

نظرية الكون التعاقبي 4

إعداد وترجمة د. جواد بشارة

عندما نعرف حقيقة الثقوب السوداء سنكتشف حقيقة الكون المرئي وهل هو ثابت أم تعاقبي:

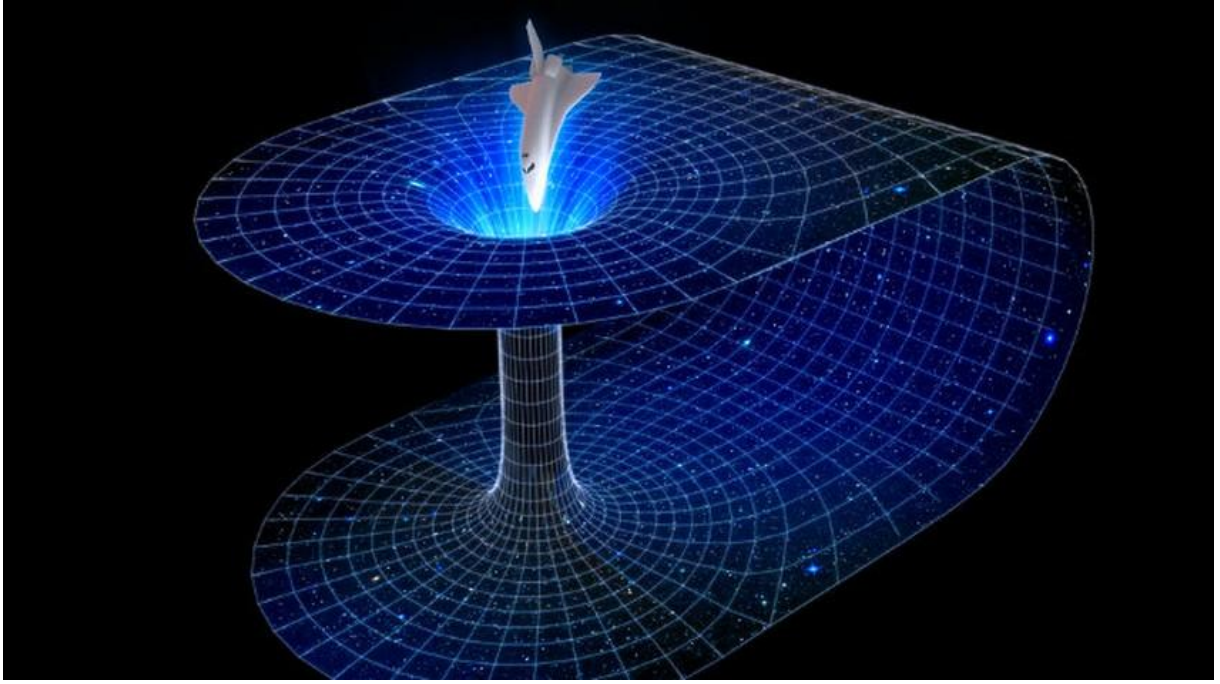
من المؤكد أن الثقوب السوداء هي واحدة من أغرب الأشياء في الكالوج الكوني. تنبأت معادلات النسبية العامة لألبرت أينشتاين بها، ولم يعد وجودها موضع نقاش اليوم، فقد نشر تعاون Event Horizon Telescope الصورة الأولى للجانب الهيكلي للثقب الأسود في عام 2019. ولكن على الرغم من كل القرائن الملاحظة التي لدينا حول هذه الأشياء، ما زلنا لا نعرف بالضبط ما بداخلها. قدمت العديد من النظريات، مثل نظرية الأوتار الفائقة والجاذبية الكمومية الحلقية، إجابات نظرية، لكن السؤال لا يزال حتى يومنا هذا عصياً وعلقاً.

يتناسب نصف قطر الثقب الأسود مع كتلته، وهذا يعني أن كثافة الثقب الأسود تتناسب عكسياً مع كتلته. بعبارة أخرى، كلما كان الثقب الأسود أصغر، كان أكثر كثافة، وكلما زادت كثافة جاذبيته ستكون بالقرب من أفق الحدث. إن محاولة الدخول إلى ثقب أسود نجمي هي المخاطرة بالتعرض للفرم مثل المعكرونة على الفور، أي التمدد ثم التدمير بفعل قوى المد والجزر الشديدة للثقب الأسود.

الثقوب السوداء الهائلة أقل كثافة بكثير لذلك من الممكن الاقتراب منها، وحتى تجاوز أفق الأحداث دون التعرض لأدنى خطر (عن طريق وضع جانباً بالطبع الإشعاعات فائقة الطاقة القادمة من قرص التراكم الذي من شأنه أن يطبخ أي رائد فضاء على الفور). ومع ذلك، كان أينشتاين واضحاً في هذه النقطة: بغض النظر عما إذا كنت قد تمكنت من دخول ثقب أسود أم لا، فإن فرادته المركزية أو تفرده المركزي سيكون نقطة نهاية الرحلة. ولكن هل هذا هو الحال فعلاً؟

الثقوب الدودية: ممرات الزمكان داخل الثقوب السوداء؟

على مر السنين، درس العلماء احتمالية أن تكون الثقوب السوداء ثقباً دودياً تؤدي إلى مجرات أخرى وربما إلى أكوان أخرى. قد تكون، كما اقترح البعض، طريقاً إلى عالم آخر. كانت هذه الفكرة موجودة منذ بعض الوقت: تعاون أينشتاين مع ناثن روزن لوضع نظرية للجسور التي تربط بين نقطتين مختلفتين في الزمكان في عام 1935.



على الرغم من أنها حل محتمل لمعادلات النسبية العامة، تتطلب الثقوب الدودية أن تظل المادة الغريبة مستقرة. ومع ذلك، وفقاً للعديد من الفيزيائيين (مثل Jefferis et al.) ، قد يكون هناك تكوين مستقر للثقب الدودي لا يتطلب مثل هذه المواد. الائتمان: Andrzej Wojcicki / Getty.

اكتسبت النظرية قوة في الثمانينيات من القرن الماضي عندما أثار الفيزيائي كيب ثورن Kip Thorne - أحد الخبراء البارزين في الآثار الفيزيائية الفلكية لنظرية النسبية العامة لأينشتاين - نقاشاً حول ما إذا كانت الأجسام يمكن عبورها جسدياً. ومع ذلك، يبدو من غير المحتمل وجود الثقوب الدودية في الوقت الحاضر.

في الواقع، كتب ثورن، الذي قدم مشورته الخبيرة لفريق إنتاج فيلم أنتير ستيلير - بين النجوم - Interstellar: "لا نرى أي شيء في كوننا يمكن أن يصبح ثقباً دودياً مع تقدمنا في العمر"، في كتابه "علم بين النجوم". يوضح ثورن أن السفر عبر هذه الأنفاق النظرية سيظل على الأرجح خيالاً علمياً، وبالتأكيد لا يوجد دليل قوي على أن الثقب الأسود يمكن أن يسمح بمثل هذا المرور. وهناك فرضية أخرى أكثر إدهاشاً وثورية.

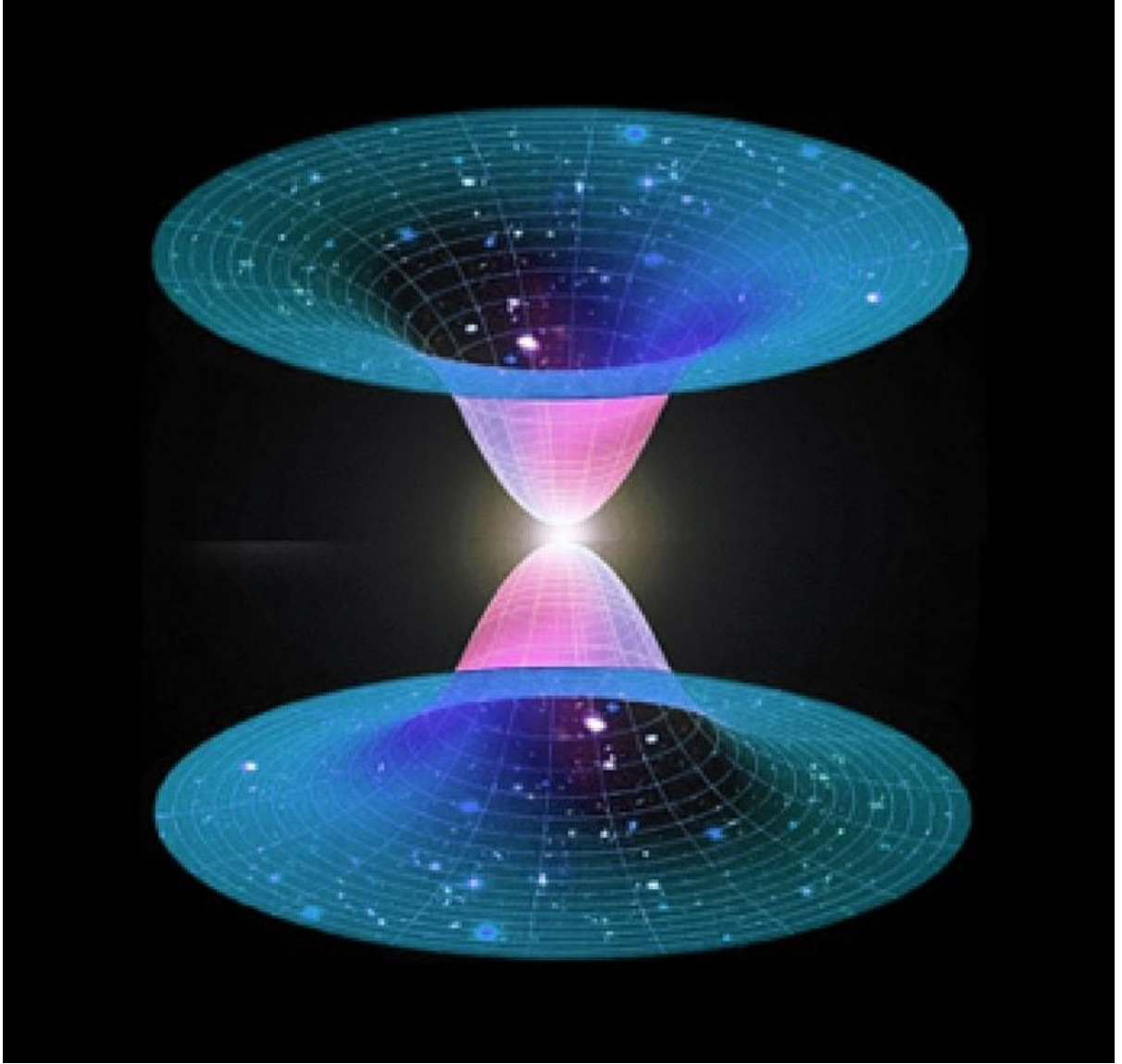
ثقوب السوداء: بوابات للثقوب البيضاء Trous noirs des passerelles vers des trous blancs

إذا أدت الثقوب السوداء إلى مجرات أو أكوان أخرى، فقد تكون عكسها تماماً في نهاية النفق، من الجهة الأخرى المقابلة، على سبيل المثال ، الثقوب البيضاء ، وهي نظرية طرحها عالم الكونيات الروسي إيغور نوفيكوف Igor Novikov في عام 1964. اقترح نوفيكوف أن الثقب الأسود مرتبط بثقب أبيض كان موجوداً في الماضي. على عكس الثقب الأسود، يسمح الثقب الأبيض للضوء والمادة بالخروج، لكن الأخير لا يمكنه الدخول.

واصل الفيزيائيون استكشاف الصلة المحتملة بين الثقوب السوداء والثقوب البيضاء. أكد الفيزيائيان كارلو روفيلي وهال إم هاغارد Carlo Rovelli et Hal M. Haggard في دراستهما لعام 2014 المنشورة في مجلة Physical Review D، أن "هناك مقياسًا كلاسيكيًا يرضي معادلات أينشتاين خارج منطقة زمان محدودة حيث تنهار المادة في ثقب أسود ثم تنبثق من ثقب أبيض". بعبارة أخرى، يمكن رفض المادة التي تمتصها الثقوب السوداء، ويمكن أن تتحول الثقوب السوداء نفسها إلى ثقوب بيضاء عندما تموت.

بعيدًا عن تدمير المعلومات التي يمتصها، سيتم إيقاف انهيار الثقب الأسود. بدلاً من ذلك، سيخضع لارتداد كمومي، مما يسمح للمعلومات بالهروب. إذا كان الأمر كذلك، فسوف يدعم اقتراحًا قدمه عالم الكونيات والفيزياء النظرية السابق بجامعة كامبريدج ستيفن هوكينغ، الذي استكشف في السبعينيات احتمال أن تصدر الثقوب السوداء جسيمات وإشعاعات إلى سلسلة التقلبات الكمومية على حافة أفقها.

حسب هوكينغ أن الإشعاع سيؤدي إلى فقدان الثقب الأسود للطاقة، والتقلص، والاختفاء، كما هو موضح في بحثه عام 1976 المنشور في مجلة Physical Review D. استنادًا إلى ادعاءاته بأن الإشعاع المنبعث عشوائي ولا يحتوي على معلومات حول ما تم امتصاصه، فالثقب الأسود، أثناء تبخره، سيمحو جميع المعلومات الواردة.



انطباع الفنان عن الانتقال بين الثقوب الأسود والثقوب الأبيض. باستخدام الجاذبية الكمومية الحلقية *gravité quantique à boucles* ، أظهر أشتيکار وأولميديو وسينغ Ashtekar, Olmedo et Singh أن الثقوب السوداء تتطور إلى ثقوب بيضاء. المصدر: F. Vidotto

هذا يعني أن فكرة هوكينغ كانت على خلاف مع ميكانيكا الكموم بحيث لا يمكن تدمير المعلومات. أدت فكرة هوكينغ إلى "مفارقة معلومات الثقب الأسود" وقد حيرت العلماء لفترة طويلة. قال البعض إن هوكينغ كان ببساطة مخطئاً، بل إن الرجل نفسه قال إنه ارتكب خطأ في مؤتمر علمي في دبلن عام 2004.

في دراستهم لعام 2013 المنشورة في مجلة *Physical Review Letters*، طبق خورخي بولين Jorge Pullin من جامعة ولاية لويزيانا ورودولفو جاميني Jorge Pullin من جامعة جمهورية مونتيفيديو في أوروغواي الجاذبية الكمومية الحلقية على ثقب أسود ووجدوا ديناميكية جاذبية متماسكة مع وجود مخرج للمادة. أعطت النتائج مصداقية إضافية لفكرة عمل الثقوب السوداء كجسور في

الزمكان. في هذه الدراسة، لا توجد التفردات أو الفراتات، لذا فهي لا تشكل حاجزاً منيعاً ينتهي به الأمر إلى سحق كل شيء يواجهه. كما يعني أن المعلومات لا تختفي.

ومع ذلك، يعتقد الفيزيائيون أحمد المهيري ودونالد مارولف وجوزيف بولشينسكي وجيمس سولي Ahmed Almheiri, Donald Marolf, Joseph Polchinski et James Sully هوكينغ كان على حق. لقد عملوا على نظرية تعرف باسم جدار الحماية AMPS pare-feu، أو فرضية جدار حماية الثقب الأسود. وفقاً لحساباتهم، يمكن لميكانيكا الكم أن تحول أفق الحدث إلى جدار ضخم من النار وأي شيء يلامسه سيحترق في لحظة. بهذا المعنى، لا تقود الثقوب السوداء إلى أي مكان، لأنه لا شيء يمكنه ولوجها. وقد يكون الكون الفركتلي الصغير موجوداً في الثقوب السوداء المشحونة افتراضياً، سنتناول ذلك بالتفصيل لاحقاً.

إلا أن هذا، مع ذلك، ينتهك نظرية النسبية العامة لأينشتاين. يجب ألا يشعر الشخص الذي يعبر أفق الحدث بأي تأثيرات معينة، لأنه سيكون في حالة سقوط حر، ووفقاً لمبدأ التكافؤ، لن يشعر هذا الشخص بالتأثيرات القصوى للجاذبية. وحتى لو لم تنتهك النسبية العامة، فإن هذه الفرضية تتعارض مع نظرية المجال الكمومي *la théorie quantique des champs*. لقد ذهب هوكينغ إلى حد القول إن الثقوب السوداء قد لا تكون موجودة أصلاً. وكتب بهذا الصدد: "يجب إعادة تعريف الثقوب السوداء على أنها حالات مرتبطة ثابتة في مجال الجاذبية". لن يكون هناك تفرد أو فرادة، وبينما يتحرك الحقل الظاهر إلى الداخل بسبب الجاذبية، فإنه لن يصل أبداً إلى المركز، وبالتالي لا يشكل أبداً فرادة.

بعض الثقوب السوداء فائقة الكتلة هي في الواقع ثقوب دودية:

يفترض علماء الفلك الفلكيون الروس أن بعض الثقوب السوداء الفائقة الكتلة هي في الواقع ثقوب دودية، وهي أجسام افتراضية تعمل كجسر بين نقطتين في الكون. إذا كانت هذه الاختصارات الكونية عبر المكان والزمان موجودة، فيمكنها يوماً ما أن تسمح بالسفر بين النجوم والسفر عبر الزمن، حسبما أفاد موقع Vice في 6 أكتوبر. يمكن أن تؤكد الدراسة التي نشرها علماء الفلك الفلكيون في مرصد بولكوفو *de l'observatoire de Pulkovo* في سانت بطرسبرغ التنبؤات التي قدمها أينشتاين في 1935 في الإطار العريض لنظريته عن النسبية العامة - في السنوات الأخيرة، المزيد والمزيد من الاكتشافات الفلكية تؤكد تجريبيًا ما كان يتخيله في بداية القرن العشرين بما في ذلك وجود الثقوب السوداء.

يشير علماء الفيزياء الفلكية الروس إلى أن سفينة فضائية ربما يكون بوسعها أن تمر عبر أحد هذه الثقوب الدودية يمكن أن تنقل المسافرين عبر الزمن. وأوضحوا أن "إحدى النتائج الرائعة لوجود هذا النوع من الثقوب الدودية هي أنها في الواقع آلات طبيعية للسفر عبر الزمن"، كما شرح ميخائيل بيوتروفيتش Mikhail Piotrovich، المؤلف المشارك في الدراسة.

يتابع الباحث: "الثقوب الدودية التي نتحدث عنها هي ثقوب دودية يمكن عبورها، وهذا يعني أنه من الناحية النظرية، يمكن للسفن الفضائية السفر الإبحار عبرها". "لكن بالطبع، عليك أن تفهم أننا لا نعرف سوى القليل جدًا عن البنية الداخلية للثقوب الدودية، ولا نعرف حتى على وجه اليقين ما إذا كانت موجودة."

حتى لو كانت موجودة، فإن الثقوب السوداء الخارقة التي يتحدث عنها الباحثون هي تلك الموجودة في المجرات النشطة، مع نواة تنبعث منها أشعة نشطة قوية.. إن الثقوب السوداء العملاقة في مركز هذه

المجرات هي في الواقع "أفواه" الثقوب الدودية التي يمكن عبورها. لكن أقربها يبعد ملايين السنين الضوئية من مجرة درب التبانة، والتي يُقال إن ثقبها الأسود الهائل هو مجرد ثقب أسود. محبط أم مطمئن؟

تم الكشف عن فرضية (عمرها 50 عامًا بالفعل) تتنبأ بوجود أجسام تسمى GEODEs (الكائنات العامة للطاقة المظلمة) من خلال تصحيح مقترح للنظريات التي نستخدمها لنمذجة كيف يتوسع اللون المرئي.

إذا كانت هذه النسخة الجديدة من النموذج الكوسمولوجي الكلاسيكي صحيحة، فهذا يعني أن بعض الثقوب السوداء قد تحتوي بشكل جيد على نوى من الطاقة المظلمة النقية، مما يتسبب في توسع الكون واستدامته.

تعاون عالم الفيزياء الفلكية في جامعة هاواي كيفن كروكر وعالم الرياضيات جويل وينر لإبراز أن كمية البيانات، بالنسبة إلى حجم ونمو الكون المرئي بشكل عام، ضعيفة جدًا. وبالتالي، في نفس الوقت، يحتمل أن تكون غير ذات صلة.

قال كروكر: "لمدة 80 عامًا، كنا نميل بشكل عام إلى الاعتقاد بأن الكون لم يتأثر بعناصر معينة في منطقة صغيرة". "ولكن من الواضح الآن أن النسبية العامة يمكن أن تربط بشكل ملحوظ النجوم المنهارة (مناطق بحجم هونولولو) بسلوك الكون ككل، والذي يزيد حجمه عن مليار مرة."

كائنات مثل Powehi ، وهو جسم مدمج فائق الكتلة تم تصويره مؤخرًا في مركز المجرة M87 ، يمكن أن يكون في الواقع GEODEs. تم تصوير GEODE Powehi، الموضح هنا بالتفصيل (الصندوق الأخضر) ، بواسطة تلسكوب Event Horizon. المنطقة التي تحتوي على الطاقة المظلمة مصورة هنا باللون الأخضر (في المربع). تعتمد خصائص أي قشرة (أرجوانية)، إن وجدت، على نموذج GEODE. الائتمان: EHT / NASA / CXC / جامعة فيلانوفيا

قد لا يؤدي هذا التفسير البديل للفيزياء الأساسية فقط إلى تغيير فهمنا لتوسع الكون، ولكن قد نحتاج أيضًا إلى إعادة التفكير في كيفية تأثير هذا التوسع على الأشياء المحيطة في الكون، مثل نوى النجوم المنهارة.

حقيقة أن الفضاء كان يتوسع باطراد لمدة 13.8 مليار سنة هي الآن سمة مقبولة على نطاق واسع للكون. مجموعة المعادلات التي نستخدمها لوصف هذا التوسع وضعها الفيزيائي الروسي ألكسندر فريدمان على الورق منذ أكثر من قرن بقليل. قدمت هذه المعادلات حلاً لنظرية النسبية العامة لأينشتاين، والتي تدعم الآن نموذجنا العالمي المعياري لعلم الكونيات.

ومع ذلك، على الرغم من أن معادلات فريدمان كانت مفيدة للغاية، إلا أنها تستند إلى افتراض أن كل المادة في الفضاء المتسع لها تركيبة مماثلة، وبالتالي تتوسع بشكل منصف عبر الكون. هذا يعني أننا نميل إلى تجاهل مدارات النجوم والمجرات، تمامًا كما قد لا ندرج البط في الديناميكا المائية للبحيرة، على سبيل المثال.

ومع ذلك، يتساءل كروكر ووينر عما يمكن أن يحدث للمساحة والأشياء الموجودة داخلها إذا قمنا بإجراء بعض التغييرات المعقولة على البيانات التي تغذي هذه الافتراضات. والعواقب ليست تافهة! في الواقع، وفقًا لنموذجهم المناسب، يمكن أن تؤثر مساهمات البط (المجازية) بشكل جيد على مياه البحيرة بعد كل شيء ... علاوة على ذلك، فإن توسع البحيرة قد يتسبب في فقدانهم أو اكتسابهم الطاقة اعتمادًا على نوعهم.

من الناحية النظرية، قد يتضمن هذا التفسير مراعاة نمو الكون عند وصف ظواهر معينة، مثل موت نجم على سبيل المثال.

في عام 1966، تساءل الفيزيائي الروسي، إيراست جليزر، كيف ستبدو بعض الكثافات في الفضاء (بالقرب من الانفجار العظيم ومن ناحية النسبية)، مثل الفراغ الذي يمكنه مواجهة تأثيرات الجاذبية.. بدا حله وكأنه ثقب أسود عند النظر إليه من الخارج. باستثناء الداخل، كانت فقاعة الطاقة تنتشر ضد الكون المحيط.

بعد نصف قرن، شرع علماء الفيزياء الفلكية أخيرًا في البحث عن قوة الدفع هذه. اليوم نسمي هذه الطاقة غير الموصوفة "الطاقة المظلمة" أو "الطاقة المظلمة"، لكن هل يمكن أن يكون جيب غليزر النسبي من العدم هو مصدر التوسع المتسارع لكوننا؟

وفقًا لعمل كروكر ووينر ، إذا كان هناك عدد قليل من النجوم القديمة تم انهيارها لتوليد GEODES (بدلاً من الافتراضات الأكثر نموذجية والمقبولة اليوم) ، فإن متوسط تأثيرها على توسيع الفضاء سيبدو مثل الطاقة المظلمة.

لكن العلماء ذهبوا إلى أبعد من ذلك، حيث طبقوا نموذجهم المصحح على أول اكتشاف ورصد لموجات الجاذبية (نتيجة تصادم الثقوب السوداء) التي تم قياسها بواسطة LIGO. من أجل تطابق الحسابات، افترض الباحثون أن النجوم التي شكلت الثقوب السوداء المنصهرة شكلت نفسها في بيئة منخفضة المعادن، مما يجعلها نادرة.

من الناحية التكنيكية الفنية، يجب أن تتطور طاقة GEODE بالتوازي مع نمو الكون، وضغط نفسه بكفاءة باعتباره المكافئ الكوني لـ "الانزياح الأزرق" (وهو التأثير المعاكس للانزياح الأحمر، يحدث عندما تصبح المسافة بين مصدر الضوء والمراقب أصغر وأصغر).

"نتوقع العديد من النتائج الأخرى لمراقبة سيناريو في GEODES ، بما في ذلك طرق عديدة لاستبعاده! لقد بدأنا بالكاد في خدش السطح".

في وقت سابق في فبراير - شباط سنة 2016 ، حقق علماء الفلك اكتشافًا تاريخيًا: بعد ما يقرب من 100 عام من تنبؤات ألبرت أينشتاين ، نجح الباحثون في اكتشاف موجات الجاذبية. تم الكشف عن هذه التذبذبات في انحناء الزمكان من خلال إشعاعها المنبعث من اندماج ثقبين أسودين.

كان ذلك، بطريقة ما، تأكيدًا لنظرية النسبية العامة لأينشتاين، لكن اكتشافًا غير متوقع اقترح للتو حقيقة أن نظريته تفشل في تفسير أفق الحدث للثقوب السوداء. في الواقع، منذ فبراير، تمكن مرصد موجات الجاذبية بالليزر (LIGO) من تحليل ما مجموعه ثلاث ظواهر لموجات الجاذبية.

لكن الآن بعد أن تمكن الباحثون من تحليل البيانات بدقة، زعموا أنهم وجدوا آثارًا لصدى في موجات الجاذبية التي تتحدى توقعات أينشتاين.

تم نشر هذه المطالبات الجديدة على ArXiv.org ، حيث يمكن النظر فيها من قبل بقية المجتمع العلمي وكذلك الجمهور ، قبل إخضاعها لمراجعات الأقران. تظهر الحسابات الأولية أن هامش الخطأ هو 5 سيغما، مما يعني في عالم الفيزياء أن هناك فرصة واحدة من كل 3.5 مليون تكون النتيجة بسبب الصدفة.

إذا أظهر بحث جديد أن هذه الأصداء موجودة بالفعل، فسيكون هذا اكتشافًا ذا أهمية كبيرة للفيزياء. قال ستيف جرينجر، الباحث في الثقوب السوداء بجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا، والذي لم يشارك في الدراسة: "إن اكتشافات مرصد ليغو تمثل فرصة مثيرة للتحقيق في نظام فيزيائي جديد".

من ناحية أخرى، إذا اختفت الأصداء، فإن نظرية النسبية العامة كانت ستجتاز اختبارًا إضافيًا. في الواقع، حاول الفيزيائيون في جميع أنحاء العالم منذ عقود خلق ثغرات في نظرية أينشتاين، في محاولة لإيجاد طرق قد لا تكون متوافقة مع النتائج الحالية، ولكن حتى الآن لظالما ازدهرت النسخة الأصلية لأينشتاين.

مما تتكون هذه الأصداء وما علاقتها بالنسبية العامة؟ يجب أن نشير إلى مفارقة المعلومات. مفارقة المعلومات هي مفارقة أبرزها ستيفن هوكينغ في عام 1976، حيث عارض قوانين ميكانيكا الكم لقوانين النسبية العامة. في الواقع، تشير النسبية العامة إلى أن المعلومات يمكن أن تختفي بشكل أساسي في الثقب الأسود. يشير فقدان المعلومات هذا إلى عدم قابلية الانعكاس (يمكن أن تأتي الحالة نفسها من عدة حالات مختلفة) وتطور غير موحد للحالات الكمومية، وهو بالتالي في تناقض جوهري مع افتراضات ميكانيكا الكم.

وفقًا للنظرية النسبية العامة لأينشتاين، يجب أن يختفي كل شيء يعبر أفق حدث الثقب الأسود دون ترك أي أثر. حتى الضوء لا يمكن أن يفلت منه. لكن في الآونة الأخيرة، طعن الباحثون في هذه الفكرة لأنه وفقًا لميكانيكا الكم، فإن المادة التي تم التقاطها بواسطة الثقب الأسود ستظل تترك آثارًا لنفسها خارجها. إذن كيف يمكن لأفق الحدث أن يرضي كلاً من النسبية العامة (وبالتالي فإن كل ما يعبر هذه الحدود سيتم تدميره تمامًا) وميكانيكا الكم (حيث ستبقى الآثار)؟ هذه واحدة من أكبر المشاكل في الفيزياء، ولا أحد لديه إجابة حتى الآن.

أحد التفسيرات المقترحة في عام 2012 هو فرضية جدار النار. يشير الأخير إلى وجود حلقة من الجسيمات عالية الطاقة حول أفق حدث الثقب الأسود، وبالتالي تمتلك كثافة طاقة عالية، والتي تحرق حرفياً أي مادة تمر عبرها. لكن الفيزيائي ستيفن هوكينغ يعتقد أن الأمر مختلف: يقال إن الثقوب السوداء محاطة بـ "شعر" ناعم. هذه "الشعيرات" عبارة عن إثارة كمومية منخفضة الطاقة، والتي تخزن نمطًا مميزًا لكل ما تم امتصاصه في الثقب الأسود.

أيًا كانت الفرضية التي تصدمك أكثر من غيرها، فإن الرسالة هي نفسها: بدلاً من امتلاك أفق الحدث الخاص بها (الذي تنبأ به النسبية العامة)، قد تكون الثقوب السوداء ومحيطها أكثر ازدحامًا منا. كانت المشكلة، أنه لم يكن لدينا طريقة لاختبار هذه الفرضيات، حتى اكتشاف LIGO موجات الجاذبية هذه في وقت سابق من عام 2015.

الآن، مع توفر أحدث البيانات، توصل فريق من الباحثين الدوليين إلى طريقة لقياس ما يحدث حول الثقوب السوداء: إذا كانت حافة الثقوب السوداء تتحدى النسبية العامة، فيجب أن تكون سلسلة من الأصدا. المنبعثة أثناء انتشار موجات الجاذبية الأولى. يتنبأ الفريق بأن الضبابية حول الثقب الأسود ستعمل كغرفة مليئة بالمرايا، محاصرة بعض موجات الجاذبية التي تفلت من اندماج الثقوب السوداء وترتد مرة أخرى (بحيث لا يتمكن سوى عدد قليل من الهروب منها. في كل مرة)، مما يعني أنهم سيصطدمون بـ LIGO بعد ذلك بقليل.

وفقاً لحسابات الفريق، كان من الممكن أن يكتشف LIGO هذه الأصدا عند 0.1 و 0.2 و 0.3 ثانية بعد اكتشاف موجة الجاذبية الأولية وهذا بالضبط ما تظهره البيانات. الشيء نفسه ينطبق على الأحداث الثلاثة التي لاحظها LIGO. بالطبع، ثلاثة أحداث موجات ثقالية لا تمثل عينة كبيرة: هناك احتمال أن تكون هذه الأصدا مجرد نوع واحد من ضوضاء الخلفية الإشعاعية الميكروية، فرصة واحدة من كل 270 (2.9 سيغما) لتكون دقيقة، ولكن يجب أن تساعد الملاحظات الإضافية في تقليل هذه الفرص. قال نيايش أفشوردي: "الشيء الإيجابي هو أنه سيكون لدينا بيانات جديدة من LIGO استناداً إلى الحساسية المحسنة ويجب أن نكون قادرين على تأكيد ذلك أو استبعاده خلال العامين المقبلين". ، جامعة واترلو (كندا).

حتى لو تأكدت الأصدا، ما زلنا لا نعرف كيف ولماذا تظهر. إنهم لا يعطون أي معلومات عن نوع الحدود التي قد تكون للثقوب السوداء. لذلك لا يزال هناك الكثير لاكتشافه من أجل فهم مفارقة المعلومات بشكل كامل. في كلتا الحالتين، يظل اختبار فرضيات كهذه، المقبولة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، جزءاً أساسياً من الفيزياء. سوف نتعلم المزيد عندما يتم إجراء المزيد من الأبحاث حول هذا الموضوع.

المصادر: Nature ،Physics.org ،arXiv.org

التفردات والثقوب الدودي والسفر

رسم بياني يظهر تذبذبات جوزيفسون في نظام التوصيل الفائق. نفس التذبذبات ستؤثر على الزمكان في الثقوب السوداء المشحونة. ائتمانات: Sean A. Hartnoll et al. 2020

- العالم لفيزيائي Wolfgang Pauli ، أحد الرواد لأوائل لفيزياء ميكانيكا الكم ، من أهم ما قدمه هو مبدأ باولي للاستبعاد، ذلك عام 1925، بعد أن استغرق في إعداده حوالي 15 عام تقريباً .

ينص هذا المبدأ على "أنه لا يمكن لاثنتين من الفيرميونات مثل الإلكترونات، أن يحتلا نفس الحالة الكمومية في نفس الوقت، في عام 1945 استلم باولي جائزة نوبل في الفيزياء الثقوب السوداء هي أشياء رائعة. على سبيل المثال، تحدث أحداث تدمير المد والجزر عندما يقترب نجم من الثقب الأسود لدرجة أنه يتعرض لقوى المد والجاذبية. هذه تؤدي إلى تدمير تدريجي للنجم، والذي ينبعث منه بعد ذلك إشعاع كهرومغناطيسي يمكن اكتشافه. ائتمانات: NASA / CXC / M. وايس

المصادر: المجلة الفلكية ، PhysOrg

أصداء موجات الجاذبية يمكن أن "تبطل" نظرية النسبية العامة لأينشتاين!

- انطباع الفنان عن نجم كوازار يحيط بثقب أسود هائل. على الرغم من أنه لا يمكن لأي شيء "يسقط" في الثقب الأسود الهروب، فإن جاذبيته الشديدة تولد تكوين قرص تراكم من جسيمات الضوء والغازات التي تحيط به. الائتمان: يوشيكي ماتسوكا