراً من الاهتمام والنشاط غير العادي .

وهنا تتجلى لنا قيمة العناية بالدراسات السيكولوجية الاجتماعية في التوفر على فهم نفسية الشعب ، وبخاصة نفسية أفراد الطبقات المحتاجة إلى هضم فكرة الإصلاح أكثر من غيرها ، كما تتجلى لنا قيمة الإعداد السيكولوجي ، التجريبي والعملي ، للإخصائي الاجتماعي بصفة خاصة ، وللتطوّع للخدمة الاجتماعية بصفة عامة ، وحينئذٍ نفهم وجه الضرورة من مطالبتنا بتزويد مدارس الخدمة الاجتماعية بدراسات وافية في هذه الناحية التي لا تزال جديدة على المجتمع المصري وعلى ثقافته الاجتماعية العلمية .

كما أرى أن تزوّد إدارة البحوث الفنية والتشريعية ، أو بالحري إدارة الدعاية والارشاد الاجتماعي في وزارة الشؤون الاجتماعية بمكتب فني خاص يعكف على مثل هذه الدراسات ، على أن تكون أبعد ما تكون عن التجريد النظري البحت أو الجفاف العلمي المبالغ فيه ، إذ المقصود منها هو تزويد دعاة الارشاد الاجتماعي من موظفي الوزارة ، وكذلك سائر إخصائيي المراكز الاجتماعية ، بحقائق عملية لها قيمتها في إيفاء الخدمة الاجتماعية والارشاد الاجتماعي حقهما من الاهتمام والعناية والاداء السليم فضلاً عما يقوم به أعضاء هذا المكتب واخصائيوه من عمل تجارب فنية متعددة لدراسة الطبائع والخصائص والاستعدادات النفسية لبيئات الطبقات الريفية والعمالية ، وسائر أفراد الطبقة الدنيا من عامة الشعب المنكوبين بعلل الفقر والمرض والجهل .

وتكملة لهذا الموضوع سأتكلم في مقالي القادم عن أهمية إعداد وسائل الارشاد الاجتماعي من إذاعة لاسلكية ومسارح شعبية وسينما ثقافية متنقلة ومجلة تخصص للموضوعات والبحوث الاجتماعية وللدعاية وإشراف على الموالد والمهرجانات الخ . . . على أن يكون إعداداً متلائماً مع مزاج الشعب المصري ونفسيته الخاصة ، كي يؤدي الارشاد الاجتماعي وظائفه ويحقق أهدافه ومقاصده .

كمال أنربن حمدي

(تتبعها صلة) رئيس الارشاد الاجتماعي بوزارة الشؤون الاجتماعية

كتلة الذرة هي في هذه النواة . والالكترون (الكهيرب) يتحرك دائراً في جوّ الذرة على بُعد سحيق من نواتها (بالنسبة الى أحجام النواة والكهارب) . الكهيربات أي الالكترونات تدور في أفلاك حول النواة بقوة جاذبية في جوّ النواة تسمى Electrostatic ما هي ؟ الله أعلم

٣ — ألفا ، بيتا ، جا

إذا أمررت أشعة الراديوم بين قطبين مغنطيسيين ترى أن بعض هذه الأشعة تنكسر فتميل الى القطب السلبي . ولما كانت الأقطاب المتخالفة تتجاذب والمتماثلة تتدافع إذن فانحراف الشعاعة الى القطب السلبي يدل على أنها إيجابية الشحنة وإنها صادرة من نواة الذرة لأن النواة تحتوي على ذريرات (بروتونات) إيجابية تسمى كهارب . وهي نوى الهيليوم الذي ينطلق من الراديوم في إثناء تشععه . فسموها « أشعة ألفا » (حرف ألف باليونانية) ورأوا بعضها تميل الى قطب المغنطيس الايجابي . فهي إذن ذريرات مشحونة شحنة كهربائية سلبية . فسموها أشعة بيتا (وهي حرف ب باليونانية) هي ذريرات الالكترونات (الكهيربات) السريعة . وبعضها لا تميل الى هنا ولا الى هناك . إذن لا شحنة فيها . فسموها أشعة جمّا (حرف ج باليونانية) وهي تشععات كهرطيسية كالأشعة السينية . (أشعة رنتجن) .

ومن هذه الثلاث أشعة جمّا وحدها تسمى في الراجح تشععات Radiations أو Rays وهي تفعل فعل الذريرات لقصر موجاتها (كأن كل موجة ذريرة) فذريرة جمّا أو شعاعة جمّا تسمى « فوتون » وهو « المقدار » كوانتم Quantum الذي قال به بلانك .

وعلى العموم ذريرات جمّا أي أشعتها أشد نفاذاً في الأوساط او الأجسام من أشعة « الفا » و « بيتا » . ومع أن هاتين أقل نفاذاً فلهما طاقة قوية جداً بالنسبة الى الحجم الذري ألوف أضعاف الطاقة الذرية التي في جزيئات الغاز وفي التفاعلات الكيميية .

وقد أظهر رذرفورد أن ذريرات أشعة « الفا » الصادرة من الراديوم اذا صدمت صفحة معدنية من معظمها الصفحة كما تمر البراغش شبكة معدنية . ومرت بعضها مائلة في زاوية منفرجة الأمر الذي يدل على أنها صدمت في طريقها جسيمات أثقل منها أي أثقل من

ذريرات « ألفا » نفسها . فمن هذه العملية ومن عمليات أخرى استنتج رذرفورد أن الذرة تؤلف من الكترونات ظهر بعدئذ أنها تدور حول نواة صغيرة جداً ولكنها ثقيلة جداً بالنسبة الى الالكترون ، ١٨٤٠ مرة . ومن هذه الامتحانات ظهر أن الالكترونات سالبة الشحنة الكهربائية وان الشحنة الموجبة مركزة في النواة (انظر نبذة ٤ من فصل ٧) .

ومن ثم صاغ رذرفورد تلميذ طومسن ومعه لورنتز نظرية الالكترون . ولكنها كانت نظرية ناقصة لم تتوضح فيها قيمة الالكترونات وعددها بالنسبة لقيمة النواة ، الى أن جاء أحد تلامذة رذرفورد الفتى النابغة موزلي H. G. T. Mosely المأسوف عليه [1]

وكان في سنة ١٩١٣ أن موزلي اكتشف اكتشافه العظيم الشأن وهو ما يأتي :

كان موزلي اذا قذف أي عنصر كيماوي برشاش من الكترونات الراديوم (بيتا) مثلاً أو من قطب الكهرباء السالب Cathode صدرت منه أشعة عينية (أكس) فكان يقيس أمواجها ويدونها بواسطة المطياف (سبكتروسكوب) أي أنه أتى على جميع العناصر تقريباً بهذه العملية . ولاحظ أن بين أوزانها تناسباً تصاعدياً مع أوزانها . ورأى أن الجذر المربع لطول موجة الهيليوم مضاعف الجذر المربع لطول موجة الهيدروجين . وهي تأتي ذوقها في جدول الوزن الذري . والجذر المربع لطول موجة الليثيوم ثلاثة أضعاف الهيدروجين . وهو أثقل من الهيليوم . وجذر البريليوم (٤) أضعاف . والبوروون (٥) والكربون (٦) وهكذا دواليك الى الأورانيوم وجذر طول موجته (٩٢) . رأى أن هذه النسبة التصاعدية متشابهة مع الوزن التصاعدي في جدول الأوزان الذي أعماه مندليف الكيماوي الروسي المشهور منذ سنة ١٨٦٩ من غير تعادل بين الوزن الذري والرقم الذري التصاعدي كما يرى لأول نظرة في الجدول المذكور في آخر الكتاب .

هذا ما حققه موزلي عملياً بقياس الموجات . وكان اكتشافه هذا العظيم الشأن معبداً

---

(١) كان موزلي جندياً في الحرب العالمية الاولى ، وقد قضى نحبه في الخندق في ميدان غليبولي في حملة الدردنيل في ١٠ اغسطس سنة ١٩١٥ . واعتبرت أعظم خسارة عالمية . لانه لو بقي حياً لانتج في العلم ... الله أعلم ماذا . ألا يا ليت لمن جنده أو لمن لم يجنه من خطر الحرب بوظيفة كتابية في الجيش ينفع فيها أكثر من الجندي المقاتل . ولكن هكذا شاءت حماقة رجال الحرب .

الطريق الى نظرية بنية الذرة ، ومؤيداً الجدول الذي رتب النابغة منديليف فيه العناصر بحسب خواصها الكيماوية فجاء مطابقاً له كل المطابقة .

وأهم من هذا وهذا أن فندن بروك الهولندي استخرج من عملية موزلي بالعمليات الرياضية نظرية شحنة النواة . وهي أن رقم كل عنصر كما استخرجه موزلي دلّ على قيمة الشحنة الايجابية في نواة الذرّة . أي أن الشحنة في نواة الهيدروجين واحد وفي نواة الهليوم (٢) وفي الليثيوم (٣) الخ . ومن ثمّ كان عدد الالكترونات مطابقاً لعدد الشحنات في النواة . وبهذا تكون الذرّة كلها متعادلة لأن كل الكترون يقابله بروتون في النواة .

يظهر مما تقدم أن اكتشاف موزلي كشف عن خواص كثيرة في باطن الذرّة ووسع دائرة البحث في علائق الالكترونات بالنواة . فأولاً أظهر كيف تُوزَّع الالكترونات في جوّ الذرّة حول النواة . وثانياً كيف تكون بنية النواة نفسها . فأوزان العناصر غير متفقة مع أرقام شحناتها . فبينما نرى وزن الهيدروجين واحداً وشحنته الايجابية أو السلبية واحداً نرى وزن الهليوم (٤) وشحنته (٢) ووزن الليثيوم (٧) وشحنته (٣) الى أن نصل الى اليورانيوم فنرى وزنه ٢٣٨ م وشحنته ٩٢ أي أن الأوزان غير مناسبة للشحنات .

ثالثاً ، وهو متفرّع من (ثانياً) هل كل وحدة سلبية (الكترون) في الذرة تقابل وحدة ايجابية فيها حقيقةً ؟ يعني هل النواة مؤلفة من ذريرات ذات شحنات ايجابية أو كلها ذريرة واحدة ذات شحنات متعددة ايجابية ؟ سنرى فيما بعد شرح هذه الأسئلة .

٤ — مناطق الالكترونات

في سنة ١٩١٦ تقدّم كيماويان اميركيان هما ج . ف : ليويس Lewis وآرفن لانجمور Langmuir بنظرية تقول بأن الكهيربات مرتبة حول النواة في أفلاك بعضها وراء بعض كأنها في أغلفة كروية يشتمل بعضها بعضاً كطبقات البصلة . تصور هذه الطبقات وهمية تسبح في كل طبقة منها كهيربات (الكترونات) تدور في أفلاك حول النواة كدوران الكواكب السيارة حول الشمس .

النواة في مركز هذه الطبقات الأوسط . تصورها في قلب كرة وهمية . وفي محيط هذه

الكرة الأولى يدور كهيرب الهيدروجين أو كهيربا الهليوم . ثم حول هذه الكرة كرة ثانية تدور في سطحها من ١ الى ٨ كهيربات لثمانية عناصر من الليثيوم إلى النيون . ثم تحيط بهذه كرة ثالثة تسير فيها ٨ كهيربات لعناصر أخرى . ثم كرة رابعة لثمانية عشر كهيرباً . ثم كرة خامسة لثمانية عشرة كهيرباً . ثم كرة سادسة لـ ٣٢ كهيرباً . ثم سابعة تحتمل ٣٢ أيضاً ولكن ليس فيها إلا ٦ كهيربات منها كهيربات الأورانيوم . وتجموعها هكذا.

أول منطقة تحتمل من كهيرب واحد الى	٢	«	«	«	«	«	«	«	٢
	٣	«	«	«	«	«	«	«	٨
	٤	«	«	«	«	«	«	«	١٨
	٥	«	«	«	«	«	«	«	١٨
	٦	«	«	«	«	«	«	«	٣٢
	٧	«	«	«	«	«	«	«	فيها ٦ فقط

٢٦ كهيرباً غير موجودة في السابعة وتحتمل ٣٢ المجموع ٩٢

بقي ان نعلم موقع كل كهيرب في منطقته . فقد تصوره ذانك العالمان في كل زاوية من شكل هندسي وهو المكعب فله ٨ زوايا وزواياه في سطح كروي . بهذه النظرية قد يمكن ان تُفسَّر أمور كثيرة — ومنها : أولاً تكرار الخواص الكيماوية الدورية التي نبهت منديليف الى ترتيب العناصر في جدوله . فترى مثلاً ثلاثة عناصر متشابهة في خواصها الكيميية كل التشابه وهي ليثيوم وصوديوم وبوتاسيوم لأن لكل منها كهيرباً واحداً في منطقته الخارجية. فالليثيوم مثلاً له في المنطقة الأولى كهيربان . وفي الثانية كهيرب واحد . والصوديوم ٢ في الأولى و ٨ في الثانية وواحد فقط في الثالثة الأخيرة . والبوتاسيوم ٢ في الأولى و ٨ في كل من الثانية والثالثة وواحد في الرابعة الأخيرة . فترى ان في كل منطقة أخيرة من مناطق هذه العناصر كهيرب واحد فقط . وسنرى فيما يلي ان الالفة الكيميية تتوقف على المنطقة الأخيرة لكل عنصر. أما المناطق التي ضمن الأخيرة لا شأن لها في الائتلاف الكيماوي .

د — الالفة الكيمية

ثانياً : بهذه النظرية تتعلل الالفة الكيمية . فالعنصر الذي تنقص منطقته الخارجية عدداً من الكهيربات يستعيضها من اتحاده بعنصر آخر في منطقته الخارجية وهو العدد الذي يتقص ذاك . مثال ذلك ترى في منطقة الصوديوم الخارجية كهيرباً واحداً فقط وفي منطقة الكلورين الخارجية ٧ فاذا اتحدا (في كلوريد الصوديوم) اندمجت منطقة ذاك بمنطقة هذا فأصبحت المنطقتان منطقة واحدة ذات (٨) كهيربات يشترك فيها العنصران .

كذلك الكربون (٦) كهيربات (٢) في المنطقة الاولى و (٤) في الثانية والاوكسجين (٨) منها (٢) في الاولى و (٦) في الثانية ينقصه (٢) فيهما . فاذا انضم الى ذرة الكربون ذرتا اوكسجين كان النقص في الاثنتين معاً (٤) وهي ما ينقص الكربون . فاذا اتحدت الذرات الثلاث اشتركت الثلاث في منطقة أخيرة ذات (٨) كهيربات . وكان لنا غاز الجامض الكربوني .

يظهر مما تقدم أن الذرة تأخذ كهيربات أو تعطي كهيربات بحسب ما عندها منها في المنطقة السطحية الأخيرة . ففي حالة الصوديوم والكلورين مثلاً الاول في منطقته الأخيرة كهيرب واحد والكلورين (٧) . فهذه المنطقة أقوى من تلك . فهذه تأخذ وتلك تعطي الواحد الأعزل الذي عندها . ومعنى ذلك بعبارة أخرى أنه اذا كانت المنطقة الأخيرة قليلة الكهيربات تتركها لأختها . وإذا كانت كثيرتها وينقصها بعض تأخذ ما قلّ عند تلك . وفي «من كان له يعطى ويزاد ومن ليس له يؤخذ منه ما معه» .

هذه هي الألفة الكيماوية وبها تتعلل جميع المركبات الكيماوية . هي نظرية حسنة ولكنها لا تتفق مع نظرية التموجات الشعاعية التي لا بد لها من تحرك الكهيربات أو دورانها في أفلاكها كما ذهب اليه لورنتز .

والدكتور نيل بوهر الدانمركي Niel Bohr تلميذ روذرفورد أنشأ نظرية لبناء الذرة يمكن أن تتفسر بها الموجات الشعاعية . وهذه النظرية تقتضي توزيع الكهيربات في منطقات مناطق كما قال الأستاذ ليويس ، ولكن ليس في زوايا مربعات كما قالا بل في أفلاك تدور فيها الكهيربات في سطوح كروية بعضها أفلاك صغيرة وبعضها في أفلاك كبيرة أي

بيضية الشكل كثيراً أو قليلاً . ترى كل ذرة كأنها نظام شمسي نواتها تقوم مقام الشمس والكهيرات سياراتها . وسطوح الأفلاك مائلة بعضها على بعض أكثر من ميلان سطوح الأفلاك الشمسية .

٦ — أعمال أفلاك الالكترونات

الأطياف المنشورية Spectrum تنشأ من اضطراب أفلاك الالكترونات[1] الخارجية . وأشعة أكس تنشأ من اضطراب الالكترونات التي حول النواة . وخواص الذرة الكيماوية قائمة في الكتروناتها الخارجية كما سبق القول . وتركب المركبات الكيميية ينتج من تغير ترتيب الالكترونات الخارجية في الذرات .

وبناء عليه إذا ظهرت الطاقة في الاحتراق أي التأكسد Oxidation أو الانفجار أو في اية عملية كيماوية تظهر على حساب هذه الترتيبات الالكترونية ولا تأثير للتفاعلات الكيماوية في قوى الذرات . اي ان نواة الذرة لا تتأثر بالتفاعلات الكيميية لان هذه مقتصرة على تلك الكهيرات الخارجي فقط .

(١) نستعمل اجازة اللفظ الانجليزي الكترون بدل الكهيرب والبروتون بدل الكهيربائي الثاوي، متذكراً الاسم اليوناني الاصيل مع الاسم الغربي

المترجم

الفصل الثاني

بنية نواة الذرة

انتهينا من تشريح بعض الذرة أي الطبقات الكهربية التي حول النواة والكهيربات التي تدور فيها . نأتي الآن الى قلب الذرة نفسها أي نواتها . والنواة أهم عنصر في الذرة كما سترى .

١ — البروتون والنيوترون

كان روذرفورد أول من غزا النواة فيما كان يدرس أشعة الراديوم ففيما كان ينطلق من الراديوم أشعة (ألفا) المذرات بعض العناصر بدا له ان في النواة سحبة أو مبدأ إيجابي الشحنة . فسمى الذرة الايجابية بروتوناً ونحن نترجمها كهربا . وثبت له ان شحنة البروتون تساوي بالقيمة شحنة الالكترون . ففي نواة الهيدروجين شحنة إيجابية مقابل شحنة الالكترون السلبية التي في فلكها . فذرة الهيدروجين أبسط الذرات وأخفها . وأما ذرات العناصر الأخرى التي تحتوي على عدد من الالكترونات في أفلاكها ، ففي نواتها بروتونات إيجابية مساوية لها في الشحنة . كل الكترون يقابله بروتون في النواة . وهكذا تبقى الذرة متعادلة . فاذا نقصت الكتروناً لسبب ما صارت إيجابية الشحنة . أو اذا نقصت بروتوناً صارت سلبية الشحنة . وكلما ارتقينا في سلم العناصر وجدت النوى البروتونية وأفلاكها الكهربية أكثر تعقيداً .

وقد ظهر لمشرّحي الذرة ان وزن البروتون ١٨٤٠ مرة تقريباً كوزن الالكترون . فكأن وزن الذرة انما هو في نواتها ولا قيمة لوزن الكتروناتها . والذي أدهش علماء الطبيعة ان حجم البروتون الثقيل ثلث حجم الالكترون الخفيف الذي لا يكاد يكون ذا وزن . ذلك متكاثف

جداً وهذا متلطف جداً . فكأن هذا كرة من غاز خفيف جداً لقاء كرة من حديد .

على ان العقدة المهمة هي في عدم التناسب بين أوزان الذرات وشحناتها الكهربية . مثلاً للهيليوم شحنتان سلبيتان في كهربيه وشحنتان إيجابيتان في كهربيه (بروتونيه) . ولكن وزنه أربع مرات كوزن الهيدروجين (الذي هو وَحْدة الوزن للعناصر) فهل فيه ٤ بروتونات ؟ إذن لماذا فيه كهربان فقط . كذلك الليثيوم وزنه سبعة أي في نواته ٧ كهارب ولكن ليس في جوّه إلا ٣ كهربات . فكيف ذلك ؟

قالوا في أول تشريح الذرة ان كل كهرب ايجابي (بروتون) يجب أن يقابله كهرب سلبي وإلاّ انتفى التعادل في الذرة . وإنما بعض الكهربات في أفلاكها وبعضها مقيمة مع كهاربها في النواة . ففي حالة الهيليوم مثلاً كهربان في الفلك وكهربان في النواة مع كهربين . وفي حالة الليثيوم ٣ كهربات في الفلك و ٤ كهربات مع ٤ كهارب في النواة وهكذا . والكهرب الذي مع كهربه في النواة متعادل الشحنة . فاذاً في النواة (كهارب مع كهربات) متعادلة.

وإنما يعترض على هذه النظرية ان الكهرب اذا التقى بكهربه تنافيا واحدثا كتناقي الايجاب والسلب . ولكنهم تذاركوا هذا الاعتراض بأن الكهرب الذي لا كهرب له في الفلك يعتبر خالي الشحنة بتاتاً نسموه نيوتروناً Neutron أي متعادل . فما يزيد في وزن الذرة عن رقمها الذري يحسب نيوترونات . وأما وزنها كله فهو كل ما فيها من بروتونات ونيوترونات جميعاً .

مثال ذلك الكبريت وزنه ٣٢ ورقمه الذري ١٦ يعني في أفلاكه ١٦ كهرباً وفي نواته ١٦ كهرباً مقابلة لها . والباقي الزائد في النواة ١٦ نيوتروناً . والحديد وزنه ٥٦ منها ٢٦ بروتوناً و٣٠ نيوتروناً ومقابل البروتونات ٢٦ الكتروناً وهكذا دواليك .

بحسب طبيعة التنافي بين الايجاب والسلب لم يمكن قبول نظرية ان النيوترون هو بروتون في النواة معانق الكترونه ، لانهما في هذه الحالة يتنافيان وينفرط عقدها الى فوتونات (ضويئات) تذهب في الفضاء هباءً منثوراً . لذلك جنحوا أخيراً الى تسمية البروتون الذي لا شحنة فيه نيوتروناً (Neutron) خالي الكهربة .

٢ — النظائر

وللنيوترون فضائل كما سترى في سياق حديثنا وأولها تفسير لغز « النظائر » فما هي النظائر ؟

نرى في جدول العناصر عناصر كثيرة ليست أوزانها أعداداً صحيحة بل فيها كسور أي ليست أوزانها مضاعفات وزن الهيدروجين . خذ مثلاً الليثيوم وزنه ٦،٩٤ ، المغنيزيوم وزنه ٢٤،٣٢ ، الكلورين ٣٥،٤٥ حتى الهيدروجين نفسه كسري الوزن ١،٠٠٨

وتعليل هذا الاختلاف بحسب نظرية النيوترون أن النواة اذا زيد عليها نيوتروناً واحداً أو أكثر وبقي عدد الكتروناتها هو إياه ، يزداد وزنها واحداً ، ولكن يبقى تصرفها الكيماوي كما هو لا يتغير . يزداد وزنها ، ولكن شحنتها تبقى كما هي لا تتغير . مثال ذلك الهيدروجين الثقيل (ديوتريوم) يختلف عن الخفيف بأن في نواته نيوتروناً علاوة على بروتونه ولكنه ذو الكترون واحد كالخفيف . ولذلك يتشابهان كل التشابه بتصرفهما الكيماوي . فهما نظيران لعنصر واحد . فالمزيج منهما وزنه الذري ١+

كذلك المغنيزيوم بعض وزنه ٢٤ وبعضه ٢٥ بنسبة ٣٢ الى ٦٨ فهما نظيران والمزيج منهما بهذه النسبة وزنه ٢٤،٣٢ وسلوكهما الكيماوي واحد لأن عدد الكتروناتهما هو هو ، والفرق بينهما أن في الواحد نيوتروناً زيادة . في الواحد ١٢ وفي الآخر ١٣

من هذا القبيل الاورانيوم له ٣ نظائر بأوزان ٢٣٤ و ٢٣٥ و ٢٣٨ بنسبة ٠،٠٠٦ و ٠،٧ و ٩٩،٣ على التوالي . جميع هذه النظائر تسلك كيماوياً سلوكاً واحداً لأن لكل منها ٩٢ الكتروناً في أفلاكها على السواء . وسر الالفة الكيميية في الالكترونات الخارجية كما علمت آنفاً . وبسبب هذا التشابه الكيماوي سموها نظائر

اذا كانت ذرة ما كذرة الراديوم مثلاً تفتت ذرية « ألفا » التي كتلتها (أي وزنها) ٤ ورقمها الذري ٢ تصبح ذرة عنصر آخر تحت الراديوم (لا يزال مجهولاً) وهذه الذرة ناقصة عن الراديوم ٤ وزنات ورقمها الذري ناقص ٢ فاذا انبثق من النواة الأصلية ذرية « بيتا » (الكترون) وانضم الى الكتروناتها زاد الرقم الذري واحداً وبقي رقم الكتلة الذرية

كما هو . في مثل هذه التغيرات في الذرّة تصدر أشعة جمًا (فوتونات) . وهي التي تترجمها (ضويئات)

العناصر التي تنفث ذريرات وتتغير وتتفتت من تلقاء نفسها تعتبر غير راسخة البناء وتسمى « نشيطة الاشعاع » . والعناصر المختصة بهذه المزية أي نفث ذريرات « ألفاه وبيتاه » هي ذات الأرقام الذرية العالية وذات الكتل الثقيلة كالأورانيوم والاكتنوم والثوريوم والراديوم هي ذات النواة الكثيرة التعقيد . وندرت العناصر غيرها التي تنفث ذريرات وتشع

٣ — ارتباط ذريرات النواة

في الذرّة طاقان من الطاقة أو القوة تعمل بين هذه الذريرات . الأول طائم القوات الكهربائية المتدافعة بين الشحنات الإيجابية . والثاني قوات التجاذب القصير المدى بين جميع الذريرات .

هذه القوات المتجاذبة غير مفهومة ، أو أنها مفهومة بعض الفهم . ومن العبث البحث فيها إلاّ لمن يطمع بأن يكتشف أسراراً . يكفي أن نقول أن أفعال هذه القوات الجاذبة والدافعة مجتمعة بحيث أن اجتماع النيوترونات والبروتونات في النواة ثابت غير متقلقل (يعني لا تنافر بينها يفككها) . واذا كانت النيوترونات والبروتونات قليلة العدد تكون أكثر رسوخاً ، متى كانت أعدادها متساوية تقريباً . وأما في النوى الكبرى فنسبة النيوترونات اللازمة لثبوت النواة أكبر

وأخيراً نرى في نهاية جدول العناصر الدوري لمندليف الروسي عدد البروتونات يقارب التسعين (٩٢) وعدد النيوترونات يقارب المئة والخمسين فلا نرى نواة ثابتة تمام الثبات . بعض هذه النوى الثقيلة كالأورانيوم أو الاكتنوم أو الثوريوم ثابتة تقريباً بدليل طول حياتها ونواة الراديوم أكثر تقلقلاً

اذا تكوّنت نواة غير راسخة تكوناً صناعيًا بإضافة نيوترون أو بروتون زيادة على ما فيها تتحوّل الى نواة ثابتة . والمستغرب أن هذا التحول لا يحدث بحذف بروتون أو نيوترون بل بحذف بوزترون أو الكترون . (والبوزترون هو الكترون ، أو بوزن الالكترون . ولكنه إيجابي لا سلبي الشحنة كما سترى فيما يأتي بعد)

والظاهر أن البروتون في النواة يحوّل نفسه الى نيوترون بحذف بوزترون منه حامل شحنته . كما أن النيوترون يحوّل نفسه الى بروتون والكترون بضم نفسه إليهما بفعل طارىء عليه . وحينئذٍ في خلال هذا التحول تنقذف الذريرة الخفيفة المكهربة (المشحونة سلباً) .

وكأنه في هذه الحالة تنسلخ من البروتون ذريرة بقدر الألكترون، ولكن تأخذ معها شحنته الايجابية وهي البوزترون كما تقدم القول ، ويصبح البروتون نيوترونا . وفي الحالة الثانية يحدث العكس أي ينسلخ من النيوترون المتعادل ضلعه السالب أي الالكترون والباقي بروتون موجب . وهذا ما يقوي الظن بأن النيوترون كان في الأصل بروتوناً معانقاً الكترونه فتعادلا بلا شحنة .

وأول من لاحظ البوزترون الأستاذ اندرسون في المعهد التكنولوجي في كاليفورنيا . واكتشف أن كتلته بقدر كتلة الالكترون أي $\frac{1}{1840}$ من البروتون ولكن شحنته ايجابية . ولا أهمية له سوى أنه ذريرة منثرة من نواة أثناء الاشعاع الاصطناعي . ويقال انه لوحظ وجوده في الأشعة الكونية (انظر نبذة ٤ من الفصل الثالث)

الفصل الثالث

الابعاد والاحجام والمقادير

١ — رحاب أفلاك الذرة

قلنا سابقاً أن حول الذرة مناطق متتابعة يغلف بعضها بعضاً كطبقات البصلة مثلاً والكهيربات تدور في هذه المناطق. فلا بد أن يلوح للقارىء أن هذه المناطق متباعدة عن النواة وبعضها عن بعض. ويغلب في ظنه انها متباعدة أبعاداً متساوية أو نسبة حسابية. والحقيقة أنها متباعدة على نسبة هندسية مربعية أي انها ليست هكذا.

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧

بل هكذا ١ ٤ ٩ ١٦ ٢٥ ٣٦ ٤٩

أي أن المنطقة الثانية تبعد عن النواة ٤ أضعاف المنطقة الأولى. والثالثة ٩ أضعافها والرابعة ١٦ ضعفاً والخامسة ٢٥ والسادسة ٣٦. والسابعة ٤٩

ولعلّ هذا النظام من مقتضيات ناموس الجاذبية الذي تضعف بموجبه قوة الجسم كربع البعد عن المركز. ويقال أن هذا التفاوت المربعي يسبب اختلاف الطاقة في الكهارب، ويسبب أيضاً انتشار الكهارب من العناصر الثقيلة المشعة كالراديوم وزملائه.

٢ — الدوران

الدوران هو سجية خاصة في المادة من ذرياتها الى أجزائها. ويزعم بوهر وغيره أيضاً أن أفلاك الكهيربات (الالكترونات) غير تامة الاستدارة، بل هي اهليلجية كثيراً أو قليلاً حسب طوارىء الطاقات الواردة الى جو الذرة الكهربطيسي أو الصادرة عنه.

وقد يخطر هذا السؤال على البال: هل الكهارب في المنطقة الواحدة تدور متساوقة في دائرة واحدة كأنها دور في سلك؟ الغالب أنها تدور في أفلاك منقطعة ومائلة بعضها

على بعض [illegible] كلها سلبية متدافعة فلا تستطيع أن تتساوق بعضها وراء بعض في مدار واحد بل تتخذ [illegible] مدارات متقاطعة (١)

ويقرر أكثر علماء الذرة أن الكهيرب وهو دائر في فلكه يدور على نفسه أيضاً في اتجاه دورانه الفلكي كدوران الأرض على محورها وهي دائرة حول الشمس . ويقال إن النواة أيضاً تدور على نفسها في اتجاه دوران الكهيرمات الدائرة حولها كما تفعل الشمس فتدور على محورها في اتجاه دوران الكواكب . وجميع اجرام السماء تدور هكذا في اتجاه واحد وعلى محاورها في نفس الاتجاه . ويقال ان الكهارب (البروتونات) أيضاً تدور على محاورها في اتجاه دوران النواة حتى ان الفوتونات التي تنفرط من الذريرات تدور على محاورها بنفس الاتجاه . وجزيء السوائل يدور ويتحرك بسرعة ٥٠٠ متر في الثانية كما يقول السير جيمز – الدوران سنة في الطبيعة كالتجاذب .

٣ — أحجام الذرات وأوزانها

لا يخفى على القارىء ان الجزيء مهما كان كبيراً لا يمكن أن يرى بواسطة أقوى مجهر (ميكروسكوب) فكم بالحري الذرة والكهيرب والكهيرب والفوتون ؟ — لا يمكن أن يدركها بصر . أكبر جزيء كجزيء البروتايين مثلاً الذي يحتوي على أكثر من ٢٥٠٠ ذرة هو أصغر من أقصر موجة من موجات النور . ولتمثيل هذا الصغر نقول اذا كبرنا نقطة ماء إلى حجم الأرض كانت جزيئاتها كالبرتقالات .

الجزيئات تختلف حجماً كاختلافها في عدد ذراتها . وأصغر جزيء هو الجزيء المؤلف من ذرتين أو ثلاثة كجزيء الماء . وأكبر الجزيئات هي جزيئات الأحياء . وهي متفاوتة الأحجام كتفاوت عدد الذرات فيها . والذرات مختلفة الأحجام باختلاف عدد ذراتها فيها .

قطر جزيء الهيدروجين المركب من ذرتين ، وهو أصغر العناصر ، يساوي واحداً من ١٢٥ مليون من القيراط (القيراط ٣ سنتيمترات تقريباً) . وقطر جزيء النشا يقارب نحو واحد من خمسة ملايين من القيراط . وجسيم أدق المسحوقات يجب أن لا يقل عن مئة ضعف من جزيء النشا لكي يمكن أن يرى بأقوى مجهر (أنظر ٢ فصل أول)

---

(١) انظر آخر الفصل الثالث

حجم الذرة يتوقف على قدر ما فيها من الكهيربات الدائرة حول نواتها . يعني بحد الذرة المنطقة الأخيرة من مناطق كهيرباتها . وبناء عليه أصغر ذرة هي ذرة هيدروجين وأكبرها ذرة اورانيوم أو بلوتونيوم وبالطبع ذرة الاورانيوم أكثر تعقداً من سائر الذرات . وإنما الزيادة في الحجم لا تناسب زيادة التعقيد . والظاهر ان ازدياد الحجم في الذرات المعقدة تستوجب زيادة المشك في الذرة . فذرة الاورانيوم مرتان ونصف كحجم الهيدروجين مع ان فيها ٢٣٨ + ٩٢ ذرية . وقطر ذرة الهيدروجين واحد من ٢٥٠ مليون من القيراط . ومعنى هذا ان قطر ذرة الاورانيوم واحد من ١٠٠ مليون من القيراط .

وأصعب تقدير للحجم تقدير حجم الكهيرب (الكترون) . على ان الأستاذ مليكان الأميركي الحائز جائزة نوبل جزاء مباحثه في الطبيعيات واختباراته بمقدار الشحن الكهربائي في (الكهيرب) أمكنه ان يخمن ان حجم الكهيرب جزء من ١٠٠ الف جزء من حجم ذرة الهيدروجين فيكون قطره اذن جزء من ٢٥ ترليون من القيراط .

(راجع أول نبذة في الفصل الأول)

البروتون كما تقدم القول أصغر من الكهيرب حجماً ولكنه أثقل منه ١٨٤٠ مرة . على ان قطره جزء من ١٨٠٠ جزء من قطر الكهيرب

النيوترون يقارب حجم البروتون

الكهيرب ينقسم إلى عشرة آلاف فوتون وتترجمه « ضوئي » فكم يكون حجم الفوتون وكم قطره ؟

كتلة الهيدروجين تساوي ١٠٢٤ × ١٠٢٤ أي ضع أمام العدد ٢٣ صفراً . هذا من الجرام . أي مليون مليون مليون مليون ذرة هيدروجين تزن ١٠٢٦ جرام . وكتلة الكهيرب $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون (نواة الهيدروجين) فاحسب كم هي من الجرام . شحنة نواة الهيدروجين الكهربائية تساوي واحداً من ٤٠٧٧ × ١٠ عشر مرات من وحدة الالكتروستاتك وكذلك شحنة الكهيرب ، بيد إنها سلبية وشحنة النواة إيجابية .

علمنا أن الذرة وكواكبها تشغل حيزاً كما تشغل الشمس وسياراتها ، وان مساحة حيز الذرة بالنسبة الى كهيرباتها ١٠ آلاف مرة كمساحة حيز النظام الشمسي بالنسبة الى شمسه وكواكبها .

وبعبارة أخرى نسبة أبعاد الكهيربات من نواة الذرة الى أحجام النواة وكهيرباتها عشرة آلاف مرة كنسبة ابعاد السيارات عن شمسها الى أحجام الشمس وسياراتها .

قطرة محيط الذرة ١٠٠٠٠٠ مرة كقطر النواة بتأمل ما أوسع الفراغ .

على ان نسبة الفوتون أصغر أجزاء المادة الى الانسان كنسبة الانسان الى كرة الكون العظمى التي تشمل بلايين بلايين الاجرام، ولا يبرها النور بأقل من عشرة آلاف مليون سنة. الانسان وسط تقريباً بين أعظم عظائم الكون وأصغر صغائره . فما أعجب هذا الكون . تقول مع داود النبي « ما أعجب أعمالك يارب كلها بحكمة صنعت » . ترى هل أدرك داود هذه العظائم وهذه الصغائر ؟ لا . وإنما أدرك ان الكون عجيب فأراد أن يعبّر عن عظمة الله وقدرته بهذا التعجب الى أن قال « السموات تحدث بمجد الله والفلك يخبر بعمل يديه » وهذا أبلغ الشعر وأبدعه

* * *

هذه أحجام وحيّزات ومساحات وأوزان لا يتصورها العقل . ولولا الحسابات الرياضية لما أمكن التعبير عنها . تُفهم ولا تُتصور . فسبحان الخالق .

ج — الكهيرات التي تتألف منها الذرة

هذه هي الجسيمات التي تتألف منها الذرة : —

نواة تشتمل على كهارب (بروتونات) ونيوترونات موجبة بلا شحنة أو هي متعادلة ، وكهيرباتسالبة (الكترونات) . هي جسيمات جوهرية أساسية وفي السنين الأخيرة اكتشف العلماء جسيمات أخرى في الذرة عارضة ولكنها تلعب أدواراً ذات شأن في بنية الذرة . وهي :

١ — بوزترون وهو الكترون ايجابي لا سلبي لأنه بوزن الالكترون وبحجمه يظهر في الذرة حرًّا الى أن يلتقي بالكترون سلبي فيتنافيان . وينحلان الى فوتونات . وهو يشتق من البروتون نفسه ولهذا يحمل معه شحنته . ويصدر في اثناء شعاع الذرات أي ذراتها الشعاعي .

٢ — الميزون Meson وقد يكون ذرة إيجابيًّا كالبروتون وذرة سلبيًّا كالالكترون وكتلته بقدر ٢٠٠ مرة ككتلة الالكترون ، فاذا كان إيجابيًّا فهو شقيق من البروتون وأن

كان سلبيًّا فهو مجموعة الكترونات يظهر وقتيًّا في اثناء اشعاع الذرات ذات النشاط الاشعاعي كالراديوم واخوته، وفي اثناء تفاعل ذرة الاورانيوم المتسلسل كما سيأتي عند بيانه فيما بعد. ومدة وجوده بعض أجزاء المليون من الثانية ؟ وقد لوحظ بعلاقته مع رذاذ الأشعة الكونية. ولاسباب قوية يعتقد أنه يلعب أدواراً ذات شأن عند تفاعل النيوترون والبروتون في قلب النواة. ولعله من متولدات انفجار الكهارب والكهيربات عند التقاء الموجب والسالب

٣ — نيوترينو الذي لا بدَّ أنه يظهر في اثناء انقذاف أشعة الالكترونات. وهو متعادل أو لا شحنة فيه، وكتلته صغيرة بالنسبة الى البروتون

ان النواة تضم خليطاً من البروتونات والنيوترونات والالكترونات. ولكن هذه الجسيمات الزائدة هي من حاصلات ذوبان الذرة الناعة، أي انحلالها.

وحاصلات انشلاق الذرة كما سترى.

ولما اكتشف الهيدروجين الثقيل صنع منه الماء الثقيل ازداد في تخفيض سرعة النيوترون في القنبلة ويسمى ديوترون. وهو ذو شحنة واحدة ايجابية وكتلته تساوي بروتونين.

وجسيم « الفا » ذو ٤ وزنات بروتون، منها نيوترونان. وهو ذو شحنتين ايجابيتين. ويستعمل قذيفة لتحطيم الذرة

جدول أعضاء الذرة

الاسم	وحدة الكتلة البروتون	الشحنة بوحدة البروتون
بروتون	١	+ ١
الكترون	$\frac{١}{١٨٤٠}$	— ١
نيوترون	١	صفر
بوزترون	$\frac{١}{١٨٤٠}$	+ ١
ميزون	$\frac{١}{١٠}$	صفر
نيوترينو	$\frac{١}{١٨٤٠}$	صفر
ديوترون	٢	+ ١ استعملا
جسيم « الفا » هليوم	٤	+ ٢ للضرب

٥ — عوالم الذرة

بقيت اعتبارات أخرى من المستلزمات الطبيعية لبنية الذرة . لعلّ العالم لا يدلم أن جميع مواد الكون الأرضية والسماوية هي أخلاط أو أمزجة أو مركبات كيماوية من الذرات لا تكاد تحصى . لامادة في الكون تؤلف من غير ذرّات الـ ٩٢ عنصراً وربما وجد في بعض الأجرام عناصر ليست موجودة في أرضنا .

وهي أي المادة تظهر في صور وأشكال مختلفة حسب العناصر التي تركبت منها والقوة التي ربطتها. فمنها فلزات كغازات الهواء الذي نتنفسه ، وسوائل وموائع كالزيت والحوامض والمياه وهي تعد بالألوف . والجوامد كبلورات الحجارة والمعادن وعضويات النبات والحيوان تعد بألوف الألوف والملايين .

جميع ذرّات هذه المواد مؤلفة من كهارب وكهيربات ونيوترونات . وهذه كلها مؤلفة من فوتونات (ضويئات) .

حدود جسم الذريرة هي تلك الكهيربات الأخير المحيط بجميع طبقات الأفلاك المحيطة بالنواة .

سرعة الكهيربات في مناطقها حول النواة تضاهي سرعة النور (٣٠٠ ألف كيلو متر بالثانية) .

لا سكون في دار الذرة

دوران الذريرات والذرة هو سر الطاقة التي في الذرة . وهو علة الشحنتين الكهربائيتين أو هما من طبيعة واحدة . أو هو صفة أساسية للهيولى التي هي من أصل المادّة .

القوة التي تربط الأعضاء بعضها ببعض هي قوة التجاذب بين الشحنات المتخالفة وتسمى Electrostatic . هذا التجاذب سرّ غامض . وقد يُفهم في المستقبل . هذه القوة تشبه قوة الجاذبية بين الأجرام . وقانونهما واحد . ولعلهما مبدأ واحد . وإنما قانون التجاذب في الذرة يقتضي وجود الشحنة الكهربائية إيجاباً وسلباً . ولا يظهر ذلك في النظام الشمسي[1] بهذه القوة تدور الكهيربات في أفلاكها . ولكن هنا عقدة واحدة عسيرة الحل

(١) يمكن أن تعتبر قوة الدافعة المضادة للجاذبية في النظام الشمسي مقابلة للسلبية للمادة الإيجابية في النظام الذري

وهي الكهيربات من شحنة واحدة سلبية فيجب أن تتدافع حسب قانون الكهرباء والمغنطيس وهذا هي متباعدة في أفلاكها . والغالب أن تكون الأفلاك في سطوح متقاطعة لا في مستوى واحد لكيلا تتصادم الكهيربات . وهذا الأمر يتفادى اقتراب بعضها من بعض في أثناء الدوران . وأما الكهارب وهي من شحنة ايجابية متجمعة في الوسط (النواة) فكيف لا تتدافع ولا تتباعد بعضها عن بعض . بل بالأحرى ما الذي يربط بعضها ببعض في النواة في حين أن شحناتها تستلزم التدافع ؟ هذا سر لم يعرف حتى الآن .

ليس بين جسيمات الذرة وملايين الذرات وملايين الجزيئات تماس . بل هي متباعدة بفعل « قوة الدافعية » Centrifugal force كما أنها مترابطة بقوة الجاذبية وانما هي غير متماسكة لكي تكون لها حرية الحركة والدوران والتذبذب . احتمال الانضغاط في بعض الكتل الغازية والسائلة والجامدة يدل على أن بين الذرات والذريرات فسحات خالية إلا من الجوّ الكهربطيسي .

الفصل الرابع

الطاقة والقوة

١ — الحركة

حوض ماء كبير في جبل ، لمائه قوة مضمرة هي قوة الثقل ، قوة الجاذبية . فاذا فتحنا كوة الحوض لكي يجري الماء الى بئر عميقة تدوره على جهاز لادارة حجر الرحى ، أو الى أنبوب يفرغ على جهاز لتوليد الكهرباء ظهرت الطاقة المضمرة بشكل قوة ظاهرة تعمل عملاً : تدير الدولاب مثلاً . أين مصدر هذه القوة ؟

الماء في الحوض ثقيل بسبب الجاذبية . وهذا الثقل هو الطاقة المضمرة . ولكن هذه القوة لا تظهر للعمل الا اذا انفتحت كوة الحوض وجرى الماء بقوة الجاذبية لادارة حجر الرحى . فالجاذبية هنا مصدر القوة (الطاقة)

كيف وجد الماء في الحوض فوق سفح الجبل أو الوادي ؟ — حرارة الشمس بخرت ماء البحر . فارتفع الماء بخاراً في هواء الجو المتشبع بعد الحرارة حتى أشبع الهواء منه . ثم هبطت الحرارة فتقلص الهواء ، فانحصر ماء البخار منه ، فهبط الى الجبل بقوة الجاذبية أيضاً وتجمع بعضه في الحوض .

فترى مما تقدم أن عاملين تعاونا على رفع الماء ثم اسقاطه : حرارة الشمس وقوة الجاذبية

الرياح تهب وتندفع من هنا ومن هناك الى هنالك بفعل الحرارة والجاذبية أيضاً . الهواء البارد يتقلص دون الهواء السخن . فذاك إذن أثقل من هذا فيدفعه أمامه بقوة الجاذبية . وهذا يندفع فوقه لأن الثقيل يهبط الى تحت والخفيف يطفو فوقه . وهكذا يكون في الهواء ريح سفلية ثقيلة تأتي من الشمال حيث البرودة . وريح علوية خفيفة تهب من ناحية خط الاستواء الى الشمال لتحل كل منهما محل الأخرى . فترى هنا أيضاً عاملي الجاذبية والحرارة يعملان معاً في اثارة الرياح .

حاشية : ورد في صفحة ١٢ عبارة « الاسم الشخصي الاصيل مع الاسم العربي المترجم » ووقعت لفظة « المترجم » تحت السطر ، والحقيقة انها تكملة لعبارة .

أما قوة الجاذبية فظاهرة لنا في سقوط الأجسام متجهة نحو مركز الأرض حيث مركز الجاذبية ، وفي دوران السيارات حول الشمس ، ودوران الأجرام حول مركز المجرة .

وأما قوة الحرارة فسرٌّ في ذرات الشمس . وهناك مقام بحثنا . ولعلنا اذا تعمقنا في البحث وجدنا أن سر هذه القوة هو الجاذبية أيضاً : الجاذبية التي تجذب الكهيربات نحو النواة فتجعلها تدور على محاورها حول النواة . وقد سميناها لنا Electrostatic Force ولعلها نفس الجاذبية العامة ، وانما تختلفان شكلاً وتتفقان قانوناً . كلتاهما تنقصان كربع البعد

هنا قد يسأل القارىء سؤالاً وجيهاً والجواب عليه جميلٌ فكهٌ : لماذا يسقط الجسم من فوق متجهاً الى المركز والقمر لا يسقط على الأرض متجهاً الى مركزها ؟ لماذا هذه تدور حول المركز والجسم الساقط كالتيزك مثلاً لا يدور حول الأرض بل يهبط ؟

والجواب أن الجسم أو الجرم المندفع يسير بحكم الطبع في خط مستقيم . ولكن اذا كان على مقربة من مركز جاذبي لسحاله هذا المركز اليه، فيدور حوله اذا كانت قوة اندفاعه وقوة الجاذبية متساويتين، الا إذا كان قريباً جداً فيسقط متجهاً الى مركز الأرض .

يستفاد مما تقدم أن القوة تظهر بشكل جسم متحرك بسرعة معينة في مدة معينة . والسرعة مضروبة بكتلة الجسم تساوي الفعل الذي تعمله القوة — هو الزخم Momentum[1]

نأتي الآن الى الطاقة الموجودة في الحرارة المستمدة من الجاذبية الكهربائية المقيمة في ذرات الشمس المتهيجة الثائرة .

أين الطاقة في الذرة ؟

بحسب قانون نيوتن الثاني يتحرك الجسم في خط مستقيم فاذا فعلت فيه قوة (غير قوة حركته الأصلية) غيرت سرعته أو اتجاهه أو كليهما .

يعني أن الظاهر لنا هو الحركة . وأما القوة فشيء لا نراه ولا نحس به إلا بواسطة الحركة . ونحن اعتدنا أن نقيس القوة بمقدار الحركة أو بمقدار ما تجهده عضلاتنا في تحريك الأجسام . فاذا رفعت جسماً وزنه مئة رطل قلت ان في عضل ذراعك قوة مئة رطل

واذا كان الحصان يجرّ عشرة قناطير على عجلة في طريق مستوٍ بسرعة ٥٠ متراً في الدقيقة،

---

(١) ترى شرح هذا في كتاب « فلسفة الفاتحة » أي جاذبية نيوتن (راجع ملحق منتطف يوليو سنة ١٩٤٦)

هي سرعته الاعتيادية ، فلنا أن في عضلات ذراعه قوة عشرة قناطير في دقيقة .

واذا كانت سيارة تسير في دقيقة حاملة عشرة قناطير فلنا أن محركها Motor قوة حصان واحد في دقيقة

فمسافة حركة الجسم في مدة معينة ووزنه يدلان على قدر القوة التي حركته .

* * *

نأتي الآن الى الطاقة الموجودة في الحرارة المستمدة من الجاذبية الكهربائية Electrostatic المتركزة في ذرات الشمس الثائرة .

أين الطاقة في الذرة ؟ ستظهر في البحوث القادمة

٢ — منشأ القوة

وحاصل ماتقدم إن منشأ القوة الطبيعي هو طاقة ضوء الشمس أو حرارتها والماء المتصعد، ثم التفاعلات الكيميائية وأهمها احراق الحطب والفحم والبترول . هذه كلها تطلق الطاقة من جراء ترتيبات الالكترونات الخارجية في الذرة . وشل هذا الترتيب يحدث في أجسامنا تموينها بالطاقة اللازمة لها .

الاحتراق ينتشر دائماً ذاتيًا ، فان توليع الهشيم بلهيب عود الثقاب يصدر من عود الثقاب حرارة شديدة كافية لالهاب طرف الهشيم، فتصدر منه حرارة كافية لالهاب ما جاوره، وهكذا دواليك الى أن يلتهب الهشيم كله بحكم عدوى المجاورة

على أن التفاعلات في نوى الذرة ليست كتفاعلات الاحراق التي نحن بصددها تماماً . فلا الطاقة التي تصدر منها ولا النويرات الحديثة المتكونة منها كافية لاحداث هذا « التفاعل المتسلسل » . ولكن يمكننا أن نتصور تفاعلات في النواة نفسها بين جسيمات أو ذويرات من نفس النوع الذي أنشأها، وبعدد كاف لنشر هذا التفاعل المتسلسل (أوسلسلة التفاعلات)

٣ — مقياس القوة

تقاس القوة قياساً عاديًا بالرطل أو الجرام . ولكن تقاس علميًا بوحدة أساسية ثابتة تسمى بالعُرف العلمي دَيْن Dyne وهو مقدار القوة التي ترفع جراماً واحداً سنتيمتراً واحداً في ثانية واحدة

واذا كانت قوة ترفع ٥٥٠ رطلاً الى ارتفاع قدم واحدة في ثانية واحدة سميت قوة حصان واحد يعني ان قوة الحصان تساوي ٥٥٠ رطلاً قدماً بالثانية

تظهر القوة بأشكال مختلفة . ولكنها في كل شكل تتحول الى شكل ما تقدّم . من أمثلة أشكالها : — في لتر البنزين قوة مضمرة ، أي طاقة ، تسيّر السيارة خمسة كيلو مترات في مدة عشر دقائق مثلاً ، يعني في الدقيقة العشرة يفرغ البنزين وتقف السيارة .

١ — المادة والقوة شيء واحد

حتى هذا العصر كان العلم يثبت لنا أن المادة تتحول من شكل الى شكل ولكنها لا تفنى وكذلك الطاقة تتحول من حال الى حال ولكنها لا تفنى . وبناء على هذه النظرية كان اليقين ان المادة شيء والطاقة شيء آخر ، الى أن أظهر صاني البحوث في القوة أخيراً إنهما شكلان لشيء واحد . لانه اكتشف انه يمكن أحياناً تحويل الطاقة الى مادة والمادة الى طاقة . يمكن تحويل القوة من شكل الى شكل بالوسائل الميكانيكية ، فتحول الفازولين الى قوة سيارة أو محرك Motor يشغل دولابه ، او رفع الماء أو لاصدار نور من مصباح كهربائي ، أو اصدار حرارة من مدفأة .

وكان اينشتين أول من قال بمعادلة المادة والقوة . وقال أيضاً إنهما متساويان . فما معنى ان الشيء يساوي نفسه إذا كان واحداً . وسنرى في نبذة ٣ فصل ٧ البرهان الذي استند عليه اينشتين وسائر العلماء . (أنظر أيضاً ٢ في الفصل السادس أو ٣ فصل ٧ أيضاً)

ولا يخفى ان عقلنا لا يمكنه أن يتصور هذه النظرية فيما نحن نشاهد أن المادة وهي ساكنة هي غير القوة التي تحركها . فيجب إذن تنقيح هذا القول لكي يكون معقولاً .

ان ما ظهر من تقنيت القوة الى أدق أجزائها ، أي الى فوتونات غير مكهربة (لان كهربة القوة تلاشت بتنافي قطبيها الايجابي والسلبي) أوانا ان الفوتون (النوريء) الذي هو وحدة المادة الأولى الصغرى يحمل قوة أو طاقة تناسبه ، أعني أن قدرها على قدره [1] عشرة فوتونات مثلاً تحمل عشرة أقدار من الطاقة . وبهذا المعنى يكون الفوتون الذي هو مادة مساوٍ أو معادل للطاقة Equivalent . وبهذا المعنى قال اينشتين أن القوة تساوي المادة مضروبة بمربع سرعة النور وهي سرعة الفوتون . لأن النور فوتونات منتشرة من الجسم المنير . وهذه هي معادلته بالحرف $E = Mc^2$ باعتبار أن E هي الطاقة و M هي المادة و C هي سرعة النور . والنور هو أسراب فوتونات .

مثلة في هذه المعادلة : في كيلوجرام واحد من أية مادة (أو رانيوم مثلاً) من الطاقة ٢٥ بليون كيلو واط ساعات . وهذه الطاقة تساوي جميع القوات الكهربائية المستصدرة في الولايات المتحدة لمدة شهرين (انظر الفصل السادس عشر)

---

(١) أنظر كتاب J. J. Thomson The Atom الفصل ١٢ صفحة ١٥٩

الفصل الخامس

الكهرطيسية

١ — الجو الجاذبي

تظهر في اللاسلكي والراديو وما من صنفهما قوة تسمى كهرطيسية Electromagnatic أي كهربائية مغنطيسية . فما هي ؟

المغنطيس يجذب الحديد بقوة الجاذبية المغنطيسية كما يجذب مركز الأرض الحجر الساقط بقوة الجاذبية العامة . كيف يحدث هذا الجذب عن بعد ولو قليل ؟ . لقد افترض فاراداي (العالم الانكليزي الذي اشتغل مدة طويلة بالأبحاث في المغنطيس والكهرباء) ان هذا الجذب يحدث بواسطة بين المتجاذبين صماد الجو المغنطيسي الجاذبي Magnetic field و « الجو الكهربائي » Electric field . وهذا الجو ليس تعليلاً لظاهرة الجذب بل هو تسمية لها فقط . والظاهرة لا تزال غامضة . والقوة التي نحن بصددها والتي نرى مفاعيلها في الحركة باتية سراً غامضاً محجوباً ، ليس عن بصائرنا فقط بل عن أذهاننا أيضاً ، هي اغز .

نحن لا نرى القوة ولا نشعر بها بمشاعرنا . وانما نحس بحركة الجسم الصادرة عنها . هذا الغز اقتضى فرض وجود الأثير لأجل تعليل انتقال هذه القوة بأمواج أثيرية . ولا يمكن تعليل الموجات الكهرطيسية الا بهذا الفرض . يبقى فرض الأثير مقبولاً الى أن يتوفق العلم الى تعليل آخر لانتقال الطاقة أو القوة في الفراغ .

كذلك شأن الجاذبية الكهربائية : إذا فركنا قضيباً من زجاج بنسيج من الحرير تكهرب الزجاج . وكذلك إذا فركنا شمع الأختام بصوف القراء تكهرب الشمع . وكلا الزجاج والشمع يجذبان شيئاً . فاذا أدنينا الى كل منهما قشة خفيفة جذبها . على أننا نسمي كهربة الزجاج إيجابية وكهربة الشمع سلبية ، وهي تسمية اصطلاحية . وهذه الكهربة جو جاذبي كجو المغنطيس .

قانون التجاذب المغنطيسي والكهربائي واحد، وهو : ١° — أن قوة التجاذب تتناقص كمربع البعد . و ٢° — الجسمان المغنطان أو المكهربان يتنافران أو يتباعدان إذا كانا من قطب واحد ، أي كلاهما ايجابيان أو سلبيان وإلا فيتجاذبان .

٢ — الشحنة الكهربائية

دراسة ظاهرات الكهربائية أدت الى الحكم بأن البروتون (الكهرب) مشحون شحنة كهربائية إيجابية ، والالكترون (الكهيرب) مشحون شحنة سلبية . والأمر كذلك في مغنطيستهما . ولذلك كل منهما محوط بجوّ كهربائي وجوّ مغنطيسي متداخلين . ومن هنا جاءت تسمية الجوّ الكهرطيسي Electromagnatic field .

بناء على هذا تعتبر الذرة متعادلة الشحنات ما دام عدد بروتوناتها مساوياً لعدد ألكتروناتها وتفاعلهما متوازناً . وأنها تسمى « متأينة » Ionized إذا خسرت أو كسبت الكترونات وانتفى التعادل فيها . إذا خسرت الكتروناً أو أكثر صارت ايجابية الشحنة . وان كسبت الكتروناً أو أكثر صارت سلبية الشحنة . ولكن ربحها أو خسرانها نيوتروناً لا يغير شحنتها كما هو مفهوم ، لأن النيوترون خالي الشحنة غير مكهرب .

اذا كان جسم ما يظهر ذا جوّ مكهرب كان المعنى أن جميع الذرات في سطحه قد تكهربت ، أي خسرت أو ربحت على نحو ما تقدم . قضيب الزجاج المفروك بالحرير يتكهرب إيجابيًا لأنه يخسر الكترونات اذ يأخذها من الحرير . وشمع الاختام متى فرك بصوف القراء يصبح سلبي الشحنة لأنه كسب من صوف القراء الكترونات .

التيار الكهربائي في سلك هو انتقال الالكترونات من ذرة الى ذرة في السلك متخللة في مجاريها بين الذرات بالملايين أو البلايين في كل ثانية . والجوّان الكهربائي والمغنطيسي حول السلك المكهرب انما هما نتيجة اندماج جوّي الالكترونات الجارية في السلك فسمي الجوّ الكهرطيسي .

هذه الكهرطيسية موجات ذات طاقة تنطلق في الفضاء كموجات الصوت وإليها يرجع الفضل في اللاسلكيات .

٣ — الاشعة الكهرطيسية

في سنة ١٨٧٣ كان تجايمس كلارك مكسويل البحاثة والرياضي العظيم يدرس الكهربائية والمغنطيسية مستمرًّا بأبحاث سلفه فرادي الذي كان أول من أعطى التأثير الجاذبي من بُعد اسم «الجوّ الجاذبي» ـ الكهربائي والمغنطيسي. واكتشف أن النور هو من نوع الجو الكهرطيسي (الفوتوني). فناقض نظريته كثيرٌ من العلماء لأنها لم تندمج في عقليتهم، الى أن قام هرتز سنة ١٨٨٧ وعكس تيار الحلة عن مكسول ضد العلماء المناقضين له لأنه استطاع أن يحدث أمواجاً أثيرية بواسطة كهربائية، وأن يثبت أن النور أمواج كهرطيسية

ولا غرو أن يستغرب العلماء وغيرهم أن يكون النور أمواجاً . وانما يزول هذا الاستغراب اذا افتكروا أن النور شيء وأمواج النور شيء آخر، كما أن الصوت شيء وأمواج الصوت شيء آخر . الصوت هو شعور عصبي قدماغي تحدثه أمواج الصوت الهوائية التي تقرع طبلة الأذن . فلولا العصب السمعي لما كان صوت ، لما كان إلاّ أمواجاً في الهواء لا يتأثر بها الأصمّ. كذلك النور هو شعور في العصب البصري تحدثه أمواج النور اذ تقرع شبكية العين . فالأعمى لا يتأثر بهذه الأمواج على الرغم من انها تصدم مقلته ، ولكنها لا تحدث نوراً فيها، لأن النور شعور عصبي دماغي عن طريق عصب الشبكية وهي معطلة في الأعمى.

فأنواع الأمواج المختلفة بالطول وعدد الذبذبات في الثانية مثلاً كثيرة جدًّا في الصوت، ولكن عصبنا السمعي لا يتأثر منها كلها فلا نسمع الاّ مجالاً محدوداً من سلالم الصوت . وما دونه وفوقه لا نسمع . كذلك للأمواج الكهرطيسية ٦٢ سلماً كسلالم الصوت الموسيقية ولكننا لا نرى منها الا سلماً واحداً وهو سلم النور . وهو واقع في وسط الاثنين والستين سلماً تقريباً . وأما بقية السلالم فلا نراها ولا نشعر بها وانما نعرفها بواسطة الآلات التي تكشف عنها كأشعة رنتجن مثلاً .

٤ — الامواج الكهرطيسية

جميع هذه الأمواج المختلفة ذات سرعة واحدة (٣٠٠٠ الف كيلو متر بالثانية) وانما تختلف بطول الموجة وعدد الموجات في الثانية . فاذا كانت طويلة كان عددها أي عدد ذبذباتها في الثانية قليلاً . وإذا كانت الموجة قصيرة كان عدد ذبذباتها في الثانية كثيراً . ولذلك اذا ضربت طول الموجة بعدد موجاتها في الثانية كان الحاصل حتماً ٣٠٠ الف كيلو متر — عدد ثابت لا يتغير .

قلنا آنفاً أن أشكال الأمواج كسلالم الموسيقى، يعني أن عدد موجات أعلى السلم مضاعف عدد موجات السلم الذي تحته باطراد . وهكذا الأمر في الأمواج الكهرطيسية بلا اختلاف. ألوان الطيف الشمسي السبعة هي درجات سلم النور من السلالم الكهرطيسية ، هو السلم الوحيد الذي نراه . فعدد موجات كل درجة منه مضاعف عدد موجات الدرجة المطابقة لها في السلم الذي فوقه ونصف عدد موجات الدرجة المطابقة في السلم الذي تحته .

وسلالم الأشعة ٦ قبائل متدرجة من أطولها الى أقصرها : فالقبيلة الأولى الطويلة الأمواج هي قبيلة « هرتز » اسم مكتشفها ، ومنها أمواج الراديو الذي تستمع به .

الثانية — أمواج الحرارة أو أمواج ما تحت الأحمر .

الثالثة — أمواج النور المنظورة .

الرابعة — أمواج ما فوق البنفسجي .

الخامسة — الأشعة السينية (أشعة رنتجن مكتشفها) .

السادسة — أشعة (جما) الصادرة من الراديوم والعناصر الأخرى الشبيهة الاشعاع كاليورانيوم والثوريوم والاكتينوم .

وأما أطوال الأمواج فتراوحة تراوحاً غريباً عجيباً . أطولها عدة أميال في السلم الأول وأقصرها أمواج « جما » الراديومية . وهي جزء من ٢٠ مليون بليون من تلك في السلم الثاني والستين . ولا بدع في هذا التفاوت العظيم ما دام الطول في السلم الواحد مضاعف الطول في السلم الذي تحته . نصف طول كل درجة ونصف نصفها الى آخره تصل الى ذلك الرقم الغريب المدهش فتزول دهشتك . كذلك ضاعف عدد الموجات في درجات السلم الأول وهي ٨٥ بالثانية . ثم ضاعفها في درجات السلم التالي دواليك الى السلم الأخير تجد عدد الدرجة الأخيرة نحو ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ في الثانية

والأشعة الكونية التي أثبت ميليكان وجودها حسبها أشعة طاقة ، هي أقصر ما تقدم ، وتعتبر الدرجة السابعة من قبائل الأمواج

بعبارة أخرى : اذا اعتبرنا السلم النوراني الذي لا نرى سوى أشعته بأعيننا سلماً تاماً (وهو كذلك) كانت بقية الموجات تناص عليه . فكلما تكرر مضاعف له بعدد الموجات حسبناه سلماً تاماً قائماً بذاته طرداً وعكساً . ولذلك نرى أن جميع درجات الأشعة تنقسم الى ٦٢ سلماً ويقال أنها تبلغ الى السبعين . فتأمل ما أقل ما نراه من أنواع الأمواج وهو جزء منها .

الفصل السادس

مصدر الطاقة أو القوة

١ — التموج الايثري

الكون هو مادّة وقوة وحركة . ولا انتقال حركة المادة فرضوا ، كما قلنا آنفاً ، وجود الأيثر المالىء الفضاء الذي تتحرّك فيه الطاقة أو القوّة بشكل أمواج

ومادّة الكون كلها مجموعة ذرات . والذرّة وحدة غير قابلة الانقسام طبيعيًّا أو كيماويًّا كما علمت

والطاقة موجودة بشكل أمواج مختلفة الطول والعدد بالثانية وقد عرفت أشكالها : أمواج حرارة ، وأمواج نور ، وأمواج كهرباء ، وأمواج مغنطيس . فالشكل الميكانيكي منها الظاهر Kinetic والمضمر Potential

على أننا لا نعرفها ولا نلمسها كما نلمس المادة . هي شيء غامض لا نقدر أن نتصوره قائماً بذاته . نعرفها بشكل حركة في المادة ، أي مادّة متحركة . وانتقال القوة أو الحركة من جسم الى جسم ولا سيما من بُعد استلزم أن يفرضوا وجود الأثير متموّجاً بالقوة وناقلاً الحركة ، كتحويل القوة من شكل الى شكل ، وكانتقالها من جسم الى جسم ، وكانتقال الحرارة والنور من الشمس الى الأرض ، وكتحول الحرارة الى حركة والى كهرباء ، وهذه الى حركة وهذه الحركة الى نور الخ

ولذلك صار من الضروري افتراض أن الأيثر مالىء الفضاء ومالىء كل فراغ بين أجزاء المادة وبين ذرة وذرة وذريرة ، وفي رحاب الذرات . هو حوض أيثر . وأمواج الطاقة تترحل بواسطة الأيثر . هذا ما يعتقده كثير من العلماء

على أنه لما انكشف أن الذرة تتجزأ كهربائيًّا ، وإن كانت لا تتجزأ طبيعيًّا وكيماويًّا ،

وأن أجزاءها كهارب وذيرات ايجابية موجبة وسالبة ومتعادلة ، انتقل البحث العلمي الى حقل الطاقة والقوة، لأنه ظهر أن الطاقة موجودة في جسم الذرة نواةً وكهرباءً ، وإنها تنتقل بشكل موج أثيري . ولهذا كان مقدار الطاقة «الكوانتم Quantum » يُعبَّر عنه بالموجة الكهرطيسية كما ستعلم فيما بعد (نبذة ٤ من هذا الفصل) وكل موجة هي مسافة تحرك الفوتون الحامل الطاقة

٣ — القوة تزيد وزن الكتلة

في الطبيعيات مبدأ قانوني وهو أنه لابدَّ من عمل يعمل إذا أريد حلّ أي تركيب راسخ الى أصوله . وهكذا اذا كان مجمع نيوترونات وبروتونات متماسكاً راسخاً فلابدَّ من استخدام قوة لتفريق ذيراته بعضها عن بعض . واذا صحَّ أن الطاقة والكتلة متوازنتان أو متعادلتان ذاتاً فمجموع كتلة النواة المتماسكة الراسخة يجب أن يكون أقل من كتل البروتونات والنيوترونات المنفصلة بعضها عن بعض في النواة (أنظر ٥ الفصل الرابع . وانظر نبذة ١ فصل ٧) لأن الطاقة التي مزقت النواة تفرقت على الأجزاء التي انحلت هي إليها ، فزادت كتلتها على كتلة الأصل . وبعبارة أخرى ان هذا الفرق في الكتلة يعادل القوة التي مزقت كتلة النواة وتشتت في أجزائها . وهو المسمَّى « طاقة الربط » . وهذا ما حمل اينشتين وزملاءه أن يقرروا أن الطاقة والمادة شيء واحد (انظر نبذة ٣ فصل ١٢)

ان نظرية الالكترون فتحت السبيل الى نظرية التموجات الكهرطيسية على اختلاف أطوالها وذبذباتها من موجات الراديو الطويلة الى أقصر أمواج حمَّا الراديومية .

وقد ظهر للباحثين أن موجات الراديو هي نتيجة تدفق الكهيربات طرداً وعكساً الى الأمام والى الوراء في أي ممرّ كهربائي (أي موصل الكهرباء Conductor) وفي أطراف الأجهزة اللاسلكية Antenna كجهاز الاذاعة اللاسلكي

لكل كهيرب جو كهرطيسي . وذبذبات الكهيربات هذه في ذهابها في أي موصل كهربائي كالسلك مثلاً تحدث اضطراباً ينطلق في الفضاء الأثيري بشكل موجات كهرطيسية . وطول الموجات يتوقف على الجهاز الذي يحدث فيه التذبذب

محطة اللاسلكي التي تصدر أطول أمواج الراديو تستعمل الموصل الكهربائي السلكي

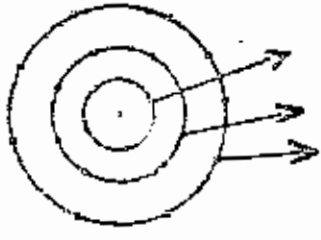
الذي يستطيل عدة أميال . وأما موجات الراديو القصيرة فتصدرها محطة ذات جهاز ذبذبي قصير جداً

٣ — مصادر الموجات

تُعدُّ موجات الراديو تالي موجات الأشعة التحت حمراء . والمعتقد أن هذه الموجات تنتج من ذبذبات الجزيئات والذرات لا ذبذبات الكهيربات . وهو معلوم أن حرارة الجسم مقياس مقدار ذبذبات جزيئاته أو ذراته

حينما تسخن جسماً يمتص الجسم من الحرارة التي هي موجات اثيرية كما علمت طاقة (أي قوة) . وهذه الطاقة تحدث تحرك الجزيئات والذرات وتجعلها تتذبذب بسرعة . فإذا ترك الجسم في حاله هذه يرد رويداً ، أي أن الجزيئات تشرع تخسر الطاقة التي امتصتها وتبطىء ذبذبتها تدريجياً .

موجات النور المنظور أقصر من موجات الحرارة . ولنبحث من مصدرها نبحث في داخل الذرة نفسها ، لأن المعتقد الآن : أولاً أن موجات النور ناجمة عن حركة الكهيربات (الالكترونات) ضمن ذرات المادة . تصدر من حركات الكهيربات في قلك الذرة الأخير المحيط بجميع أفلاكها . ثانياً أن الموجات السينية تصدر من أقرب الكهيربات الى النواة . ثالثاً أشعة جا (موجاتها) تصدر من داخل نواة الراديوم وغيره من العناصر الاشعاعية كالأورانيوم .



موجات الحرارة الاعتيادية تصدر من تذبذب الجزيء والذرة كلها برمتها .

٤ — الفدار Quantum

الطاقة مقيمة في هذه الموجات أو هي الموجات نفسها . الموجة حاملة طاقة أي قوة . ولكن الموجة أو الطاقة لا تسير بمقدار كيفما لا يتفق . بل تصدر في دفعات متوالية

متعاقبة . كما أن الموجة ذات طول محدود بين قمة وقمة . كذلك بينهما مقدار من القوة يقبض بنضات متعاقبة متساوية كتعاقب الموجات . وقد اكتشف هذه النبضات مكس بلانك سنة ١٩٠٠ وسماها كوانتم Quantum ونحن نترجمها بكلمة « مقدار »

كلما كانت الذبذبات الموجية عديدة في الثانية وقصيرة كانت مقادير القوة عديدة أيضاً. والعكس بالعكس. ولذلك ليست « المقادير » متساوية في الحجم بل تختلف باختلاف « مقادير » الذبذبات

ولهذا نرى مقدار القوة في أشعة أكس أكبر منه في أشعة النور العادي . حيث أن كل مقدار يساوي عدداً ثابتاً من الطاقة يسمى « ثابت المقدار » مضروباً بعدد الذبذبات الموجية في الثانية . وقد اصطلح العلماء على تسميته « ثابت بلانك » اكراماً لمكتشفه .

ثابت بلانك هو وحدة العمل الذي تفعله القوة ، أي وحدة القوة مضروبة بالزمن (الثواني) . وقد اصطلح العلماء على التعبير عنه بحرف h وهو يعتبر الآن إحدى الكميات الأساسية العلمية العالمية .

أما قيمة هذا « الثابت » فهي جزء واحد من ٦٥٥ مضروباً بعشرة ٢٧ مرفوعة الاس « (١) والاس هو اسم لاصغر وحدة للقوة . وليس هنا محل لبيان حساب هذه الوحدة .

وكان من نتائج نظرية بلانك هذه الظن أن أشعة النور (وكل أشعة موجية) هي ذريرات موجات منفصلة بعضها عن بعض ولكنها متلاحقة . وكل ذريرة قوة هي « المقدار » الذي نحن بصدده . وقد سمى اينشتين وزملاؤه هذه الذريرة « فوتوناً » ونحن نترجمها بكلمة « ضوئية » فهذه الذريرة الشعاعية بصفة كونها مادية تسمى « فوتوناً » وبصفة كونها موجية تسمى « مقداراً » .

يقول السير جيمس جينز في كتابه الكون الغامض « انه اذا أطلق الكترون على بروتون تناقت شحناتها الكهربائية وتفتت الالكترون الواحد الى عشرة آلاف فوتون » . فبناء على هذا الحساب يتفتت البروتون الى نحو ١٨٤٠ مضروبة بعشرة آلاف . وهذه النيوترون لأن كتلة كل منهما نحو ١٨٤٠ مرة ككتلة الالكترون

(١) وبعبارة أخرى h = ٦٥٥ وبعدها ٢٧ صفراً هكذا = ٦٥٥ × ١٠^٢٧

الفصل السابع

فلق الذرة

الى هنا انتهينا من تشريح الذرة كلها وتشريح نواتها باعتبار أنها الطبولى (أصل المادة) واستكناه مصدر الطاقة فيها . فصار علينا أن نبحث في كيفية استخراج الطاقة منها واستخدامها ، وهو أهم غايات العلم وأمانيه .

المادة لا تهم الانسان كثيراً ، وانما هي الطاقة التي تهمه — الطاقة في دماغه والطاقة في يده والطاقة في غذائه والطاقة في عقله والطاقة في مصنعه وفي جميع أعماله ووسائل انتقاله ، وأخيراً الطاقة في يد شيطانه الشرير — القنبلة .

وهنا نلفت نظر القارىء الى أجزاء الذرة ذات الشأن في مصدر الطاقة . وأهم هذه الأجزاء : —

أولاً : النيوترون الذي هو القذيفة التي تقذف بها النواة لتتفتت الى فوتونات حاملة طاقة

ثانياً : نواة عنصر الاورانيوم القابلة للتفتت أكثر من غيرها من العناصر .

ثالثاً : عنصر البلوتونيوم الذي دخل على عالم العناصر في خلال عملية التفتيت . ولم يكن موجوداً في الطبيعة من قبل على الأرض . وهو كالأورانيوم قابل للتفتت .

١ — تحول ذرة الى أخرى

كان رذرفورد أول من أحكم التجارب التي ترينا كيف تحدث التغيرات في نواة الذرة فتحولها من نواة الى نواة أخرى وبالتالي من ذرة الى ذرة كما كان الكيماويون القدماء يريدون أن يحولوا النحاس الى ذهب . وقد جرب رذرفورد تجاربه في معمل كافندش في جامعة كمبردج سنة ١٩١٩

الى ذلك الحين كان معلوماً أن فوق ذرات بعض العناصر الثقيلة كالراديوم والثوريوم والاكتينوم والاورانيوم تنفث من تلقاء نفسها ذويرات من نوع واحد الايجابية الشحنة

(راجع نبذة ٣ من الفصل الأول). وكان معلوماً أن ذرية «ألفا» أي جسيم «ألفا» هو نواة ذرة غاز الهيليوم (المؤلفة من كهربين ونيوترونين وكهربين) التي فقدت كهربيها . وذرية «ألفا» تنقذف بسرعة فائقة كسرعة النور التي هي ٣٠ الف كيلو متر بالثانية. فخطر لرذرفورد أن يستعمل هذه الذريات «ألفا» كقذائف ذرية. وكان قد لاحظ أن أشعة «ألفا» أو ذرياتها الصادرة من الراديوم تغير اتجاهها إذا عبرت في لوحة رقيقة من معدن المليكا ، وهو معدن شفاف يتشظى اذا دق . ولاحظ مساعده جيجر أنها كانت تنحرف انحرافاً أكثر اذا عبرت غشاء من الذهب ، ولاحظ أيضاً أنها كانت في بعض الاحيان ترتد عن الذهب من غير أن تعبره.

ثم خطر لرذرفورد أن يملأ أنبوبة زجاجية بغاز النيتروجين . ثم وضع في وسط الأنبوبة حبيبة صغيرة من الراديوم . وعلى طرف الأنبوبة بغطاء معدني رقيق . ووضع وراءه حجاباً قابل التألق (إذا وقعت عليه أشعة قصيرة الموجات فترتد عنه طويلة الموجات وتظهر فيها ألوان تبهج النظر) . ونظر فيه بميكروسكوب فرأى شرارات ضوء تدل على أن نوعاً من الذريات أطول نوعاً من موجات «ألفا» تقرع الحجاب . فعلم أنها كهارب (بروتونات) ايجابية ككهرب ذرة الهيدروجين . وفهم من هذا أن ذريات «ألفا» التي كانت تصدم نوى النتروجين الموجود في الأنبوبة ملخت منه كهرباً واحداً ، وهو نواة الهيدروجين كما لا يخفى . وهكذا قالوا أن روذرفورد حطم الذرة (انظر ٣ فصل ١) . ولم تكن النتيجة هذا التحطيم فقط بل أدى الأمر الى تركيب ذرة أوكسجين من ترى بعض ذرات النيتروجين . ذلك ان بعض ذريات «ألفا» علقت في نواة النيتروجين فطردت منها كهرباً وحلت محله وتحولت النواة الى نواة أوكسجين هكذا : —

في كتلة ألفا ٢ كهرب و٢ نيوترون و ٢ كهرب = ذرة هيليوم

نعبّر عن الكهرب بحرف ك وعن الكهرب بحرفي كه وعن النيوترون بحرف ن

(٢ ك + ٢ ن + ٢ كه) (ذرة هيليوم) + (٧ ك + ٧ ن + ٧ كه) (ذرة نيتروجين) — (ك + كه) = (٨ ك + ٨ كه + ٨ ن) ذرة أوكسجين + ن + حرارة (قوة) يعني نيتروجين + هيليوم = أوكسجين + هيدروجين. وبالاختصار نيتروجين + هيليوم — هيدروجين =

أوكسجين + حرارة (قوة)

وبأرقام الأوزان الذرية هكذا : —

٤ ١٤،٠٠٨ وزن النيتروجين

٤ ٤،٠٠٣ وزن الهيليوم

٤ ١٨،٠١١ المجموع اطرح منه : —

١٦ وزن أوكسجين

١،٠٠٨ وزن هيدروجين

١٧،٠٠٨ المجموع

٤ ١٧،٠٠٨

٤ ١،٠٠٣ الزائد الباقي يزيد على وزن هيدروجين . أين ذهب ؟ — ذهب حرارة وهي الطاقة التي صدرت من هذا التحول (الاندماج) ذهبت فوتونات حاملة قوة بشكل حرارة

٢ — قذف الذرة بالبوزترونات

ذرية « ألفا » فلقت نواة النيتروجين ، ولكن ذرية النيوترون أفعل منها فلقاً وتحويلاً من ذرة الى ذرة أخرى

صرح كوري وجوليوت في سنة ١٩٣٤ ان بعض العناصر (البورون والمغنيزيا والالومينوم) اذا قذفت بذريات «ألفا» (الموجبة) تستمر تنفث بوزترونات برهة بعد القذف (راجع ن ٣ ف ٢) . وستعلم كيف ينتج البوزترون (ن ٢ ف ١١)

واستنتج فرمي الايطالي من هذا ان النيوترونات الطالية الشحنة تخترق نواة الذرة ، ولا سيما نوى ذرات العناصر الثقيلة ، لأن هذه النوى تدفع البروتونات وذريرات « ألفا » عنها لأنها إيجابية مثلها . والشحنات المتماثلة تتدافع . ولكن النيوترون لأنه لا شحنة (أي غير مكهرب) يمكنه أن ينفذ في النواة فلا تستطيله ذريراتها ولا تدفعه عنها . فلا جاذبية ولا دافعية بينها وبينه

وهذا السبب كان من أسباب اختيار العلماء المشتغلين بعلم الفئة أن يضربوا عنصر الاورانيوم بذريرات النيوترونات

وقد استنتج فرمي أن نواة الذرة التي انطلق عليها ذريرة نيوترون كانت تمتلك (قنص) النيوترون أو تبتلعه فتصبح بعده نواة غير راصنة أي متقلقلة . وينتظر أن تفرز منها الكترونا لكي تستعيد رسوخها بتعادل شحنتيها . فتصبح نواة جديدة أعلى رقما في عددها الكتلي (أي وزنها) وأعلى رقما في رقمها الذري (شحنتها) لأنه يلتحق النيوترون الى بروتون والكترون ، كما يُظَن انه كان في الأصل . فاذا حدث هذا التحول للاورانيوم الذي وزنه ٢٣٥ ورقمه الذري ٩٢ يصبح وزنه ٢٣٦ ورقمه ٩٣ وهو النبتونيوم الذي اكتشف في أثناء عمليات الذرة . ولكنه لا يثبت أكثر من هنيهة لأنه يستضيف نيوترونا آخر ويتحول الى بلوتونيوم[1] كما سيأتي بيانه .

وكان المظنون قبلاً ان ما يسمى نيوترونا الآن هو بروتون انضمّ إليه الكترون واتحدا فأصبحا ذريرة واحدة متعادلة [2] ولكن فرمي أظهر أن هذا النيوترون المتعادل أو الخالي الشحنة هو ذريرة واحدة في الأصل قائمة بذاتها غير مركبة من بروتون ايجابي والكترون سلبي، لأنه لو كانت الحالة هكذا لانتفت شحنتاهما معاً ولافترضنا الى نيوترون كما سبق القول (انظر آخر الفصل السابق) . وفي بعض الأحوال ينشأ من هذا التحويل مقدار عظيم من الطاقة . ولكن نواة الذرة من الصغر المتناهي بحيث أنها لا تستهدف إلا نادراً للقذيفة بنسبة واحد الى خمسين ألفاً . ولذلك يعتبر القذف خسارة أكثر مما هو مكسب

في سنة ١٩٣٩ قبيل شبوب الحرب ظهر هاهن[3] انه إذا قذفت نواة الاورانيوم بقذيفة نيوترونات تحوّلت من حال الى حال أي انشقت الى ذرتين خلافاً لما فعلت قذيفة ووذرفورد. فهذه طردت عن النواة قطعة صغيرة واحدة منها ، ولكن قذيفة هاهن النيوترونية شطرت نواة الاورانيوم الى شطرين متساويين تقريباً كما سترى فيما يلي

---

(١) أنظر أيضاً رقم ٦ بندة ٥ من هذا الفصل

(٢) صفحة ١٤٦ من كتاب Atom للاستاذ G. P. Thomson

(٣) Hahn عالم ألماني قر من ألمانيا من وجه ستر الاحتى الى أميركا واشتغل مع أمثاله في صنع القنبلة .

٣ — التفاعل المتسلسل

وقد سمي هذا التحطيم « تشطيراً » أو « فلقاً » وبه كانت القوة الصادرة عنه شديدة جداً نحو عشرة أضعاف القوة الصادرة بالطرق الاخرى للتحطيم .

على ان اكتشاف هاهن هذا لم يكن ذا أهمية عظمى لو لم يكتشف جوليوت انترسناوي زوج بنت مدام كوري (مكتشفة الراديوم) انه في عملية الفلق المذكورة قد كان تدخل نيوترون في نواة الاورانيوم لتلقها مصدر نيوترونان أو ثلاثة أو أكثر تفعل في النوى المجاورة كفعل سالفتها . وهذا الاكتشاف ادّى الى صنع القنبلة ، لأنه اذا كان كل من الثلاثة نيوترونات الصادرة من القذيفة الأولى تدخل بين ذرات الاورانيوم فكل منها تفلق الذرات المجاورة فتصدر من كل ذرة نيوترونين أو أكثر تفلق غيرها وهكذا دواليك الى أن تنفلق جميع الذرات . وفي هذا النحو يتضاعف عدد النيوترونات الصادرة على التوالي بلا نهاية . وكل نيوترون آهل لأن يفلق ذرة أورانيوم ويصدر قدراً كبيراً من الطاقة . وقد سموا هذا الفعل المتوالي « التفاعل المتسلسل » Chain Reaction

متى ضبط النيوترون ذرة الاورانيوم ودخل في النواة تقلقلت النواة لفقد التوازن في بنيتها ، وحدث فيها ارتجاج عنيف ، فتنشق الى نواتين تسميان شظرتي الانشقاق أو فلقتي الانفلاق ويخرج منها نيوترونان أو أكثر كما تقدم القول .

لنفرض ان ذرة الاورانيوم انفلقت الى ذرة تلك (tin) وذرة انديرم Indium ووزنهما يقارب وزن الاورانيوم . ولكن النيوترونات التي في الاورانيوم تزيد على مجموعهما فالزائد يخرج حراً . هكذا

وزن ذرة الانديوم ١١٥ فيها ٦٦ نيوتروناً

« « التنك ١١٩ « ٦٩ «

١٣٥ ٢٣٤

ولكن وزن ذرة الاورانيوم ٢٣٥ فيها ١٤٣ نيوتروناً .

الفرق بالوزن بروتون واحد و ٨ نيوترونات

فما يفعل عن الذرتين انفلقتين وهو بروتون واحد و ٨ نيوترونات يتحدان متفتتاً فوتونات بقوة عنيفة بشكل حرارة ونور هائلين . حرارة تضارع حرارة الشمس في مركزها (٤٠ مليون درجة من مقياس سنتغراد) ونور ساطع كنور الشمس عند سطحها

أو يمكن ان تنشق ذرة الاورانيوم الى كادميوم والتيمرل هكذا :

وزن الكادميوم	١١٧ ، ٤١	فيه ٦٠ نيوترونا تقريباً
« الاتيمرن	١٣١ ، ٧٧	« ٧١ «
	٢٤٩ ، ١٨	١٣٥
ولكن وزن الاورانيوم	٢٣٥	١٤٣ نيوترون
	١	٨

الفرق يتدفق نيوترونات حرارة وذرر

(راجع نبذة ٤ فصل ١)

٤ — طبيعة النلق

لاحظ العالمة فريش والعالمة السيدة ما يأتي خصلتين في بيئة النواة : الأولى أنه ليس بين عدد النيوترونات والعدد الذري (عدد البروتونات) تناسب يعني أنه ليس كلما ارتفع عدد البروتونات ارتفع معه عدد النيوترونات بقدره بل بأزيد . يكون عدد النيوترونات دائماً أكثر من عدد البروتونات في الذرة الواحدة بعد الطيلبرم . الثانية ان « طاقة الربط »[1] (التي تربط الذرات بعضها بعض) في كل مجموعة ذرية تبلغ أشدها في الذرى المتوسطة في جدول العناصر . افرض أن نواة الأورانيوم الذي وزنه ٢٣٨ ، وهي أعلى نواة في الجدول كما نعلم ، انشقت الى نصفين . فاذا غضضنا النظر عن كتلة النيوترون التي استعملناها لنلق النواة كان لنا نواتان كلٌّ منهما رقمها الذري ٤٦ وكتلتان كلٌّ منهما ١١٦ وزنة . ولكن ليس الواقع كذلك لأن النظير الأثقل من البلاديوم (الذي هو في وسط الجدول ورقمه ٤٦) وزناً قدره ١١٠ لا ١١٩ يعني أن تنصيف الوزن لم يؤدِّ الى تنصيف الشحنة ويعني أن عدد البروتونات تنصَّف ولكن وزن الكتلة كله لم يتنصَّف بل جاء أنقص ٩ وزنات عن النصف كما رأيت

من ذلك نستنتج أن كلاً من دائين النواتين المتخيلتين يجب أن تفرد تسع نيوترونات

(١) أنظر نبذة ٢ فصل ٦

لكي يستتب قوامها وتصير نواة بلاديوم . ان ٤ نيوترونات في كل نواة يجب أن تحوّل نفسها الى بروتونات بنفث ٤ ألكترونات منها الى أفلاك الذرّة . وبذلك تصبح نواة تلك (tin) ذات كتلة بوزن ١١٩ وعدد ذري ٥٠ ، أو أن حدوث هذين التحويل والنفث معاً يؤدي الى اشياء اثنين من النوى مستقرّتين ثابتين كما لاحظ هاهن وستراسمان فعلاً إن نظائر باريوم (العدد الذري ٥٦ لكل منهما) كانت حاصل الانفلاق .

يحدث الانفلاق بحيث تنتج منه فلقتان غير متساويتين كتلة ، نحو ١٤٠ و٩٠ مع نفث بعض نيوترونات وانحلال الكترونات بفعل النشاط الاشعاعي الى أن تستتب النوى بما بقي لها من الذريرات بعد ذلك النفث

وقد ظهر من حساب قوة الربط أو « طاقة الربط » إن تحديد هذا الترتيب الذري الذي نحن بصدده يؤدي الى كتلة أحط من كتلة النواة الأصلية التي للاورانيوم . وهكذا لابدّ من انطلاق مقدار كبير من الطاقة لحدوث هذا الانحطاط — من هذا تفهم سر نشوء الطاقة أو القوة بانفلاق الذرّة

إذن فتنطوي عملية الفلق على ثلاث ظاهرات .

١ — انطلاق طاقة أي قوّة — ٢ انطلاق أنواع من النشاط الاشعاعي من الذرة (أورانيوم مثلاً) ، ٣ — امكان تفاعلات النيوترونات المتسلسلة

وانطلاق الطاقة يمكن أن يظهر نفسه في القوّة العاملة Kinetic البادية من شظايا أو فتات الانفلاق وتفتيت تلك الذريرات الحاصلة من الانفلاق بشكل نشاط اشعاعي (نيوترونات)

وامكان « التفاعل المتسلسل » يتوقف على ما اذا كانت النيوترونات تفلق فعلاً . وهي مسألة تستلزم بحثاً ضافياً فيما يلي :

٥ — معلومات العلماء الاخيرة

في أوائل عهد اشتغال العلماء في أميركا في استصدار الطاقة من الذرة وفي اختراع القنبلة الذرية كانت معلوماتهم ما يلي : —

١ — ان العناصر التي كانت تتقذف بالنيوترون لفلقها أو شقها الى فلقتين متساويتين تقريباً تازد : الاورانيوم والثوريوم والبروتاكتينوم . والشظايا التي انتثرت منها كانت نظائر لعناصر في وسط جدول العناصر متوالية من السيلينيوم رقم ٣٤ الى اللانثانم رقم ٥٧

٢ — كان معظم هذه الشظايا أو القطع التي انفلقت إليها تلك العناصر متفلقلة غير مستقرة تتحلل بفعل النشاط الاشعاعي بفيوض Emanations متتابعة من جسيمات بيتا (الكترونات) الى سلسلة من عناصر مختلفة مستقرة

٣ — لهذه الشظايا التي تفتتت إليها العناصر المتشظية طاقة فعلية (قوة) شديدة

٤ — كان الثوريوم والبروتواكتنيوم ينفلقان أو يتشظيان بضربهما بالنيوترونات السريعة (سرعة أقوى الانيال بالثانية . أقل من سرعة النور)

٥ — وأما فلق الأورانيوم فكان يتم بالنيوترون السريع أو النيوترون البطيء ذي السرعة الحرارية . وكان النيوترون الحراري (البطيء) يفلق على الخصوص نظيراً Esotop واحداً من نظائر الأورانيوم وهو الذي وزنه الذري ٢٣٥ ولكنه لا يفلق النظير الذي وزنه ٢٣٨ . وأما النيوترون السريع فكان أفعل حقاً في فلق النظير ٢٣٥ من النيوترون الحراري البطيء .

٦ — كان النيوترون إذا قذف عند سرعة خاصة الى الأورانيوم ٢٣٨ يقع أسيراً عنده حين صدوره منه ، فيمتزج في نواته ويحوله الى أورانيوم ٢٣٩ ، ولكنه لا يفلقه .

(أورانيوم ٢٣٩ هو الذي عثر عليه في أثناء عمليات اختبارات القنبلة وسمي بلوتونيوم)

٧ — الطاقة التي تحمل في أثناء فلق ذرة الأورانيوم كانت بالتقريب ٢٠٠ مليون الكترون فولت .

٨ — ذات النيوترونات السريعة تنبثق من عملية الفلق

٩ — كان المعدل الأوسط للنيوترونات التي تنطلق في أثناء فلق الذرة بين واحد وثلاثة

١٠ — النيوترونات السريعة تفقد طاقة باصطدامها « الصلب الضعيف » غير المرن بنواة الأورانيوم من غير أن تفلق النواة .

٦ — النيوترون البطيء

ذكرنا آنفاً النيوترون البطيء وهو أهم عامل في فلق الذرة وتحطيمها . فما هو ؟ وكيف يعمل ؟

في سنة ١٩٣٣ اكتشف الدكتور اريكو فرمي الايطالي أن بعض نوى الذرات التي قذفت بنيوترونات أمكنها أن تمتقل بروتوناً وتدمجه فيها فتصبح « نظيراً » لعنصر الذرة الاصلية . وأصبحت أثقل منها طبعاً . على أن نظيراً كهذا لم يكن في كثير من الأحوال سلياً متيناً بل كان متقلقلاً ينطلق الى عناصر أخف منه بانفصال ذريرات منه على التوالي بيد أن فرمي اكتشف اكتشافاً أهم . فقد وجد أن امتقال النيوترون يكون أكثر احتمالاً اذا جعلت شعاعته بطيئة بامرارها في الماء أو البارافين أو أي سائل غني بالهيدروجين (كالماء الثقيل) . وفيما يلي ترى أهمية النيوترون البطيء

حتى الآن كان العلماء الطبيعيون يقذفون الذرات بسيل من البروتونات أو أي ذريرات ايجابية الشحنة كأشعة «ألفا» بغية الحصول على سيل من القوة أسرع وأكثر . وكان هذا ضرورياً لكي تستطيع القذائف الايجابية الشحنة أن تشق طريقها الى نواة الذرة ضد القوة الدافعة التي في ايجابية الذرة نفسها ، إذ لا يخفى أن الشحنتين المتماثلتين تتدافعان . ولذلك كان هذا متعذراً . ولكن لما كان النيوترون متعادلاً أو بلا شحنة لا يتأثر بشحنة الذرة الايجابية في النواة فاذا كان بطيئاً يستطيع أن يدخل في النواة تواً بلا اعتراض من الكتروناتها السلبية ولا بروتوناتها الايجابية

وقد نجح فرمي نجاحاً باهراً في تحويل النوى من حال الى حال بقذفها بالنيوترونات البطيئة على نحو ما تقدم . ومن جملة تجاربه الناجحة بهذا الصدد أنه ابتدع من الاورانيوم عنصراً ليس له وجود بين العناصر الـ ٩٢ رقم الذري ٩٣ ، أي أن فيه بروتوناً زيادة عن الاورانيوم وهو النبتونيوم المذكور آنفاً ولكنه غير ثابت بل هو متقلقل ينفث أو تصدر منه طاقة . هذه فضيلة النيوترون البطيء ولولاها لكان يدخل ويخرج من غير أن يعمل شيئاً . ولذلك عولوا في صنع القنبلة على قذف الاورانيوم بالنيوترون البطيء وكانوا يستعملون لابطائه الماء الثقيل [1]

بعد هذا الشرح عن الذرة وأجزائها صار للقارىء أن يطالب بمعرفة الاورانيوم . فما هو الاورانيوم ؟

---

(١) ولما اكتشف جوليو اكتشافه سابقاً في باريس لاصطناع الماء الثقيل خاف العلماء ان يكون الالمان مشتغلين في اصطناع القنبلة الذرية . فذهبت طائرات انكليزية ذلك المعمل مرارا . في المرة الاولى ذهبت ضحايا كثيرة . وفي الثانية نجحت في تدمير ذلك المعمل بخسائر أيضاً

الفصل الثامن

الأورانيوم

أصبحت كلمة أورانيوم اليوم على الألسنة كما كان اسم القنبلة على الآذان قبل ان يأخذ طريقه الى عالم النسيان . وقد تصدر بهاراً في الأفواه كأسماء روزفلت وتشرتشل وستالين . ذلك لأن الخاصة والعامة سمعوها مقرونة بالقنبلة الذرية التي روّعت الجنس البشري . فعسى أن يسمعوها مقرونة بالعمل المنتج والقطار الناقل والباخرة والطائرة الخ .

الاورانيوم هو جوهر القنبلة الذرية ، فيه مكمن القوة الكونية العظمى . فيمكن أن يكون في يد عزرائيل كنذير ، أو في لسان جبرائيل كبشير ، كما يشاء هذا الانسان الطيب والشرير .

الأورانيوم ملك العناصر الكيميية ، كالأسد ملك الوعر وكالنسر ملك الجو . هو كذلك لأنه قائم في قمة سلسلة الذرات العنصرية . هو أثقل العناصر ، يزن ٢٣٨ مرة كوزن الهيدروجين الذي هو أخف العناصر . هو أثقل من الحديد ٤½ مرة . وأثقل من الرصاص ٢٠٠ مرة ونصف مرة . والرصاص آخر حفدائه والراديوم رابعهم والاكتينيوم ثالثهم والثوريوم ثانيهم . وزميله در الأورانيوم الثاني الذي يزن ٢٣٥ ، على أن هذا الليث أقوى من ذلك الأسد

عنصر الاورانيوم الكيماوي موجود في تربة تسمى بتش بلاند ومعناه المزيج القاري (نسبة الى القار وهو الزفت) وفي مزيج آخر يسمى كرتوتيت وهو خليط من عناصر أخرى معه بعضها من أسرته كالثوريوم والاكتينيوم وأنواع الراديوم الثانية . ثم الباريوم والسلكا ومركبات الرصاص والحديد والكلس والمنازيا والمغنيز والبزموت الخ .

ظهر للمحققين ان قشرة الأرض الترية الصخرية تحتوي على مقادير غير قليلة بنسبة ٤ الى ١٢ بالمليون من الثوريوم .

وأهم مناجم المزيج المذكور في جوشيمتال في تشكوسلوفاكيا وكورن وول في الولايات المتحدة ، وفي كندا وروسيا وأسوج ونروج ، وفي كاتلي في الكونغو البلجيكية . وفي جنوبي أستراليا وفي البرتغال .

يوجد حيث يوجد الراديوم حقيده بمقادير أكثر من الراديوم . لأن انحلال الأورانيوم الى حفدائه ولا سيما الراديوم يستغرق ألوف ملايين من السنين .

الأورانيوم النقي معدن أبيض ألين قليلاً من الحديد . وقلما يتمغنط . يحترق بالاوكسيجين في حرارة ١٧٠ سنتغراد فينتج من احتراقه أوكسيد الأورانيوم .

في سنة ١٨٩٦ اكتشف العلامة الفرنساوي هنري بكرل القوة الاشعاعية التي في هذا المزيج ، إذ عرض للتشعم الضئيل الذي يبدو منه في الظلام صفحة فوتوغرافية ملفوفة بورق أسود ، فظهر عليها التأثير النوراني . وثبت له ان للأورانيوم قوة الاشعاع . وبعد ذلك ظهر ان للراديوم المتسلسل من الأورانيوم اشعاعاً أقوى جداً من اشعاع الأورانيوم نفسه . ثم اكتشفت مدام كوري وزوجها بيير الراديوم في المزيج القاري المذكور آنفاً .

هذا الاشعاع هو مادة ذات قوة تظهر بشكل حرارة ونور يصدران من العنصر نفسه . ومعناه ان العنصر يذوب رويداً بسبب هذا الاشعاع كما يذوب الشمع المضيء فيتحول الى عنصر آخر كما يتحول الفحم المحترق إلى رماد .

نسبة اشعاع الراديوم الى الأورانيوم كنسبة واحد الى ٣ ملايين و ٤٠٠ ألف . وعمر الأورانيوم نحو ٨٠٠٠ مليون وبتدقيق بعضهم ٦٧٥٠ مليون سنة ، وعمر الراديوم نحو ٢٢٨٠ سنة . وقد استنبط بعض العلماء لحساب أعمار العناصر الغامضة طريقة تقريبية

لا يخفى أنه كلما نقص حجم العنصر الشاع قلّ ما يفيض منه من الأشعة ، لأن الاشعاع يناسب الحجم . فمتى بلغ العنصر الى نصف حجمه يكون قد قضى ٣ أرباع عمره . فاذا كان الراديوم مثلاً قد قضى ١٥٨٠ سنة حين أصبح نصف حجمه فاضرب هذه السنين في ١٤٤٣ فيكون ذلك نحو ٢٢٨٠ سنة وهي عمر الراديوم حيث يفنى ولا يبقى منه إلا الرصاص

فالرقم ١٤٤٤٣ هو العدد الثابت الذي يضرب به عمر كل عنصر متى ذاب الى نصفه لكي يعلم عمره ، فالاورانيوم بعد ٤٦٧٧ مليون سنة يصبح نصف حجمه الأول . اضرب هذا العدد ب ١٤٤٤٣ فيكون لك ٦٧٥٠ مليون سنة . وهو عمر الاورانيوم حين يذوب نهائيًا ولا يبقى منه إلاّ البروتو اكتنوم والنوريوم والاكتنوم ثم الراديوم [1]

ومن عجائب هذا العنصر سيد العناصر أنه يؤلف منه عنصر أعلى منه وأثقل وزنًا وأكثر شحنة ، وفي صنع القنبلة الذرية أكثر فائدة هو البلوتونيوم . فما هو البلوتونيوم :

تابع : اسم الاورانيوم مشتق من أورانوس وهو الكوكب السابع من أنجال الشمس . وقد اقتبسه له مكتشفه الملامة كلابروت منذ سنة ١٧٨٩ تكريماً لاسم هرشل الفلكي العظيم الذي اكتشف السيار السابع المذكور سنة ١٧٨١ وأشار لكوكبه هذا الاسم . استاره من اسم أحد الآلهة في ميثولوجيا اليونان . فهذا الاسم المحفوظ انتقل من عالم الالوهية الوهمي الى عالم الوجود المرسوم . ثم الى عالم القدرة غير المتطور . وله في كل عالم من هذه العوالم قوة عظيمة وأصبحها اتواعا . ترى هل الشيطان مقيم في هذه القدرة

وقد اختار الفلكيون السيار الثامن من أنجال الشمس اسم نبتون اله البحر فاقتبسه علماء القدرة للعنصر نبتونيوم . كما اختار الفلكيون السيار التاسع اسم بلوتو اله العالم الاسفل . فاقتبسه علماء القدرة للعنصر بلوتونيوم وكلاهما في ميثولوجيا اليونان . ولا يخفى ان جميع أسماء السيارات مقتبسة من أسماء آلهة في الميثولوجيا اليونانية .

---

(١) أستخرج من كتاب Extra phamocopia Mcrindal صفحة ١٩٤٣