المحايد الصغير

The Neutrino

دقيقة مرت مرور الاشباح

في عالم الطبيعة الحديث

لو عهد الى عالم في جمع « وصايا العلم العشر » او « قواعده العشر » لجعل ناموس حفظ الطاقة احداها . فكأن الطبيعة حصرت في حدود هذا الناموس القائل بأن الطاقة لا تخلق ولا تتلاشى وانما هي تتحول . فالطاقة هي حرباء العلم لكثرة الالوان المختلفة التي تلبسها . فهي آناً حرارة وآناً ضوء وآناً حركة . انها مخزونة خزناً كيميائياً في الطعام الذي نأكله ، والهواء الذي نتنفسهُ ، والفحم الذي نحرقهُ . انها تبعث التيارات في اسلاك البرق وتقرع الاسماع في المذياع . فهي كامنة في المادة على اختلاف اشكالها لان العلم الحديث قد بين لنا ان الكتلة والطاقة انما هما شكلان مختلفان لشيء واحد . ولكن ليكن الشكل الذي تفرغ فيها ما كان فانها تبقى هي هي : القدرة او الطاقة على العمل

فالسائق عند ما يسوق سيارتهُ ، تتحول الطاقة الكيميائية في البنزين الى طاقة حرارة ثم الى حركة ، فتتحرك الاسطوانات والعجلات . فاذا وقف السائق اطاعة لاشارة الشرطي تحولت طاقة السيارة المتحركة ، وهي طاقة حركة ، الى حرارة تظهر في فرامل السيارة وفي اطارات العجلات وعلى الارض التي تدرج فوقها . ولا يخفى ان طاقة الاشعاع المنطلقة من الشمس يخزن بعضها في النبات بطريقة التركيب الضوئي ثم نأكل هذا النبات فتتحول هذه الطاقة المخزونة ، نشاطاً عضلياً في عضلاتنا ونشاطاً عقلياً في ادمغتنا

ولعلَّ بنيامين طمسن المعروف باسم كونت رمفرد ، كان اول عالم ، ادرك التساوي بين مقادير الطاقة في خلال تحولها من شكل الى آخر . فقد كان في احد الايام يراقب صنع مدفع فلاحظ ان نحاس المدفع يحمو في خلال ثقبه ويبقى حامياً ما زال الثقب مستمراً ، فجرب التجارب باداة غير معتنة لقياس مقدار الحرارة (محرار Calorimeter) فوجد ان طاقة الحركة تتحول الى مقدار يقابلها من طاقة الحرارة . وتلت ذلك تجارب كثيرة ومتنوعة افضت في اواسط القرن التاسع عشر الى التسليم بصحة ناموس حفظ الطاقة اي انها لا تخلق ولا تتلاشى وانما هي تتحول

الا أن علماء هذا العصر لا يستطيعون ان يجزموا بصحة ناموس حفظ الطاقة . كما كانوا يجزم بها اسلافهم لان دراسة الذرات قد اسفرت عن احوال لا تصح فيها طائفة من البراهين والنظريات التي كان مقطوعاً بصحتها . فكأن الذرة قد تمردت عليها ، ومن جملة ما تمردت عليه ناموس حفظ الطاقة . والى القارىء البيان

هنالك طائفة من العناصر غير مستقرة التركيب تتحول من تلقاء نفسها الى عناصر اخف منها واكثر استقراراً . واشهر هذه العناصر الاورانيوم والثوريوم والراديوم . ولا يعلم على وجه من الضبط الباعث على هذا التحول الذاتي . ولكن يقال ان لهُ صلة ، بحالة توازن القوى داخل نواة الذرة ، لان نوى الذرات في العناصر الثقيلة ، تحتوي على عدد كبير من الكهارب والبروتونات حتى ليسهل احداث تقلقل في القوى التي تربط بينها وتؤلف منها نواة الذرة . فاذا حدث هذا التقلقل حاولت الذرة ان تستعيد توازنها باطلاق دقيقة صغيرة وهذه الدقائق هي ، دقائق الفا ودقائق بيتا واشعة غما . ومما اثبتهُ البحث ان نواة واحدة تستطيع ان تطلق دقيقة الفا او دقيقة بيتا ولكنها لا تستطيع ان تطلق الدقيقتين في آنٍ واحد . اما اشعة غما فقد تصحب هذه الدقيقة او تلك

واذا تتبع القارىء اقوال العلماء تبين سلسلة التحولات التي تطرأ على نواة عنصر من العناصر المشعة قبل ان تبلغ درجة الاستقرار . فراديوم (A) يطلق دقيقة الفا فيتحول الى عنصر جديد هو راديوم (B) ولكن هذا الراديوم غير مستقر فيطلق من تلقاء نفسه دقيقة بيتا وهي الكترون او كهرب فيتحول الى راديوم (C) . هذا العنصر اي راديوم (C) غريب الاطوار ، فمعظم ذراته تطلق دقائق بيتا (اي كهارب) فيتحول الى راديوم (C') والباقي من ذراته يطلق دقائق الفا ويتحول الى راديوم (C'') . ثم ان راديوم (C') يطلق دقيقة الفا وراديوم (C'') يطلق دقيقة بيتا فيتحول كلاهما الى احد نظائر isotopes الرصاص وهو عنصر مستقر

وهنالك نوع آخر من الدقائق التي تنطلق من العناصر ، وهو الكهارب الموجبة (بوزيترونات) ولكن هذه الدقائق لا تنطلق الا من العناصر التي حملت على الاشعاع حملاً ، اي جعلت مشعة بالصناعة Artificially radio-active (راجع مقالنا في صدر عدد مقتطف مارس ١٩٣٦) على ان هذا النوع من الاشعاع لا صلة لهُ بموضوع هذا المقال ولذلك نكتفي بالاشارة اليه فقط

ومعلوم ان ذرات عنصر من العناصر متشابهة ، فهي جميعاً تحتوي عدداً واحداً من الكهارب في منطقة حول النواة . وهي جميعاً تحتوي على عدد واحد من البروتونات والكهارب في النواة . ولكل منها صفة خاصة من صفات الطاقة . لذلك اذا فقدت نواة احدى هذه الذرات دقيقة الفا ، او دقيقة بيتا ، تحولت الى نواة ذرة اخرى لها صفة اخرى خاصة من صفات الطاقة . فكل تحول في ذرة العنصر يصحبهُ فقد قدر معين من الطاقة

وقد تفسَّر هذه الخسارة في الطاقة بأساليب مختلفة . فأولاً ان كتلة الدقيقة التي قذفت الى الخارج تعدل قدراً كبيراً من الطاقة المكافئة . ثم ان سرعة الدقيقة المقذوفة تمثل قدراً من طاقة الحركة . فاذا كان مجموع الطاقة من كتلة الدقيقة وطاقة حركتها لا يعدل ما فقدتهُ الذرة من الطاقة ، عمل حساب لانطلاق شعاعة من اشعة غمَّا مع الدقيقة المقذوفة فتعادل الكفتان . اما طاقة شعاعة غمَّا فتختلف باختلاف طول موجتها وهذا يسهل عمل الحساب بها في احوال مختلفة

كلُّ هذا يمهِّد لنا السبيل لوصف المشكلة الناشئة عن تمرُّد الذرَّة على ناموس حفظ الطاقة. لنفرض أننا اخذنا نواتي ذرتين من عنصر واحد . انهما متشابهتان في كل وصف من اوصافهما. ولنفرض أن كلاً من الذرتين اطلقت دقيقة مثل الدقيقة التي تطلقها الاخرى ، فتتحوَّلان الى نواتي ذرتين من عنصر آخر ، واذن يجب ان يكون مقدار ما تخسرهُ كل منهما من الطاقة واحداً

ولكن الواقع ان هذا يصحُّ اذا كانت الدقيقة التي تطلقها كلٌّ منهما دقيقة الفا . اما اذا كانت الدقيقة التي تطلقها كلٌّ منهما دقيقة (بيتا) اي الكترون فعندئذٍ قد يتساوى ما تخسرانهِ من الطاقة وقد لا يتساوى ، اي أن النواة في هذه الحالة تمردت على ناموس حفظ الطاقة

ولكن كيف يمكننا ان نثبت من صحة هذا القول ؟ بالبرهان التجريبي والتصوير الضوئي وعلماء الطبيعة قد ابتدعوا تجارب بارعة البراعة كلها ، دقيقة الى أبعد حدود الدقة ، اثبتت لهم أن دقائق بيتا اي الكهارب المنطلقة من نوى ذرات عنصر واحد ، تختلف سرعة وطاقة في انطلاقها . فلماذا تقذف النوى بكهارب مختلفة السرعة . وماذا يحدث للطاقة الفائضة عن كهرب يسير بسرعة أبطأ من سرعة كهرب آخر ؟ هذه هي الاسئلة التي تحير العلماء الآن ، فاذا كان هذا المقدار من الطاقة — الفرق بين كهرب سريع وآخر بطيء — يفنى غير تارك اثراً ، فناموس حفظ الطاقة من لغو الكلام . ولذلك سعى العلماء ، قبل التسليم هذا التسليم المطلق بخطإ هذا الناموس ، الى ابتداع اعذار واساليب لتفسيرما يقع . ولعلَّ ابسط هذه الاساليب على الغاية ، ضمُّ دقيقة جديدة الى اسرة الدقائق الذرية sub-atomic تعرف باسم النوترينو Neutrino اي المحايد الصغير وهي مصغر نوترون Neutron (المحايد)

الاَّ أن المحايد الصغير — اذا صح وجوده — يكره الاجتماع ويبعد عن اخوانه في الاسرة الذرية ، وقد امتنع حتى الآن عن الظهور ، بل قد خابت جميع المساعي التي بذلت لاقتناء اثره فاذا ثبت وجوده ، كان رحمة من القدر للمؤمنين بناموس حفظ الطاقة والمدافعين عنها

والى القارىء خلاصة هذه النظرية الجديدة : من مقتضيات نظرية اينشتين ان الطاقة والكتلة وجهان مختلفان لشيء واحد . فانطلاق كهرب (دقيقة بيتا) من نواة ما بسرعة اقلَّ من سرعة كهرب آخر منطلق من نواة اخرى من العنصر نفسه ، يعني أن الطاقة التي وقفت على

قذف الاول اقل من الطاقة التي وقفت على قذف صنوه . ولكن النواتين متشابهتان في كل دقيقة من دقائق التركيب . وادن في النواة الاولى مقدار فائض من الطاقة يستعمل في قذف الكهرب فاذا حدث لهُ ؟ ان التجارب الدقيقة والاساليب العلمية البديعة لم توفق الى كشف اي اثر لهُ . فاذا لم يفسَّر ذلك وجب القول بانهُ تلاشى من دون ان يترك اثراً وهذا مناقض لناموس حفظ الطاقة

ولكن اذا قلنا ان النواة تطلق في الحالة الاولى مع الكهرب، دقيقة صغيرة جداً ، تعدل في كتلتها وسرعتها، مقدار الطاقة الضائع امكن تفسير ما يقع . هذه الدقيقة الصغيرة المفروضة فرضاً هي النوترينو او المحايد الصغير . ولكن دقيقة من هذا القبيل يجب ان يكون تبيُّنها مستطاعاً في مجال يحيط اذا كانت ذات شحنة كهربائية . وقد جرّبت التجارب لتبيُّن المحايد الصغير بهذا الاسلوب فاخفقت . فنرض انها لا تحمل شحنة كهربائية اي انها كالنوترون (المحايد) . ولكن النترون يمكن تبيُّنهُ لان كتلتهُ تكفي لذلك وهذا المحايد الصغير لم يستطع تبيّنهُ لانهُ اذا كان ذا كتلة ، فهو اصغر من ان يظهر بالاساليب المستعملة في تبيُّن شقيقه الاكبر

ولذلك ترى العلماء قد فرضوا ان (النوترينو) ليس لهُ كتلة ما وهو في حالة الاستقرار

قد يبدو هذا القول غريباً او بالحري مستحيلاً اذ كيف تكون هذه الوحدة الذرية من دون كتلة ؟ والواقع ان الفوتون (النوّير) وهو دقيقة الضوء ليس لهُ كتلة ، ولكن لهُ طاقة ويمكن ان يتحوّل الى كتلة احياناً اذ لا يخفى ان هناك ناموساً عظيماً ، وهو انهُ اذا زادت سرعة الجسم زادت كتلتهُ . وهذه الزيادة يسيرة جداً في حركة عادية حتى يتعذر تبيّنها . فالقطار السائر بسرعة خمسين ميلاً في الساعة لا تزيد كتلتهُ وهو سائر بهذه السرعة عن كتلته وهو مستقرٌّ الاَّ جزءاً يسيراً من الاوقية . ولكن اذا زادت سرعة الجسم المتحرك حتى تقارب سرعة الضوء (١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية) زادت كتلتهُ كذلك زيادة ظاهرة . وهذه الدقائق المتطلقة من النوى تتطلق بسرعة عظيمة لا يفوقها في العالم المادي الاَّ سرعة الضوء . لذلك قيل اذا كان النوترينو مستقرًّا ، كان لا كتلة لهُ ، ولكن اذا انقذف بسرعة تبلغ ١٠٠ الف ميل في الثانية ، اصبح لهُ كتلة يسيرة ، ولكنها كافية لفرضنا هذا . ولما كانت سرعة دقائق بيتا (الكهارب) مختلفة باختلاف الذرة التي تتطلق منها ، وجب كذلك ان تختلف سرعة « المحايد الصغير » باختلاف الكهرب الذي تتمهُ فهما صاحبان يتم احدهما ما في الآخر من نقص

لم يفز احد من العلماء حتى الآن باستنباط اسلوب من التجربة على وجه كاف من الدقة لتبيُّن المحايد الصغير مع ان الاستاذ بايبردج (هارفرد) قد اقام دليلاً غير مباشر على وجوده . وقد اقترحت نظريات اخرى غير نظرية « المحايد الصغير » لتفسير هذه المشكلة ، ولكن الاستاذ هرفتن الاميركي يقول في البنتغ اميركان ان التفسير الوافي لا يزال حتى الآن في طيّات المستقبل