ميكانيكا الكم.. وأشباه الجسيمات

لعل الفيزيائيين يتمكنون قريبًا من «صنع» ثقب أسود في المختبر، بعد أن أظهرت لهم المعادلات الرياضية أن شعاعًا من الضوء يبطئ حتى تتوقف سرعته تمامًا في أحد الغازات، وأنه سوف ينتج «تفرد» مماثل لأفق الثقب الأسود. وسوف تكون أزواج الفوتونات المنطلقة من الغاز مشابهة لإشعاع «هوكنج»، الذي يعتقد أنه ينطلق من الثقوب السوداء، ولكن لم يشاهده أو يرصده أحد حتي وقتنا هذا.

لكن المخططات التي تم اقتراحها لخلق ثقوب سوداء اصطناعية، سوف تواجهها عقبة «تأثير دوبلر» التي تنشأ من الوسط المتحرك. وسبب هذه المشكلة أن الضوء لا يمكن إبطاؤه، إلا في مدي ضيق جداً من الترددات.

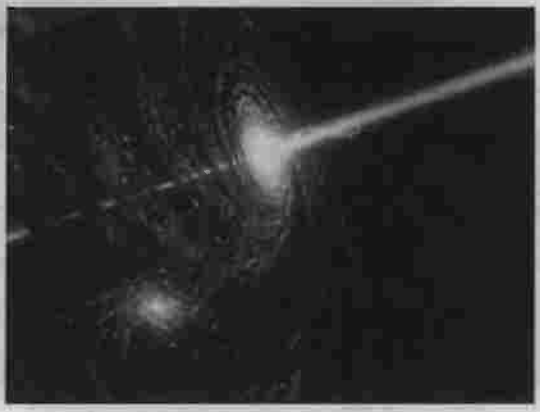
وحل العلماء هذه المشكلة بالتفكير في ثقب أسود بدون أجزاء متحركة، حيث يؤدي شعاع من الليزر الخصائص البصرية للوسط - الذي يكون إما غاز فائق البرودة أو بلورة - بغية السماح بنقل شعاع ضوء ثان يسمي «شعاع استكشاف».

يتم توجيه شعاع الاستكشاف بامتداد طول الوسط بينما يضئ الشعاع الأول الأقوي - المسمي «شعاع الضبط» طول العينة من أعلي. وفي هذا الجهاز تتناسب سرعة مجموعة شعاع الاستكشاف مع شدة شعاع الضبط.

قلوب الظلام.. والجسيمات الافتراضية

تتكون الثقوب السوداء عندما تتقوض النجوم الضخمة علي أنفسها في نهاية حياتها، منتجة نقطًا ذات قوة جذب مروّعة لدرجة أن لاشئ - ولا حتي الضوء - يمكن أن يهرب من قبضتها الجبارة. وعند حافة الثقب الأسود - أي «أفق الحدث» يبطئ الضوء من سرعته ويستطيل بينما يتباطأ مرور الزمن حتى يتوقف تماماً، وذلك حسب تنبؤات النظرية النسبية.

واللافت للنظر أن الثقوب السوداء لها خواص رائعة في مجال ميكانيكا الكم وأيضًا النسبية، وأوضح هذا «ستيفن هوكنج» من جامعة كمبريدج، أن الثقوب السوداء يجب ألا تكون «سوداء» بالمرة، وإنما يجب أن تتوهج أو تتألق !



وسبب ذلك أنه تبعًا لمبدأ اللا يقين، فإن هناك عقيدة هامة لميكانيكا الكم، هي أن الفضاء «الخالي» ليس خاليًا تمامًا كما يعتقد الكثيرون. إذ أن «أزواج» الجسيمات «الافتراضية» – التي تتكون من جسيم ونظيره المادي المضاد له – تظهر «فجأة» وعادة تختفي مرة أخري فجأة خلال فترة زمنية فائقة الصغر.

لكن الثقب الأسود يمكنه أن يفصل الجسمين عن بعضهما البعض عن طريق «ابتلاع» الجسيم أو مضاده إلي داخله، والجسيم الباقي يصبح محرومًا من شريكه. وبالتالي لا يمكنه الاصطدام به والتحول إلى إشعاع كهرمغنطيسي. ومن ثم الاختفاء. ولهذا يصبح هذا الجسيم «حقيقيًا» والطاقة اللازمة لإكسابه وجوده «الحقيقي» تأتي من الثقب الأسود ! ولكن – لسوء الحظ – فإن هذه الظاهرة المسماه «إشعاع هوكنج» ضعيفة جداً بحيث يحجبها الإشعاع المحيط المتخلف من الأنفجار الأعظم. وعلى الأقل هذا هو تفسير الفيزيائيين لحقيقة عدم الكشف عنه أبداً حتي الآن.

والضوء المار خلال كتلة باردة لزجة من الذرات. المعروف بإسم «متكثف بوز – اينشتاين» Bose-Einstein Condensate، يجب أن يتصرف مثل ثقب أسود، بل وينتج إشعاعاً مماثلاً لذلك الذي تنبأ به هوكنج. وفي الوقت الحاضر يمكن أن تسمع حفيف متكثف بوز – اينشتاين في أي مختبر ضخم ولديه الأجهزة الضرورية لتبريد المواد إلى أجزاء من ملايين الأجزاء من

الدرجة الواحدة من الصفر المطلق، وعلي ذلك فمن الممكن اختبار صحة هذه النظرية.

وطبقًا لنظرية الكم، يمكن أن نفكر في الذرات – مثل أي جسم أخر في الكون – باعتبارها موجات أو جسيمات وعندما تبرد تلك الموجات بدرجة كافية، فإنها تنتشر إلى الخارج وتتراكب علي بعضها بعضًا وتندمج ذاتيًا مكونة جسمًا واحداً، بعبارة أخري تكوّن متكثف بوز – اينشتاين. وباستخدام أشعة الليزر، يمكن التحكم في درجة شفافية هذا المتكثف وجعله صلداً، بحيث لا ينفذ منه الضوء بطول موجي معين، وفي مثل هذا الوسط يمكن للضوء أن يتوقف تمامًا، ويزعم العلماء أن الحد الذي يتوقف عنده الضوء، سوف يشبه «أفق الحدث» للثقب الأسود (أي حافته أو نقطة اتصاله بالعالم الخارجي)، إذا تم ضبط نبضة الضوء المار خلال المتكثف بحيث يتخذ شكل منحني يسمي «القطع المكافئ».

ومن الناحية الرياضية تكون قمة القطع المكافئ عبارة عن «تفرد». والضوء بترددات معينة لن يستطيع الهرب من تلك الذرة، وفي نفس الوقت، إذا كان هوكنج علي صواب، فسوف تتولد أزواج الفوتونات (جسيمات الضوء)، علي كلا جانبي الذرة، كما يحدث تماماً عند أفق حدث الثقب الأسود.

السكون التام.. داخل القبر الفضائي

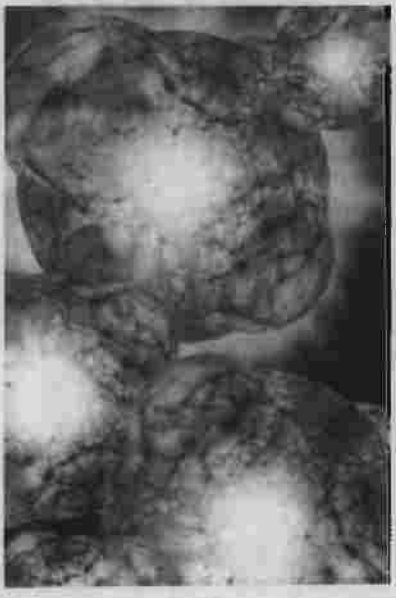
فكرة الثقب الأسود الاصطناعي، فكرة جيدة. لكن هذا الثقب لن يستطيع أن يعيد سوي ترددات معينة للضوء. بينما الثقب الأسود الفضائي الحقيقي، يمكنه أن يلتهم الضوء بكل ترددات.

وقد اقترح أحد العلماء منذ نحو عشرين عامًا، نوعًا من الثقوب السوداء الإصطناعية التي لديها القدرة على ابتلاع كل شئ، وذكر أن موجات الصوت في أى سائل متدفق بسرعة أكبر من سرعة الصوت، سوف يتم حجزها داخل التيار. وعلي ذلك يصبح هذا التيار هو المكافئ الصوتي للثقب الأسود، أي ما يمكن أن نسميه «الثقب الأبكم» وعلي ذلك يجب أن يحدث النوع الصوتي من «إشعاع هوكنج» عند حافة هذا الثقب الأبكم.

وهناك تشابه ثالث مع الثقوب السوداء جاء من نوع من الهيليوم يسمي (الهيليوم ٣) فعند تبريد هذه المادة إلى درجات حرارة منخفضة للغاية، فإنها تنساب دون حدوث أي احتكاك.

ومنذ أربعة أعوام مضت، تمكن بعض الباحثين من طرح فكرة أن هذا المائع «فائق السيولة» يمكن معالجته بحيث يتصرف كثقب أسود، وذلك بإضافة أنواع مخلفة من الموجات فعلي سبيل المثال يمكن أن يتصرف نوع خاص من الموجات يسمي «سوليتون» مثل أفق الحدث عندما يمر خلال (الهيليوم ٣).

ويمكن لهذا السوليتون أن يصطاد الأشياء المسماة «أشباه الجسيمات» داخل حدوده، ثم يشع المزيد من أشباه الجسيمات بطريقة مشابهة لإشعاع هوكنج. وكما يوحي الإسم فإن «أشباه الجسيمات» ليست جسيمات حقيقية، لكنها حقيقية بما يكفي للكشف عنها، فهي حالة من الإثارة التي استقرت لبعض ذرات الهيليوم، بحيث تتصرف بشكل يشابه الجسيمات الحقيقية، ومن ثم يمكن الكشف عنها.



وحتي الآن فإن كل تلك الأفكار الثلاثة تظل مجرد أفكار. لكن بلا شك فإن أول فيزيائي يمكنه أن يثبت لنا أن إشعاع هوكنج موجود بالفعل، سوف يطلب منه أن يسافر إلى ستوكهولم بالسويد، لاستلام جائزة «نوبل» في الفيزياء التي تنتظره ! كذلك سوف يكون ذلك تعزيزاً لموقف هوكنج الذي احتفل منذ وقت قريب بعيد ميلاده الستين، متحدياً إعاقته البدنية والعضلية الهائلة التي يعاني منها.