الكتل المتشابكة حل محتمل لفحص الجاذبية الكمية

يقول الفيزيائيون أنّ الكتل المتشابكة يمكن أن تشير إلى الجاذبيّة الكمّيّة.

أصبح من المحتمل أن يتمّ إثبات الطّبيعة الكمّية المراوغة للجاذبيّة، والتي يبدو أنّه لا مفر منها، بشكل تجريبيّ، فقد قامت مجموعتان منفصلتان في المملكة المتحدة، هما كيارا مارليتو **Chiara Marletto** وفلاتكو فيدرال **Vlatko Vedral** في جامعة أكسفورد **the University of Oxford**، وفريق آخر بقيادة سوجاتو بوس **Sougato Bose** من كلية لندن الجامعيةّ **University College London**، باقتراح التجارب الّتي قد تكشف للمرّة الأولى عن وجود صلة بين نظريّات ميكانيكا الكمّ والنّسبيّة العامّة.

ويبدو أنّ ميكانيكا الكمّ والنّظريّة النّسبيّة العامّة لآينشتاين تعملان بشكل جيد جداً كل في مجالاته، بغض النظر عن المشاكل الّتي يلقيها

الفيزيائيّون عليهما، ولكن رغم ذلك، يبدو أنّ بعض النّتائج الفيزيائيّة المُشرِفة على النّظريات تتعارض جذرياً، ليصبح تطوير نظريّة موحّدة للجاذبيّة الكمّية الّتي تجمع النظريتين مع بعضهما البعض أمراً بالغ الصّعوبة.

ويقول بوس لـدورية **Physics World**: " الضّعف الكبير في تفاعل الثّقالة بالمقارنة مع القوى الأساسيّة الأخرى في الطّبيعة هي مشكلة هائلة، فعلى سبيل المثال، فحتى القوّة الكهروستاتيكية بين إلكترونين تفوق قوّة الجاذبيّة بين كتلتين وزنهما بالكيلوغرام بعدّة مرّات".

استحالة الاختبار

ويبدو من المستحيل حتى الآن اختبار النّظريات حول الطّبيعة الكموميّة للجاذبيّة تجريبياً، وعلى هذا النحو، فإنّ النّظريات الّتي تشمُل الجسيمات الكمّيّة المعروفة باسم الغرافيتونات **Gravitons**، والتي تنقل الجاذبيّة بطريقة مشابهة للفوتونات في الحقول الكهرومغناطيسيّة، إلى الأفكار الشّاملة لنظريّة الأوتار والجاذبيّة الكمّيّة الحلقيّة، مازالت كلّها في إطار التكهُّنات.

وقد اتّخذ ريتشارد فاينمان **Richard Feynman** الخطوات الأولى لابتكار تجربة لاختبار الجاذبيّة الكمّية، فأعدّ كتلة اختبار بحالة تراكب كمّيّ **Quantum Superposition** لموضعين مُختلفين، بحيث تتفاعل مع حقل الثّقالة **Gravitational Field**، وهذا يؤدّي إلى تشابك الكتلة والحقل، فإذا كانت الحالتان الميكانيكيتان للكتلة ممكنتي التداخل ثمّ عودة الكتلة مرّة أخرى إلى موقع مكانيّ محدّد واحد، فإنّ الاقتران مع حقل الثّقالة في ما بعد سيعكس مساره، مما يدل على أنّ الجاذبيّة قد اقترنت بشكل متماسك مع نظام الكمّ.

أراد فاينمان أن تؤكّد هذه التّجربة الطّبيعة الكمّيّة لحقول الثّقالة، ولكن مارليتو وفيدرال يعتقدان أنّها ليست تجربة متطوّرة بما فيه الكفاية، وبما أنّ تداخل الحالتين المكانيتين للكتلة يمكن أن يحدث حتّى في وجود حقول الثّقالة الكلاسيكيّة، فإنّ التّجربة لن تُثبِت أنّ الكتلة والحقل مُتشابكان ما لم يكن من الممكن قياس التّشابك مباشرةً، ولذلك، فإنّ حقل الثّقالة لا يحتاج أن يكون مكمّماً.

التشابك بين كتلتين

يعتقد بوس ومارليتو وزملائهم أنّ مقترحاتهم تُشكّل تطويراً على فكرة فاينمان، وهي تقوم على اختبار ما إذا كان يمكن أن تتشابك الكتلة مع كتلة مماثلة ثانية عبر حقل الثقالة، وللقيام بذلك، ستُعدّ الكتلتان أولاً باستخدام مقياسي تداخل مُتجاورين ومتماثلين، تُستَخدَم هذه الأجهزة عادةً لتقسيم موجات الضوء إلى حزم مُنفَصِلة يمكن بعد ذلك أن تتداخل، وعندما تكون الكُتل الصّغيرة مشتركة، يمكن تقسيم دالاتها الموجيّة الكموميّة وتداخلها لتركيب حالات كموميّة متعدّدة على الكتلة.

يقول مارليتو: "لقد اتّخذ فريقانا نهجين مختلفين قليلاً في الافتراض ، فقد قدّمتُ مع فيدرال أدلّة عامّة على حقيقة أنّ أيّ نظام يمكنه أن يتوسّط التّشابك بين نظامين كمّيّين يجب أن يكون في حدّ ذاته نظاماً كموميّاً، بينما ناقش بوس وفريقه تفاصيل تجربة مُحدّدة، باستخدام حالتين من الدّوران المغزليّ لخلق تراكب مكانيّ للكتل".

إذا كانت حقول الثّقالة ذات طبيعة كمّيّة حقيقيّة، سيدرك الفريقان أنّ جاذبيّة الثّقالة بين الكتلتين ستجعلهما متشابكتين في الوقت الّذي تركا فيه مقياسيّ التّداخل الخاصين بهما، وكما هو الحال في تجربة فاينمان، يمكن أن تكون أوّل كتلة متشابكة مع حقل الثّقالة، ولكن هذه المرة لا يلزم التّفاعل مع حقل الثّقالة لأنّ الكتلة الثّانية يمكن أن تُستَخدَم كشاهد على الخصائص الكموميّة للكتلة الأولى، وهذا من شأنه أن يسمح للباحثين أن يؤكّدوا أنّ حقول الثّقالة الكلاسيكيّة لم تكن مسؤولة عن تداخل الكُتلتين.

الآثار غير المرغوب فيها

ويعترف فريقا بوس و مارليتو أنّ التّحدّيات النّاجمة عن أوجه القصور في التّكنولوجيا الحاليّة تعني أنّ تجاربهم المقترحة ليس لها أي ضمان للنّجاح إذا لم تُجرَ التّجارب بعناية كافية، فإن قوىً أخرى أقوى مثل كاسيمير **Casimir**، أو فان دير فال **Van der Waal** أو غيرها من التّفاعلات الكهرومغناطيسيّة غير المرغوب فيها يمكن أن تحاكي الآثار المرجوّة من الجاذبيّة، وأن تُشابك الكُتلتين، كما أنّ الكُتل تفشل بالتّشابك حتى لو كان حقل الثّقالة مكمّماً، فيجب أن تكون طبيعة الجاذبيّة الكمّية أدقّ وأكثر تعقيداً ممّا يتوقّعه الباحثون، مما يعني أنّ عدم رؤية التّشابك لن يكون نتيجةً غير قاطعة، كما أنّهم يدركون أنّ تجاربهم هذه لا تزال غير قادرة على تأكيد أيّ من النّظريات المتنافسة العديدة للجاذبيّة الكمّيّة.

وصفت المُقترحات ونشرت في ورقتين نُشرتا في **Physical Review Letters**.

- التاريخ: 2018-05-12
- التصنيف: فيزياء

#ميكانيك الكم #النسبية العامة #الغرافيتونات #الجاذبية الكمية

المصادر

- PhysicsWorld

المساهمون

- ترجمة
  - حنا حنا
- مُراجعة
  - مي منصور بورسلي
- تحرير
  - دعاء حمدان
  - فراس جبور
- تصميم
  - عمرو سليمان
- نشر
  - روان زيدان