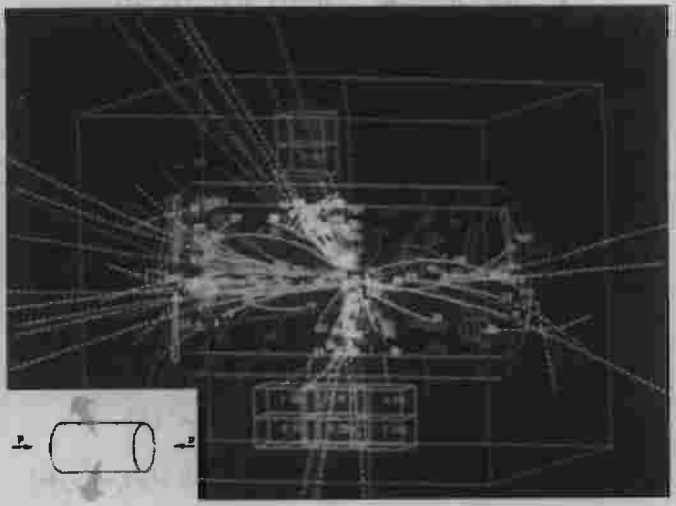
البيونات والرنينيات.. جسيمات غامضة

إحدى طرق دراسة الجسيمات دون الذرية.. «رجّها» فهزّ الإلكترونات – على سبيل المثال – يطلق إشعاع كهرمغنطيسى، وهى الطريقة التى تصدر بها الموجات الراديوية، حيث تتذبذب الإلكترونات فى أطوال موجية معينة، وتنطلق الموجات عندما ينقطع المجال الكهربى المحيط بالإلكترون المشحون.

والسؤال الذى يتبادر إلى الذهن : ما الذى يحدث عندما «نهزّ» البروتون بدلاً من الإلكترون ؟ إن قطع هدوء بروتون– أحد مكونات نواة الذرة – فى حالة سكونية، يتسبب فى إطلاق ومضة من الإشعاع، ولكنه ليس إشعاعاً من الفوتونات الكهرمغنطيسية، بدلاً من ذلك نجد أنها تتكون أساسًا من جسيمات تعرف باسم «البيونات» Pions عندما ينقطع مجال القوة النووية الملازم للبروتون التى تصدر، ويظهر العديد من البيونات أثناء الاصطدام العنيف بين بروتون نشط وآخر فى حالة سكونية.



البيونات..والأشعة الكونية

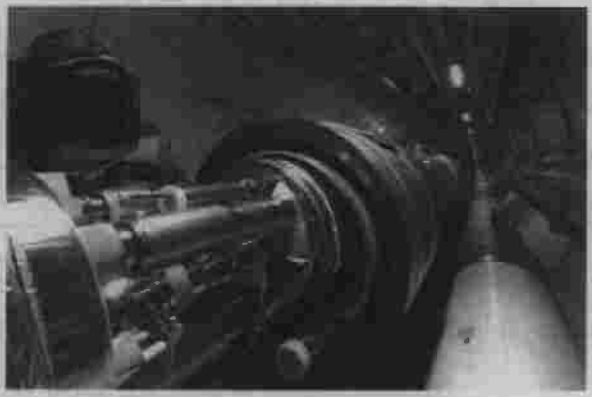
إن التصادمات التى تحدث بين الأشعة الكونية – التى تحتوى على بروتونات – وطبقات الجو العليا، تصدر بيونات موجبة وسالبة ومتعادلة بأعداد هائلة، والبيونات جسيمات غير مستقرة تتلاشى بسرعة، إن «أولادها» أو «أحفادها» هى التى تكون غالبية الأشعة الكونية بالقرب من مستوى البحر.

وتتلاشى الجسيمات عمومًا عبر واحد أو أكثر من القوى الأساسية، وهى دائمًا تتلاشى إلى جسيمات أخف، وبما أن البيون هو أخف الجسيمات التى تتعرض للقوة القوية – إحدى القوى الأساسية الأربع – فلا يمكن أن ينحل إلى جسيمات أخف تحت تأثير هذه القوة.. وهكذا قد تصبح البيونات جسيمات مستقرة، إذا لم تتعرض أيضًا إلى القوى الكهرمغنطيسية والقوى الضعيفة الأخرى، فهذه تسرع وتسبب تحلل البيونات، ولكن ما نتيجة هذا التحلل ؟

تتحلل البيونات السالبة والموجبة – فى خلال 10^{-8} من الثانية – إلى «ميونات» موجبة وسالبة «الميون : مثيل ثقيل للألكترون» التى تنحل بدورها متحولة إلى بوزيترونات «إلكترونات مضادة» وإلكترونات. أما البيون المتعادل، فإنه ينحل بسرعة أكثر كثيراً جداً – فى خلال 10^{-16} من الثانية متحولاً إلى «فوتونات» «وحدات الضوء» وأشعة جاما «إشعاع كهرمغنطيسى عالى التردد» التى تولّد جزئيًا أزواج الإلكترون – بوزيترون فى الأشعة الكونية بسبب السرعة العظيمة لانحلالها.

وتكون البيونات داخل النواة ستارا غير مرئى بين البروتونات والنيوترونات، لتربطها ببعضها البعض، وعندما تصطدم هذه الجسيمات النووية المتواجدة فى طاقة عالية، هنا فقط تُطلق البيونات، وهذه هى الطريقة التى تتكون بها البيونات فى الأشعة الكونية.

وفى الوقت الحاضر، يتم انتاج عدد هائل من البيونات ذات طاقة وشحنة مختارة، فى معجّلات Acccelerators الجسيمات فى الكثير من أنحاء العالم، ويمكن توجيه البيونات ناحية النويات وذلك لدراسة الصفات النووية.



وعلى الرغم من أن البيونات قد تم وصفها كناقلات للقوة القوية، إلا أنها لا توضع مع نفس الجسيمات الناقلة للقوة، مثل الفوتون أو جسيم W أو جسيم Z . ويرجع ذلك إلى أن العلماء يعرفون حالياً بأن البيونات ليست جسيمات أولية، ولكنها مكونة من «كواركات» وتنتقل القوة القوية بواسطة البيونات الموجودة فى مستوى الطاقة الأكبر فقط، وفى المستوى الأعمق من عالم الكواركات، فإن القوة القوية تنتقل بواسطة جسيمات يطلق عليها «جلونات».

الرنينيات.. تموت قبل أن تولد !

معظم الجسيمات دون الذرية التى تعرضنا لها حتى الآن، لها عمر قصير ومنظور، والجسيم الذى يتحرك بسرعة الضوء تقريبًا يسير لبضعة ملليمترات ويكون عمره نحو 10^{-11} من الثانية، ويرى مساره بوضوح عند تكبير صور «المستحلب» «مجموعة ألواح فوتوغرافية لتجميع مسارات الجسيمات» والغرفة الفقاعية «جهاز للكشف عن الجسيمات عن طريق إحداث فقاعات على طول مسارها»، ولكن عدداً كبيراً من الجسيمات عمرها أقصر من ذلك بملايين المرات وليس لها مسارات مرئية فى أجهزة الكشف، ولكن استنتج علماء الفيزياء وجودها من الجسيمات التى تنتج من أنحلالها، وتكون أطول منها عمراً.

وتعرف الجسيمات ذات العمر القصير جداً بالرنينيات ويبلغ عمرها حوالى 10^{-23} من الثانية. والفترة التى طولها 10^{-23} من الثانيةو إذا قورنت بفترة واحدة من مليون فى الثانية، تكون مثل مقارنة الثانية بفترة طولها ألف سنة !

ولذلك فليس من العجيب أن الرنينيات لا تترك مسارات مرئية، لأنه حتى إذا تحركت بسرعة الضوء فلن تستطيع التحرك بأكثر من قطرها البالغ الضآلة، وحيث أنه من الصعب الاعتقاد بوجود شئ يموت قبل أن يتحرك من مكان مولده، حتى لو سار بسرعة الضوء. ولهذا السبب كان معظم علماء الفيزياء غير متقبلين لحقيقة وجود الرنينيات، عندما اكتشفت فى أوائل الخمسينيات من القرن العشرين.

وكان عمل «أنريكو فيرمى» وفريقه بجامعة شيكاغو بالولايات المتحدة، أول إعلان عن «الرنينيات» فقد أرادوا أن يدرسوا تفاعلات البيون مع البروتون لاعتقادهم أن هذه هى الوسيلة المثلى لتفهم القوة النووية، وتلخصت تجاربهم فى إطلاق البيونات على أهداف من البروتونات فى الهيدروجين السائل، داخل معجل «السنكروسيكلوترون»(*) مر كثير من البيونات

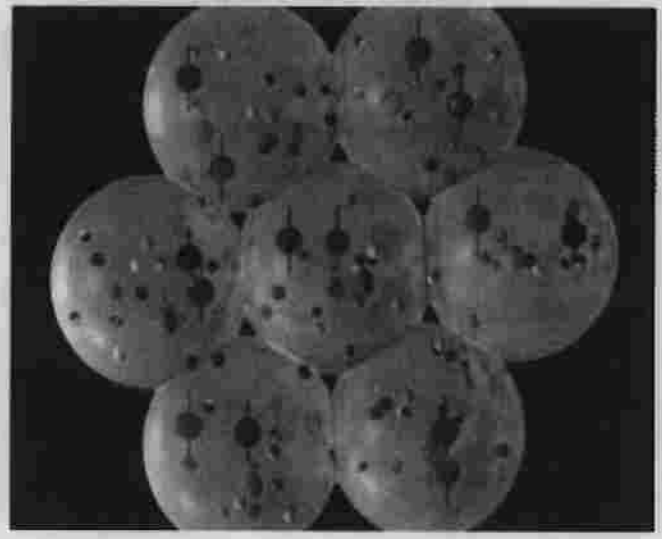
(*) معجل «السيكلوترون» يزيد سرعة الجسيمات المشحونة زيادة هائلة، بفعل مجال كهربائى سريع التردد ومجال مغناطيسى ثابت، أما «السنكروسيكلوترون» فهو نوع حديث من هذه المعجلات، ويتميز بأن تردد المجال الكهربائى فيه، يتعدل باستمرار ويؤدى هذا إلى أن تبلغ سرعة الجسيمات فيه مقادير مروعة.

خلال فراغ ذرة الهيدروجين. بينما أرتد البعض الآخر أو تم امتصاصه، وأمام الهدف توجد قطعتان صغيرتان براقتان بقطر ٢,٥ سم لتسجيل عدد البيونات القادمة. بينما يوجد فى المؤخرة قطعتان كبيرتان لتسجيل عدد البيونات التى عبرت الهيدروجين.

وقد وجد الباحثون أنه كلما زادت طاقة البيونات، قل عدد الجسيمات التى تصل لأجهزة الوميض خلف الهدف، ويحدث هذا التأثير فى حالتى شحنة البيونات الموجبة والسالبة، وإن كانت تلاحظ أكثر مع ذات الشحنة الموجبة، ويبدو أن «فيرمى» وفريقه قد توصلوا بلمحة قصيرة إلى أول ظاهرة ستكون معروفة على أوسع مجال لعلماء الفيزياء والمهندسين وهى «الرنين».

ويحدث الرنين علىى مستوى الذرة، فتمتص ذرة الصوديوم طاقة الكهرباء من ضوء الشارع ثم تشعها فى صورة ضوء، وكل نظم الرنين لها خاصية امتصاص الطاقة بنفس الطريقة، وإذا خططنا رسماً بيانياً لامتصاص الطاقة، نرى أنه يرتفع حتى القمة حسب تغيرات طول الموجة «الذبذبة» ثم يهبط مرة ثانية.

إن الرنينيات موجودة لأن البروتون والنيوترون وغيرهما، مكونة من جسيمات أصغر هي الكواركات، وبنفس الطريقة التي تعيد بها الإلكترونات تنظيم نفسها، تحدث حالة رنين للذرة، وكذلك تؤدي الكواركات إلى حالة رنين للجسيمات المكونة منها.



إن النظريات الجميلة للمادة والقوى التى تنتج قد أنشأت على أساس صلب من القياس والملاحظة، وقد أجريت القياسات وأقيمت التجارب، وأنطلقت التقنيات فى القرن الحادى والعشرين إلى حدود أرحب جديدة، لأن الناس يفكرون ويتساءلون ويجب أن يحدونا الأمل في المستقبل، وأن هناك فرصًا عديدة للإجابة على هذه الأسئلة،و وأن الفيزيائيين يقومون بعمل مفيد ورائع.