«الميونات».. الجسيمات المذهلة

ربما تكون قد تساءلت فى يوم ما، وأنت تتابع الاكتشافات العلمية المتلاحقة فى مجال الجسيمات دون الذرية : كيف يشرع العلماء فى اختبار صحة النظريات واكتشاف جسيمات جديدة ؟

فى السنوات الباكرة لفيزياء الجسيمات، اعتمد العلماء على العمليات الطبيعية التى تنشئ الجسيمات دون الذرية، مثل النشاط الإشعاعى Radioactivity الذى تنحل فيه النوى ذات التكوينات غير مستقرة من البروتونات والنيوترونات، وتطلق الكترونات ونوى الهليوم (جسيمات ألفًا) Aplha Particles وأشعة جاما Gamma Reys ووفرت الأشعة الكونية المصدر الآخر للجسيمات.

«الميونات».. والإشعاع الكوني

وكان كل ما أراده العلماء ايجاد آلات يمكنها تحطيم نوى المادة العادية، والكشف عما بداخلها. لكن التغلب على «القوة الشديدة» النووية الجبارة التى لا يحس بها إلا الكواركات

Quarks يتطلب طاقات مروّعة، والطريقة الواضحة لتحقيق ذلك هى ضرب النوى المستهدفة بالكترونات وبروتونات فائقة السرعة على أمل طرقها بعنف لتفتح أبوابها، وتكشف عن أسرارها، ويشبه ذلك إلى حد ما اصطدام سيارة بجدار بهدف أن يعرف كيف يعمل محركها ؟

إلا أن الفيزيائيين توصلوا إلى بعض الاستنتاجات فائقة الدقة عن طريق اكتشاف الجسيمات دون الذرية التى تنطلق من عقالها إثر الاصطدام وتحديد المسار الذى تسلكه.

وعمومًا فإن النشاط الإشعاعى من الملامح الأساسية فى تطبيقات البروتونات والنيوترونات والبيونات Pions والبوزيترونات Positrons (أى الإلكترونات المضادة ذات الشحنة الموجبة، وكانت أول مثال للجسيمات المضادة التى تحمل خواص معاكسة لتلك التى تحملها الجسيمات المعتادة). إن عدم الاستقرار يلعب دوراً فى كل من إصدار الجسيمات (كما فى حالة البوزيترون) وفى تأثيراتها المفيدة (كما فى العلاج السرطانى

بواسطة «البيونات» التى تقوم بانلاف المادة الوراثية «دنا» DNA داخل نواة الخلية السرطانية).. ومن الجسيمات غير المستقرة الأخرى، جسيم الميون Muon .

إن «الميونات» هي مادة الإشعاع الكونى Cosmic Radiation ، وعندما تصطدم النوى الذرية القادمة من الفضاء الخارجى، بطبقات الجو العليا فتنتج بقايا من البيونات، وسرعان ما تتحلل البيونات لتعطى رذاذاً من «ميونات» موجبة وسالبة، التى تتساقط على الأرض بشكل مستمر. ولكن «الميون» ليس بالجسيم المستقر،، إذ تضمحل «الميونات» السالبة إلى الكترون ونيوترينو مضاد. أما «الميونات» الموجبة فتضمحل إلى بوزيترون ونيوترينو ونيوترينو مضاد، ويحدث هذا فى خلال ٢,٢ ميكروثانية (الميكروثانية = جزء من مليون من الثانية)، عندما تكون «الميونات» فى حالة سكون. وتمتد حياة «الميون» إذا كان نشطاً سريع الحركة. إن غالبية «ميونات» الأشعة الكونية، تضمحل أثناء رحلة إنطلاقها خلال الغلاف الجوى، ولكن أكثرها طاقة يبقى المدة الكافية التى تجعله قادراً على اختراق مئات الأمتار تحت سطح الأرض (الإضمحلال تحوّل نووى مقرون بانبعاث الطاقة من النواة).

الاضمحلال.. في ميكروثانية

و «الميون» – مثله مثل البروتون – ذو شحنة كهربائية دوّارة، وهو بذلك يعمل كمًا لو كان مغنطيسًا دون ذريًا. وعلى العكس من البروتون، فإن «الميون» يضمحل سريعًا ويطلق الكترونًا أو بوزيترونًا، حسب شحنته.

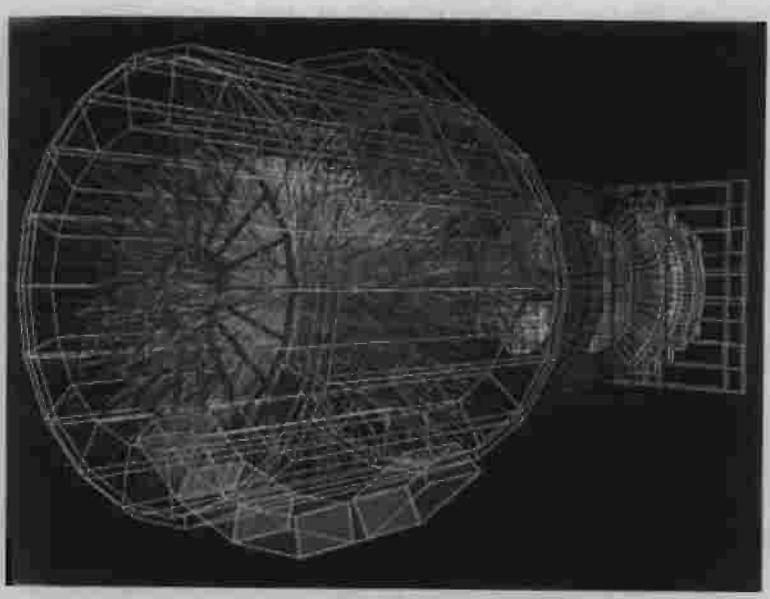
وما أن يصل «الميون» إلى داخل المادة، حتى يبقى لحوالى ميكروثانية فقط، قبل أن يضمحل، ولكنها فترة كافية للمجالات المغناطيسية داخل المادة للعمل، وبقياس اتجاه الجسيم الصادر بعد ميكروثانية فإنه يمكننا معرفة شئ عن المجالات المغناطيسية الداخلة فى المادة وحيث إن مغنطيس «الميون» له اتجاه ثابت – عند مولده من إضمحلال البيون – فإن حزمة من البيونات، يمكن أن تصدر حزمة من «الميونات» الموجبة، والتى تكون فيها جميع مغناطيساتها متجهة إلى نفس الاتجاه.

وتستخدم حزم «الميونات» الموجبة – على سبيل المثال – لمعرفة تركيب المركبات الهيدروكربونية Hydrocarbon (مركب

عضوى يتكون من الكربون والهيدروجين فقط)، وتعمل «الميونات» الموجبة كيميائيًا، كما لو كانت بروتونات خفيفة الوزن، وتلتصق بالإلكترونات الموجودة فى المجموعات الكيميائية النشطة. ويعطى قياس تأثيرات «برم» Spin «الميون» إجابة عن الطريقة التى تتحد بها البروتونات بهذه المجموعات الكيميائية ويجرب بعض علماء الفيزياء طريقة أكثر تطلعًا لتطبيق «الميونات» فى مساعدة تفاعلات الإندماج النووى يتم ذلك بإطلاق طاقات نووية كبيرة خالية من الخاطر، التى تنجم عن تفاعلات الإندماج النووى.

ويتكون وقود مفاعلات الإندماج النووى من خليط من نوعين ثقيلين من الهيدروجين، هما الديوتريوم Deuterium و «التريتيوم» Tritium وتحتوى كل من هذه النويات على بروتون واحد، كما هو الحال مع الهيدروجين، ولكن الديوتريوم يحتوى أيضًا على نيوترون، بينما يحتوى التريتيوم على نيوترونين اثنين.

ولو أمكن أن تقترب هاتان النويتان من بعضهما البعض، بالقدر الكافى للتغلب على الطرد المتبادل بينهما، والناتج من تشابه شحنتيهما الموجبتين، فإنهما يندمجان معًا مكونين نواة عنصر «الهليوم -٤» الذى يتركب من بروتونين ونيوترونين، ويكون النيوترون الثالث من النواة الأصلية «احتياطيًا». ويتطلب الهليون - ٤ طاقة أقل حتى يتماسك بالمقارنة بما كان مطلوباً لنويات الديوتروم والتريتيوم المنفصلة، وهكذا فإن عملية الإندماج النووى، تطلق الطاقة التى يحملها النيوترون الاحتياطى.



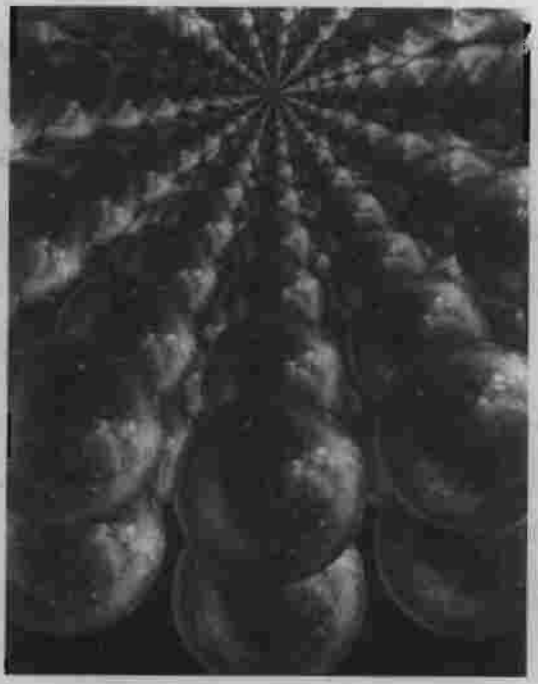
«الميون» والإندماج النووي

إن فكرة الإندماج المساعد بواسطة «الميون» هو الاستفادة من تشابه «الميون» مع الإلكترون للتقريب ما بين نويات الديوتريوم والتريتيوم، حتى يتم الإندماج بينهما.

وفى الحقيقة فإن «الميون» يمكنه أن يحل محل الإلكترون فى الذرة. ولكن لأن «الميون» أثقل بكثير من الإلكترون، فإنه يبقى قريباً من النواة، ويتحرك فى مدارات أقصر.

إن إدخال ميون إلى خليط من الديوتريوم والتريتيوم، سوف يوحده مع نواة التريتيوم، ليكون شيئاً صلباً متعادلاً يشبه فى بعض الصفات النيوترون، ولكنه أثقل ثلاث مرات.

ويمكن لهذا «الشيء» المتعادل أن يخترق جزئ الديوتروم (الذى يتكون من ذرتين ويلصق نفسه بأحد نويات الديوتروم) وبهذا يكون المسرح معداً لتفاعل الإندماج، الذى يحرر فيه الميون، حتى يقوم ببدء المزيد من الإندماجات قبل أن يضمحل فى النهاية بعد ٢,٢ ميكروثانية.



وكان الهدف من وراء الاستكشافات الجيولوجية باستخدام «الميونات» الناتجة من تفاعلات النيوترينو Neutrino Interac-tion، هو متابعة «الميونات» الناتجة من النيوترينوات، أثناء انتقالها عبر الصخور تحت سطح الأرض.

وتكون «الميونات» ذات الطاقة العالية التى تتكون بهذه الطريقة ذات قدرات اختراقية عالية. كما يمكنها الخروج من الصخور حتى تصل إلى كاشف Indicator مناسب، والمعروف أن العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم يميل إلى إصدار المزيد من «الميونات» بالمقارنة بالصخور المحيطة بها، وهكذا يمكن التعرف على هذا العنصر.

قد يكون علم فيزياء الجسيمات Particle Physics من العلوم الأكاديمية، ولكنه علم تطبيقى وعملى أيضًا. وعلينا أن نحيا دائمًا على الأمل، أمل الفرصة للإجابة على الأسئلة التى تشغل الذهن الإنسانى. والرأى عندى أن الفيزياء سوف تشهد المزيد من الاكتشافات المذهلة فى هذا القرن.