عالم غامض.. داخل الكوارك

أحدث الأخبار المثيرة في عالم فيزياء الجسيمات particle physics ، أن الكوارك quark ربما ينقسم إلي بعض المكونات الأولية الأصغر، فقد ثبت أن هناك دلائل علي أن الكوارك له مكونات فرعية داخلية. وهذا أول دليل علي أن الكوارك ليس جسيما أوليًا «كالإلكترون» وإنما يتكون من جسيمات أصغر منه.

ولعل ذلك يكون فتحًا علميًا مدهشًا يفوق نظرية الديناميكيات اللونية الكمية quantum chromodynamics والنموذج القياسي standard model الحالي لفيزياء الجسيمات الأولية، وربما تكون فيزياء الجسيمات التجريبية قد «اكتشفت كنزًا»، هو أول اكتشاف هام بعد فترة طويلة من الزمن.

كوارك قمة...والدفقات عالية الطاقة

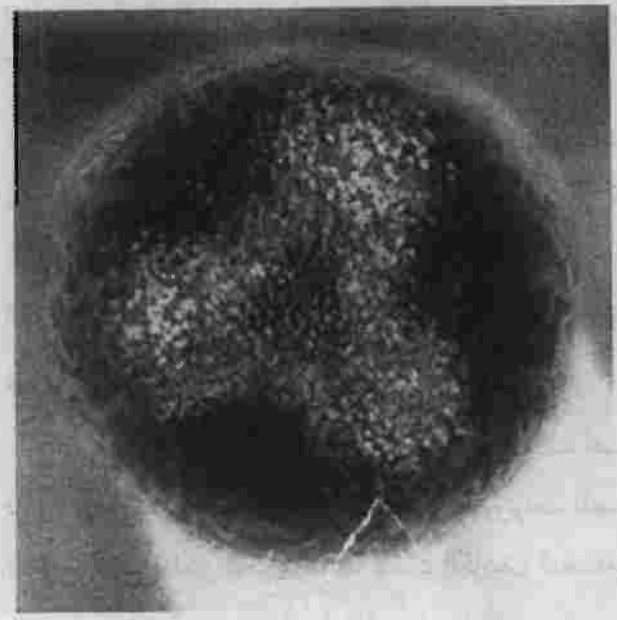
أجري العلماء تجربة بجهاز «الكاشف التصادمي» Collid-er Detector بمختبر فيرمي الأمريكي Fermi في عامي ١٩٩٤ ، ١٩٩٥ افترضت ثم أكدت صحة أكتشاف الكوارك «قمة» Top Quark بإحداث تصادمات بطاقة ١,٨ تيرا إلكترون فولت Tev، بين البروتونات والبروتونات المضادة.

ولكي يتم تجميع دليل مقنع علي وجود كوارك قمة، قام طاقم علماء الكاشف بتجميع بيانات من عدد كبير من تصادمات البروتونات والبروتونات المضادة وبعد الانتهاء بأمان من موضوع كوارك قمة، عكف مجموعة علماء الكاشف علي دراسة البيانات المتجمعة بشأن جوانب أخرى من تصادمات البروتونات والبروتونات المضادة.

إحدي هذه الدراسات تركزت علي «الدفقات عالية الطاقة» jets من تلك التصادمات.

والدفقة عالية الطاقةهو اصطلاح فيزيائي يعني حزمة من

الجسيمات عالية الطاقة، التي تنطلق في نفس الاتجاه ولا تسمح قواعد نظرية «الديناميكيات اللونية الكمية» بوجود كواركات حرة طليقة Free Quarks .



وداخل البروتونات المتصادمة، تكون الكواركات المكونة لها مرتبطة بقوة ببعضها البعض بجلونات Gluons عبارة عن «خيوط لونية» فإذا اصطدم كوارك بآخر وجهًا لوجه واندفع متملصاً من البروتون المحدق به، فإن محاولة هروبه من أسر سجنه تؤدي إلي «مط» الخيط اللوني حتي ينقطع، ويتكون في الحال كوارك جديد وكوارك مضاد له عند طرفي الخيط المقطوع.

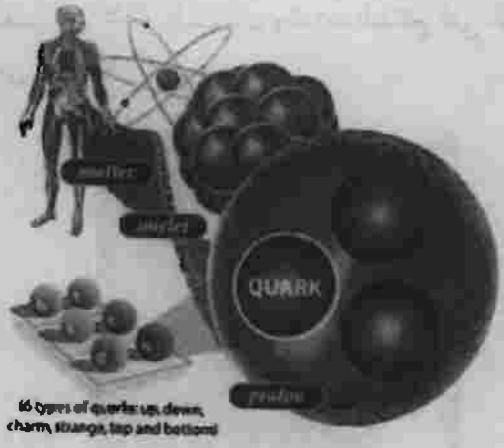
ويتحد العدد الهائل من الكواركات الجديدة، لتكوين العديد من الجسيمات الجديدة التي تتحرك كلها في نفس اتجاه الكوارك الأصلي مكونة «دفقًا». وكلما «أنفلت» كوارك عالي الطاقة من أحد التصادمات، يصل هذا الدفق إلى الكاشف ويُرصد.

غير أن رؤية تلك الدفقات ليس أمراً جديداً. فقد أصبح ذلك سمة قياسية لتصادمات البروتونات والبروتونات المضادة بمختبر فيرمي. لكن الجديد هو أن بيانات الكاشف التصادمي، بيّن وجود زيادة غير متوقعة في الدفقات ذات الطاقات فوق ٢٠٠

ميجا الكترون فولت Gev وهي زيادة لا يمكن تفسيرها وفقًا لأفضل النماذج النظرية المعروفة.

كما أن تحليل تلك النتائج أمر بالغ الصعوبة، ويتطلب الكثير من البراعة والحذر. إذ يجب استبعاد أي «ظاهرة» موجودة، ولا علاقة لها بالدفقات. وأي سوء تقدير لتلك الظواهر التي ليس لها علاقة بالدفقات عالية الطاقة، يمكن أن يؤدي إلي نتائج مضللة، ومن هنا فقد راعي فريق علماء الكاشف، حسن التقدير والتبصر عند تحليل البيانات وتحديد النتائج التي سوف يتم الإعلان عنها.

وكنا نفضل بالطبع تأكيدات لذلك من تجارب أخري. لكن في الوقت الحالي فإننا سوف نتقبل النتائج المعلن عنها. وأحد التفسيرات لتلك الزيادة في الدفقات عالية الطاقة، أنه يوجد في «أعماق» الكواركات جسيمات أخري أصغر منها. وباختصار فإن طاقم الكاشف التصادمي يفترضون وجود جسيمات أساسية أصغر من الكواركات ذاتها.



البريونات....الغامضة

ونحن نعد ذلك مجرد حلقة جديدة في سلسلة الاكتشافات الفيزيائية المشابهة.

ففي عام ١٩١١ استنتج «إرنست راذرفورد» Ernest Rutherford – بعد أن لاحظ فريقه العلمي في «مانشستر» جسيمات «ألفا» تنتشر منطلقة من رقائق الذهب وأحيانًا بزوايا كبيرة جدًا – أن الذرات لابد أن يكون لها تركيب داخلي مدمج أو متراص Compact substructure وهو ما نسميه في الوقت الحاضر «نواة الذرة» Atomic Nucleus.

وفي عام ١٩٩٠، حصل «تيلور» و «كندل» علي جائزة نوبل في الفيزياء، للاكتشاف الذي توصلا إليه، وهو أن انطلاق الإلكترونات من البروتونات، يدل علي وجود مكونات أو جسيمات أصغر داخل البروتون. إن تلك التجارب والأبحاث، قدمت إثباتًا عمليًا مقنعًا علي وجود الكواركات. والآن فإن انطلاق وانتشار جسيمات متناهية في الصغر، نتيجة اصطدام

الكواركات ببعضها البعض، يعد دليلاً علي وجود تركيب داخلي للكوارك ذاته، ويتساءل العلماء : هل معنى ذلك أننا دخلنا في لعبة «الدمي الروسية» الشهيرة، التي تتضمن أن كل دمية بداخلها دمية أصغر، وهكذا إلي مالا نهاية !

وتوحي أبحاث وتجارب الكاشف التصادمي بمختبر فيرمي بأن هناك جسيمات جديدة وغير معروفة حتي الوقت الحاضر. «وتصنع» الكواركات وربما أيضًا اللبتونات Leptons مثل الإلكترونات والنيوترينوات Neutrinos ، مثلما تصنع البروتونات والنيوترونات من الكواركات أو تصنع البروتونات والنيوترونات أنوية الذرات أو تصنع الأنوية والإلكترونات الذرات أو تصنع الذرات الجزيئات... الخ. لكن ترى هل تلك السلسلة المتدرجة لانهائية؟ أم أنها تتوقف في نقطة ما ؟

إذا تأكدت صحة اكتشاف التركيب الداخلي للكوارك بواسطة تجارب أخري، فلن يشكل ذلك مفاجأة للفيزيائيين النظريين فهناك بالفعل مسح مبدئي لمجال التركيب الداخلي للكوارك تم إجراؤه منذ أكثر من ثلاثين عامًا. عندما اقترح كل من «سلام» Salam و «باتي» Pati أول نموذج واضح للتركيب الداخلي للكوارك. واقترحا أن الكوارك يتكون من جسيمات أولية أصغر منه. أطلقا عليها «البريونات» Preons ويوجد في الوقت الحاضر عدد من نماذج البريونات، كلها تحاول شرح خواص

الكواركات واللبتونات «الإلكترونات والنيوترينوات» وهي :

١ – توجد ثلاثة «أجيال» من الكواركات «مثل أعلي up وفتنة charmed وقمة top» .

٢ – كل جيل له «نكهتان» اثنتان Flavors «مثل أعلي وأسفل» تختلف شحناتهما الكهربائيان.

٣ – في كل «نكهة» يكون لكل كوارك «لون» من ثلاثة ألوان للقوة القوية strong force بينما يكون كل لبتون «عديم اللون» وبالإضافة إلي ذلك، لكل كوارك أو لبتون نظيره المضاد لمادته الذي له شحنة مضادة و «لون» مضاد.

وتختلف كتل الكواركات واللبتونات في مدي واسع جداً، فأخف اللبتونات «نيوترينو الإلكترون» Electron Neutrino تقترب كتلته من الصفر، وأثقل الكواركات «كوارك قمة» تصل كتلته إلي ١٨٠ جيجا إلكترون فولت Gev وإذا اعتبرنا الكواركات مختلفة الألوان هي جسيمات مختلفة عن بعضها البعض، يكون لدينا عندئذ علي وجه الإجمال ٢٤ كواركًا

ولبتوناً بالإضافة إلى ٢٤ كواركاً ولبتوناً مضاداً، ولابد من وجود تفسير لكل ذلك، وهذا ما يعكف عليه العلماء في الوقت الحاضر في مختبر فيرمي.