هل الكون هولوغرام، وهل رؤيتنا للبعد الثالث وهم؟

للوهلة الأولى، ليس لدينا أدنى شك بأنّ الكون يظهر ثلاثيّ الأبعاد. فثمّة نظرية من إحدى أكثر نظريات الفيزياء إثماراً تتحدى هذا الافتراض في العقدين الأخيرين.

يؤكد المبدأ التجسيمي (**holographic principle**) على أن الوصف الرياضي للكون يتطلب في الواقع عدداً من الأبعاد أقل بواحد؛ وبالنسبة لذلك المبدأ فإنّ ما نراه على أنّه البعد الثالث قد يكون مجرد صورة لعملية ثنائية الأبعاد تجري عند أفقٍ كوني عملاق.

يُدرس المبدأ التجسيمي في الفضاءات الغريبة وسالبة الانحناء حتى هذه اللحظة، وعلى الرغم من أهميتها من الناحية النظرية، إلا أنّ هذه

الفضاءات مختلفة عن الفضاء الموجود في كوننا، ويقترح علماء من جامعة فيينا للتكنولوجيا وفقاً لنتائج جديدة حصلوا عليها على أن المبدأ الهولوغرافي (التجسيمي) يصمد حتى في زمكانٍ (**spacetime**) مسطح.

المبدأ الهولوغرافي

يعرف الجميع الهولوغرامات بفضل بطاقات الإئتمان والأوراق النقدية. فهي ثنائية الأبعاد، لكنها تظهر ثلاثية الأبعاد بالنسبة لنا، وقد يبدو الكون بطريقة مشابهة لذلك. يقول دانيال غروميلر **Daniel Grumiller** من جامعة فيينا: "في العام 1997، اقترح عالم الفيزياء جوان مالديسينا **Juan Maldacena** فكرة وجود توافق بين نظريات الجاذبية في **فضاءات دو سيتر المضادة والمنحنية** (**curved anti-de-sitter spaces**) من جهة، وبين نظريات الحقل الكمومي التي تمتلك بُعدين من جهة أخرى".

تُوصف الظواهر الثقالية في أي نظرية بثلاثة أبعاد، ويُحسب سلوك الجسيمات الكمومية في نظريةٍ تتمتع فقط باثنين من الأبعاد المكانية، ويُمكن رسم نتائج الحسابين بالنسبة لبعضهما بتوافق مفاجئ جداً، مثل إيجاد معادلات آتية من كتب علم الفلك. يُمكن استخدامها لإصلاح مشغل أقراص مضغوطة. لكن أثبتت هذه الطريقة قدرتها على تحقيق نجاح هائل. نُشرت حتى اليوم أكثر من 10 آلاف ورقة علمية تتعلق **بتوافق** (**AdS-CFT**) الذي وضعه مالديسينا.

توافق موجود حتى في الفضاءات المسطحة

يُعد هذا الأمر غايةً في الأهمية بالنسبة للفيزياء الأساسية، لكنه يبدو غير قادر على فعل الكثير مع كوننا؛ فظاهرياً نحن لا نعيش في فضاء دو سيتر المضاد.

إنّ هذه الفضاءات تمتلك خواصاً مذهلة، فهي سالبة الانحناء، وإن جسماً يُقذف بعيداً على مسار خطٍ مستقيم، سيعود في النهاية إلى المكان الذي انطلق منه. يقول دانيال: "بالمقابل، فإنّ كوننا مسطح جداً، وعند المسافات الفلكية، يتمتع هذا الكون بانحناء موجب".

ومع ذلك، فقد افترض غروميلر وعلى مدار فترة من الزمن بوجود مبدأ توافقي يستطيع البقاء صحيحاً في كوننا الواقعي. ولاختبار هذه الفرضية، يجب إعادة بناء نظريات الجاذبية، التي لا تتطلب وجود فضاءات دو سيتر الغريبة، وتستطيع الوجود في فضاء مسطح. عمل غروميلر وزملاؤه من جامعة فيينا بالتعاون مع جامعات ادنبره وهارفارد وبون ومعهد ماساشوستس للتكنولوجيا وجامعة كيوتو على تلك الفرضية، على مدار ثلاثة أعوام، والآن، نشر غروميلر وزملاء له من الهند واليابان مقالاً في مجلة (Physical Review Letters) يؤكدون فيه على صحة مبدأ التناظر في الكون المسطح.

إجراء الحساب لمرتين، والنتيجة نفسها

يقول غروميلر: "إذا كانت الجاذبية الكمومية في كونٍ مسطح تسمح بوصفٍ هولوغرافي اعتماداً على النظرية الكمومية القياسية، إذن لابدّ من إنجاز ذلك بوجود كميات فيزيائية يُمكن حسابها في كلا النظريتين، ويجب أن تتوافق النتائج". وبشكلٍ خاص، يجب أن تظهر إحدى الخواص الأساسية في ميكانيك الكم التشابك الكمومي (**Entanglement**) في نظرية الجاذبية.

عندما تتشابك الجسيمات الكمومية فإنه لا يعود بالإمكان وصفها بشكلٍ إفرادي؛ فتُشكل بالتالي جسماً كمومياً مفرداً حتى لو كانت المسافات الفاصلة بينها كبيرة جداً. وهناك معيار لقياس مقدار شدة التشابك في نظامٍ كمومي ما (**Quantum System**) يُعرف بانتروبي التشابك (**Entropy of Entanglement**).

يقول ماكس ريغلر **Max Riegler** من جامعة فيينا: "يُؤكد هذا الحساب صحة افتراضنا القائل بإمكانية وجود المبدأ الهولوغرافي في فضاءات مسطحة، وتحقق هذا التناظر هو أمرٌ واضح في كوننا". ويُضيف: "إنّ حقيقة قدرتنا على التكلم حول المعلومات الكمومية وانتروبي التشابك داخل نظرية الجاذبية أمرٌ مذهل بحد ذاته، وكان من الصعب جداً تخيله حتى قبل بضعة أعوام مضت. يُمكننا الآن استخدام ذلك كأداة اختبار لصحة المبدأ الهولوغرافي، وقدرة ذلك الاختبار على العمل أمرٌ رائع جداً".

مع ذلك، لا يُثبت ذلك حتى الآن أننا نعيش في هولوغرام، لكن يبدو لنا أن الأدلة المتعلقة بصحة مبدأ التناظر في كوننا الخاص يزداد تناميها.

- التاريخ: 2018-01-31
- التصنيف: الكون

#انتروبي #التشابك الكمومي #هولوغرام #الجاذبية الكمومية

المصطلحات

- **الإنتروبي (entropy)**: هو كمية الطاقة غير المتاحة للقيام بعمل في نظام فيزيائي، وقد أطلق عليه كلاوزيوس مصطلح الإنتروبي ملهماً بكلمة tropi التي تعني التحول، واختيرت لتكون أقرب ما يُمكن من كلمة الطاقة (energy)، ويقول أشهر قوانين الطبيعة المعروف بالقانون الثاني في الترموديناميك "لا يُمكن لانتروبي نظام فيزيائي مغلق أن يتناقص أبداً".

المصادر

- جامعة فيينا للتكنولوجيا
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- تحرير
  - فراس عرفة
- تصميم
  - رنا أحمد
- نشر
  - مازن قنجراوي