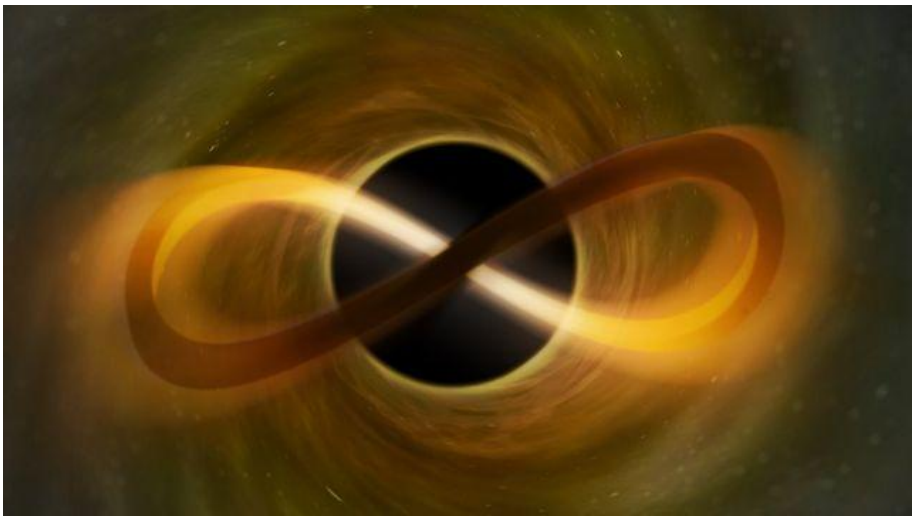
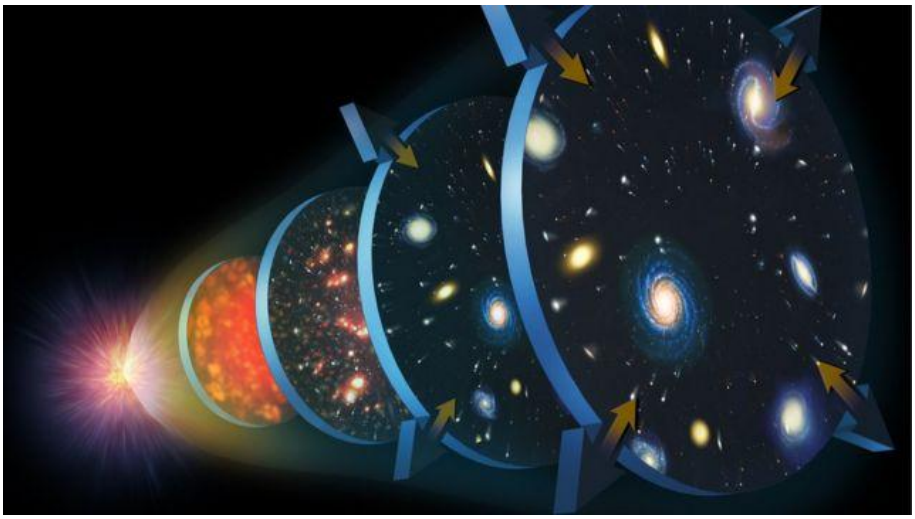
المستجدات الكونية: آخر الأبحاث بشأن الكون المرئي

إعداد وترجمة د. جواد بشارة

في مجال الفيزياء الفلكية هناك علماء يعتقدون أن الكون ليس له بداية معلومة على نحو قطعي.

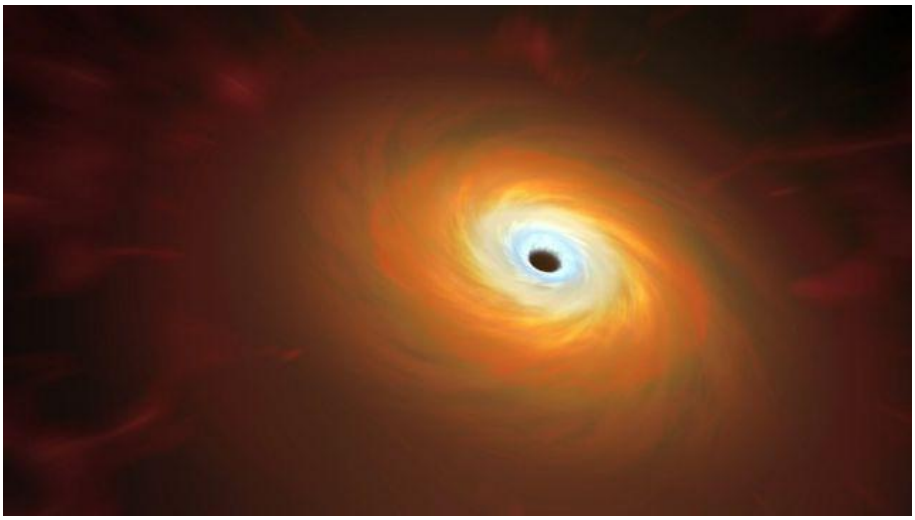
إذا تم سؤالك عن بداية الكون المرئي، فإن الانفجار العظيم le Big Bang هو أول إجابة تتبادر إلى الذهن.
ومع ذلك، يتساءل بعض العلماء عما إذا كانت هذه هي البداية حقاً، وهل هناك شيء ما قبل وقوع حدث الانفجار العظيم؟ وهل حدث حقاً انفجار عظيم؟
اليوم، يذهب باحث شاب إلى أبعد من ذلك ويؤكد أنه ربما لم تكن هناك بداية للكون.
وهذا العالم الشاب هو برونو بينتوBruno Bento ، باحث في قسم العلوم الرياضية بجامعة ليفربول، المملكة المتحدة.
بينتو هو مؤلف مشارك لمقال أكاديمي بعنوان "لو لم يكن للزمن بداية"، والذي لا يزال قيد المراجعة من قبل الزملاء.





الانفجار العظيم هو النظرة التقليدية لأصل الكون.

تنحرف نظريته عن المفهوم التقليدي لمرور الزمن، بافتراض ماضٍ لانهائي ورؤية الانفجار العظيم كحدث إضافي في الكون الذي كان موجودًا دائمًا.
ما هو اقتراح بينتو وكيف يتحدى ما نعرفه عن تطور الكون المرئي؟ ما وراء التفرد أو الفرادة الكونية La singularité التي انطلق منها الانفجار العظيم؟
الفيزياء الحديثة لها نظريتان تساعداننا في تفسير الكون. هناك، من ناحية، نظرية النسبية،

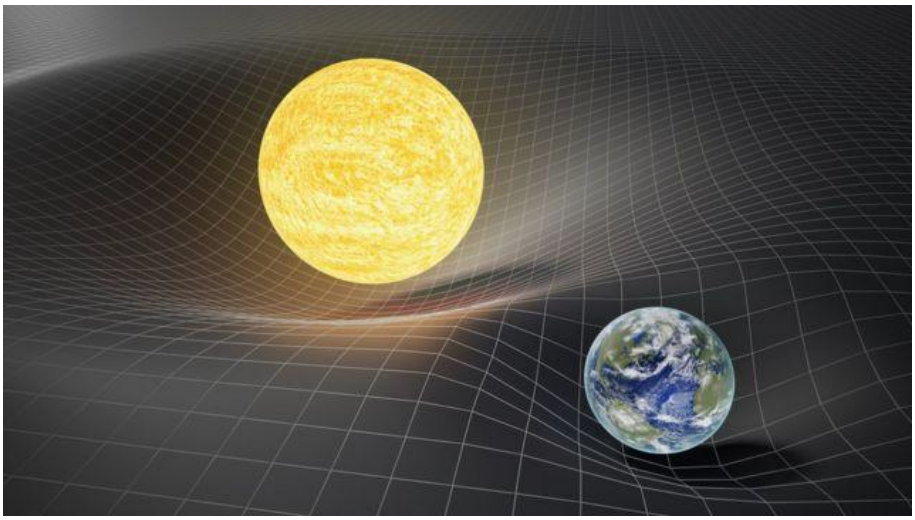


الفرادة التفرد هو الحد حيث لم تعد النسبية كافية لشرح ما يحدث هناك.

ومن ناحية أخرى، هناك ميكانيكا الكمla mécanique quantique ، التي تصف التفاعلات والجسيمات دون الذرية.
وعلى الجانب الآخر، هناك النسبية العامةla relativité générale ، والتي تعمل جيدًا في تفسير الجاذبية التي تحكم ما يحدث في العالم الماكروسكوبي le monde macroscopique أو في النطاق العياني مافوق الذري.
تعيدنا نظرية النسبية العامة إلى الوراء 13.8 مليار سنة، إلى الأوقات التي أعقبت الانفجار العظيم مباشرة، عندما كان كل شيء موجودًا على مقاييس صغيرة.

ومع ذلك، لا تستطيع نظرية أينشتاين تفسير ما حدث لحظة الانفجار العظيم، ولا ما حدث من قبل ذلك.
هذا ما يسميه الخبراء "التفرد" أو " الفرادة"، أي النقطة التي لا تستطيع فيها نظرية النسبية بعد الآن تفسير ما يحدث.

في هذا التفرد أو الفرادة، تكون المادة مضغوطة لدرجة أن الجاذبية تصبح قوية للغاية على النطاق دون الذري.
لشرح ما حدث أثناء هذه التفرد أو الفرادة وقبلها، سيكون من الضروري أن يكون لدينا نظرية توحد ميكانيكا الكم والنسبية العامة.
هذا ما يسميه الخبراء بالنظرية الكمومية للجاذبية أو نظرية الثقالة الكمومية théorie quantique de la gravité ، والتي يمكن من خلالها تفسير الجاذبية على المستوى الكمومي وتساعد في وصف ما يحدث في تلك المقاييس.
وهنا يأتي دور اقتراح بينتو.



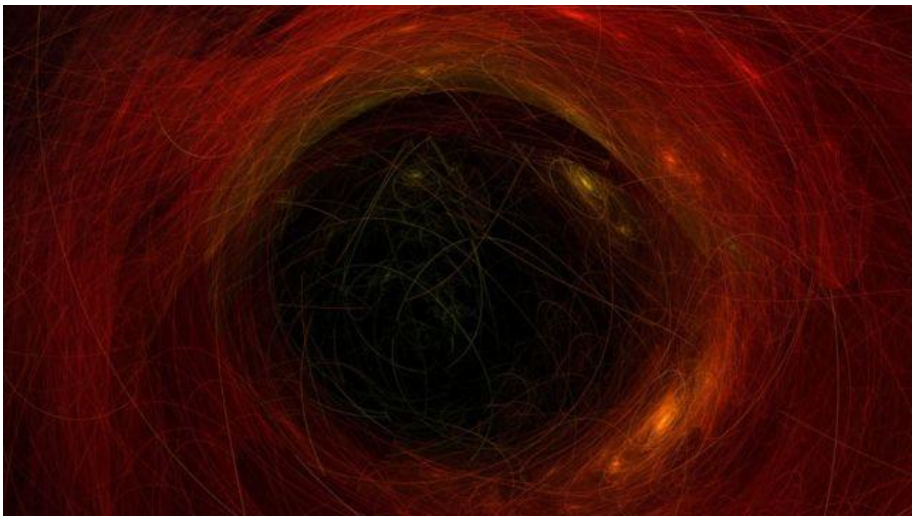
يتحدى بينتو الفكرة التقليدية للزمكان.

الذرات المكانية الزمانية:Atomes spatio-temporels

في ورقته البحثية، يعتمد بينتو على نظرية المجموعات السببية la théorie des ensembles causaux ، وهي مقاربة للجاذبية الكمومية حيث يتكون الزمكان من لبنات بناء، "ذرات الزمكان" les atomes d'espace-temps"", ، والتي تشكل العناصر.
بهذه الطريقة، تحل نظرية المجموعة السببية مشكلة التفرد أو الفرادة، لأنه وفقًا لها، لا يمكن أن يكون هناك شيء أصغر من ذرة الزمكان.

تستند نظرية المجموعات السببية على مفهوم "ذرات الزمكان".

قال بينتو لبي بي سي موندو: "وفقًا لنظرية المجموعة السببية، فإن ما نختبره بمرور الوقت يتوافق مع ولادة عناصر جديدة من المجموعة السببية"."ما نسميه" الآن "هو ولادة عناصر جديدة من المجموعات السببية.
ليس لدينا بداية:
يعتمد عمل بينتو على هذه الفكرة لاقتراح أن المجموعات السببية تشكلت وتتشكل دوماً إلى ما لا نهاية، بحيث لا يكون الانفجار العظيم بداية الكون المرئي، فهناك عدد لامتناهي من الانفجارات العظيمة.



بالنسبة لبينتو، هناك دائمًا شيء ما من قبل، وهذا يعني أن المجموعات السببية ستكون لانهائية في الماضي وأن الانفجار العظيم لن يكون سوى لحظة معينة في تطور الكون.

يقول بينتو: "يشير عملنا إلى أنه في حين أن مجموعات الأسباب هي الحل، فليس لدينا بالضرورة بداية".
يتمثل التحدي الذي يواجه بينتو في الابتعاد عن فكرة "التسلسل" الذي يؤدي فيه أحد العناصر إلى ظهور عنصر آخر.

يقول بينتو: "ليس لدينا بالضرورة بداية".

بدلاً من ذلك، يقترح التفكير في "التحول غير المتزامن" حيث تولد العناصر جزئيًا وليس كليًا.
يقر الباحث في مقاله بأن فكرة "أصبحت r غير المتزامن "يبدو وكأنه" لغز خيالي "وأن" هناك حاجة لنوع جديد من الرياضيات لفهم "الصيرورة غير المتزامنة" وعواقبها على طبيعة الزمن ".

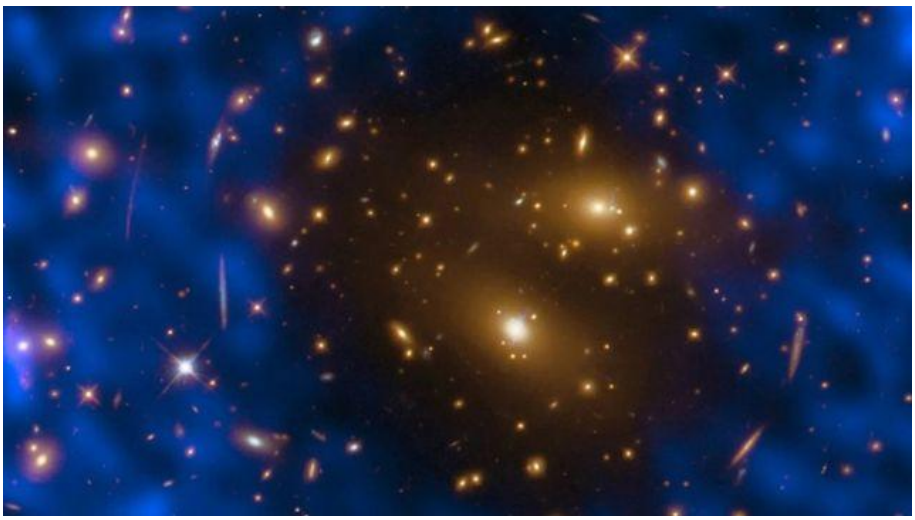
قال عالم الفيزياء الفلكية نيايش أفشوردي Niayesh Afshordi ، الباحث في معهد Perimeter للفيزياء النظرية في كندا ، لـ BBC Mundo ، التي لم تشارك في العمل ، إن عمل بينتو "يقدم الخطوات الأولى نحو تأسيس فهم رياضياتي للانفجار العظيم وعصور ما قبل التاريخ المحتمل له".
يأمل السيد بينتو أن تختبر التجارب المستقبلية عواقب نماذج مثل تلك التي يقترحها.
ماذا لو لم يكن للكون نهاية؟

تتنبأ نظرية الكون المرآة l'univers miroir بأن نوعًا من "الكون المضاد"anti-univers'"d » المكون من المادة المضادة antimatière يتمدد على الجانب الآخر من الانفجار العظيم.

للتاريخ المعتاد للكون بداية ووسط ونهاية. يبدأ مع الانفجار العظيم، منذ 13.8 مليار سنة، عندما كان الكون صغيرًا وساخنًا وكثيفًا. في أقل من جزء من المليار من المليار من الثانية، نمت هذه النقطة الصغيرة من الكون " الفرادة الكونية" إلى أكثر من مليار مرة حجمها الأصلي، من خلال عملية تسمى "التضخم الكوني"."inflation cosmologique". ثم يأتي "الخروج الرشيق"sortie gracieuse عندما يتوقف التضخم. استمر الكون في التوسع والبرود ة، ولكن بجزء بسيط من المعدل الأصلي. على مدى الـ 380000 سنة التالية، كان الكون كثيفًا لدرجة أنه حتى الضوء لا يمكن أن يمر عبره - كان الكون عبارة عن بلازما معتمة un plasma opaque شديدة الحرارة من الجسيمات المتناثرة.
عندما بردت الأشياء أخيرًا بما يكفي لتشكل أول ذرات الهيدروجين، سرعان ما أصبح الكون شفافًا. انتشر الإشعاع في جميع الاتجاهات وكان الكون في طريقه ليصبح الكيان المتكتل الذي نراه اليوم، مع مساحات شاسعة من الفضاء الفارغ تتخللها مجموعات من الجسيمات والغبار والنجوم والثقوب السوداء والمجرات والإشعاع وأشكال أخرى من المادة والطاقة.
وفقًا لبعض النماذج، ستنتهي هذه الأجزاء من المادة بالتحرك بعيدًا عن بعضها البعض بحيث تختفي ببطء. سيصبح الكون حساء باردًا وموحدًا من الفوتونات المعزولة.

يتكون الكون الذي نراه اليوم من مجموعات من الجسيمات والغبار والنجوم والثقوب السوداء والمجرات والإشعاع ...

إنها ليست نهاية دراماتيكية بشكل خاص، على الرغم من أنها ذات نهاية مرضية. ولكن ماذا لو لم يكن الانفجار العظيم نقطة البداية لكل شيء؟
ربما كان الانفجار العظيم بمثابة "ارتداد كبير" un "Big Bounce"(grand rebond)، نقطة تحول في دورة مستمرة من الانكماش والتوسعde contraction et d'expansion . يمكن أن تكون أيضًا نقطة انعكاس réflexion، مع امتداد صورة معكوسةune image miroir لكوننا إلى الجانب الآخر، حيث تحل المادة المضادة محل المادة ويتدفق الزمن نفسه للخلف بالاتجاه المعاكس لسهم الزمن في كوننا المرئي. (قد تكون هناك "مرآة مقلوبة" تعكس كيف تبدو الحياة على هذا الجانب).
أو، يمكن أن يكون الانفجار العظيم نقطة انتقال أو تحولun point de transition في كون كان دائمًا - وسيظل دائمًا - يتوسع. كل هذه النظريات تقع خارج التيار الرئيسي لعلم الكونيات، ولكن جميعها مدعومة من قبل علماء مؤثرين.
يشير العدد المتزايد من هذه النظريات المتنافسة إلى أن الوقت قد حان للتخلي عن فكرة أن الانفجار العظيم يمثل بداية المكان والزمان. وربما قد لا يكون له وفي الواقع، نهاية أو غاية.
تنشأ العديد من البدائل المتنافسة للانفجار العظيم من الاستياء العميق من فكرة التضخم الكوني l'idée d'inflation cosmologique.

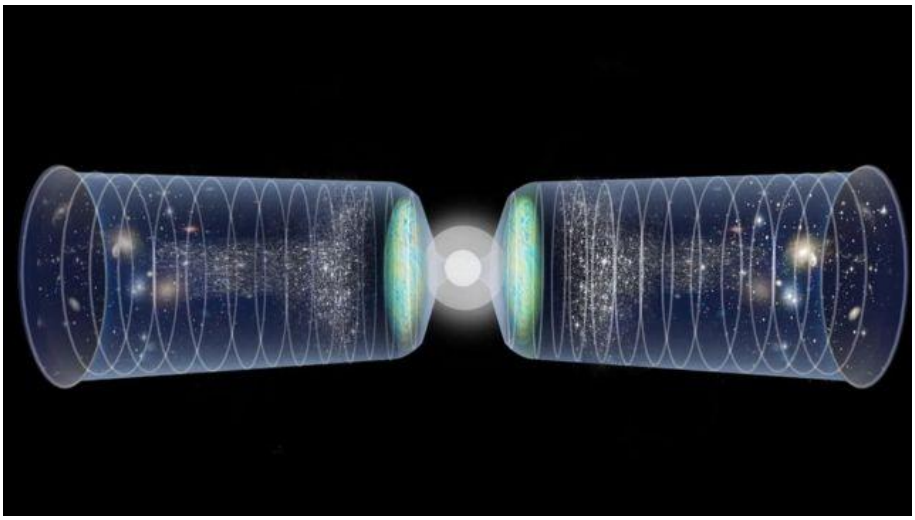


الندوب التي خلفها الانفجار العظيم في إشعاع الميكروويف الضعيف الذي يخترق الكون بأسره توفر أدلة على ظهور الكون المبكر.
يقول نيل توروكNeil Turok ، المدير السابق لمعهد بيرميتر للفيزياء النظرية في واترلو، كندا: "يجب أن أعترف أنني لم أحب التضخم أبدًا منذ البداية".
ويضيف بول شتاينهاردت Paul Steinhardt ، أستاذ العلوم في ألبرت أينشتاين بجامعة برينستون ، ومؤيد نموذج "الارتداد الكبير"Big Bounce".": "لقد فشل النموذج التضخمي Le paradigme inflationniste ".
يقول روجر بنروز، أستاذ Rouse Ball الفخري للرياضيات بجامعة أكسفورد: "لطالما اعتبرت التضخم نظرية مصطنعة للغاية". "السبب الرئيسي لعدم وفاتها عند الولادة هو أنها كانت الشيء الوحيد الذي يمكن أن يفكر فيه الناس لشرح ما يسمونه "ثوابت مقياس تقلبات ومتغيرات درجة حرارة الخلفية الكونية الميكروية"" l'invariance d'échelle des fluctuations de température du fond diffus cosmologique. " .

كانت الخلفية الكونية المنتشرة (أو "CMB") عاملاً أساسياً في جميع نماذج الكون منذ ملاحظتها الأولى في عام 1965. إنها إشعاع محيط ضعيف موجود في كل مكان في الكون المرئي. ويعود إلى اللحظة عندما أصبح فيها الكون شفافًا للإشعاع.
تعد الأشعة الكونية الخلفية المكروية المنتشرة CMB مصدرًا رئيسيًا للمعلومات حول ظهور الكون المبكر. إنها أيضًا لغز رائع للفيزيائيين. في كل اتجاه، يهدف العلماء إلى تلسكوب لاسلكي radiotélescope، تبدو أشعة الخلفية الكونية الميكروية المنتشرة CMB متشابهة، حتى في المناطق التي يبدو أنها لا يمكن أن تتفاعل مع بعضها البعض في أي مرحلة من تاريخ الكون البالغ من العمر 13.8 مليار سنة. تقول كاتي ماك Katie Mack، عالمة الكونيات بجامعة ولاية كارولينا الشمالية: "درجة حرارة الإشعاع CMB هي نفسها على الجانبين المتقابلين من السماء، ولم تكن هذه الأجزاء من السماء على اتصال سببي أبدًا". "يجب أن يكون هناك شيء ما قد ربط هاتين المنطقتين من الكون في الماضي. يجب أن يكون هناك شيء ما أخبر هذا الجزء من السماء ليكون بنفس درجة حرارة ذلك الجزء الآخر من السماء."
في حالة عدم وجود آلية لجعل درجة الحرارة موحدة في الكون المرئي، يتوقع العلماء رؤية اختلافات أكبر بكثير في مناطق مختلفة.
يوفر التضخم طريقة لحل "مشكلة التجانسproblème d'homogénéité ". لقد أدت فترة من التوسع المجنون إلى تمدد الكون بسرعة كبيرة لدرجة أنه انتهى به الأمر كله تقريبًا إلى ما هو أبعد من المنطقة التي يمكننا أن نلاحظها ونتفاعل معها. تطور كوننا المرئي من منطقة متجانسة صغيرة داخل هذه الفوضى البدائية chaos primordial ، مما أدى إلى إنتاج إشعاع الخلفية الكوني المتماثل. قد تبدو مناطق أخرى بخلاف ما يمكننا ملاحظته مختلفة تمامًا.

يجد الفيزيائيون النظريون بشكل متزايد أن نظرية التضخم لا يمكنها تفسير انتشار المادة والطاقة الملحوظ في الكون.
تقول كاتي ماك: "يبدو أن التضخم هو الشيء الذي يحظى بدعم كافٍ من البيانات التي يمكن أن نأخذها بشكل افتراضي". "هذا هو ما أقوم بتدريسه في فصولي. لكنني أقول دائمًا إننا لسنا متأكدين من حدوث ذلك. ولكن يبدو أنه يناسب البيانات جيدًا، وهذا ما سيقوله معظم الناس. على الأرجح."
لكن النظرية كانت دائما معيبة وتعاني من قصور وثغراتprésenté des lacunes . والجدير بالذكر أنه لا توجد آلية محددة لتحفيز التوسع التضخمي، ولا يوجد تفسير قابل للاختبار لكيفية حدوث النهاية الكريمة. إحدى الأفكار التي طرحها دعاة التضخم هي أن الجسيمات النظرية les particules théoriques شكلت شيئًا يسمى "حقل التضخمchamp d'inflation " الذي أدى إلى التضخم ومن ثم انهار وتفكك إلى الجسيمات التي نراها اليوم.

ولكن حتى مع هذه التغييرات، فإن التضخم يقدم تنبؤات لم يتم تأكيدها، على الأقل حتى الآن. وفقًا للنظرية، يجب تشويه الزمكان من خلال موجات الجاذبية البدائية التي ارتدت عبر الكون أثناء الانفجار العظيم. ولكن بينما تم اكتشاف أنواع معينة من موجات الجاذبية، لاسيما الناجمة عن تصادم الثقوب السوداء ولكن، لم يتم العثور على أي من هذه الموجات الثقالية البدائية لدعم هذه النظرية.
تجبر فيزياء الكم أيضًا نظريات التضخم على المغامرة في تضاريس وعرة جدًا. من المتوقع أن تتسبب تقلبات الكمfluctuations quantiques النادرة في أن يؤدي التضخم إلى تجزئة الفضاء إلى عدد لا حصر له من الشظايا parcelles ذات الخصائص المختلفة إلى حد كبير - "أكوان متعددة"multivers تحدث فيها كل نتيجة يمكن تصورها.
يقول شتاينهارد: "النظرية غير حاسمة تمامًا". "يمكنها فقط أن تقول إن الكون المرئي يمكن أن يكون مثل هذا أو ذاك أو مثل أي احتمال آخر يمكنك تخيله، اعتمادًا على موقعنا في الكون المتعدد. لا شيء مستبعد مما يمكن تصوره فيزيائيًا."
سئم شتاينهارد، الذي كان من أوائل مهندسي النظرية التضخمية، من الافتقار إلى القدرة على التنبؤ وعدم القدرة على اختبارها.
وتساءل شتاينهارد:"هل نحتاج حقًا إلى تخيل أن هناك عددًا لا نهائيًا من الأكوان الفوضوية التي لم نرها من قبل ولن نراها أبدًا لشرح الكون البسيط والسلس بشكل ملحوظ الذي نلاحظه بالفعل؟". "أقول لا. علينا أن نبحث عن فكرة أفضل."



بدلاً من أن يكون بداية، ربما كان الانفجار العظيم لحظة انتقال من فترة من المكان والزمان إلى فترة أخرى – فهو مجرد مرحلة تطور أو حالة انتعاشun rebondissement .
قد تكون المشكلة مع الانفجار العظيم نفسه ومع الفكرة بأن هناك بداية للزمان والمكان.
تتفق نظرية الارتداد العظيم"Big Bounce" مع صورة الانفجار العظيم Big Bang لكون حار وكثيف قبل 13.8 مليار سنة بدأ في التوسع والتبردrefroidir . ولكن بدلاً من أن تكون بداية المكان والزمان، كانت لحظة انتقال من مرحلة سابقة كان فيها الفضاء ينكمش.
وفقًا لشتاينهارد، مع الارتداد بدلاً من الانفجار، كان لدى الأجزاء البعيدة من الكون الكثير من الوقت للتفاعل مع بعضها البعض وتشكيل كون واحد سلس حيث ستتاح لمصادر إشعاع الخلفية الكونية الميكروبة المنتشرةCMB الفرصة للتوازن.
في الواقع، من الممكن أن يكون الزمن موجوداً منذ الأزل وإلى الأبد. "وإذا كان هناك انتعاش rebond في ماضينا، فلماذا لا يوجد هناك أكثر من انتعاش؟" شتاينهارد يقول. "في هذه الحالة، من المعقول أن يكون هناك واحد في مستقبلنا. يمكن أن يبدأ كوننا المتسع في الانكماش، والعودة إلى هذه الحالة الكثيفة وبدء دورة الارتدادات مرة أخرى."

عمل شتاينهارد وتوروك معًا على بعض الإصدارات المبكرة من نموذج Big Bounce ، حيث تقلص الكون إلى مثل هذا الحجم الصغير الذي استحوذت عليه فيزياء الكم من الفيزياء الكلاسيكية ، مما ترك التنبؤات غير مؤكدة. ولكن في الآونة الأخيرة، طورت متعاونة أخرى مع شتاينهارد Steinhardt، وهي آنا ليجاس Anna Ijjas ، نموذجًا لا يصبح فيه الكون أبدًا صغيرًا جدًا بحيث تهيمن فيزياء الكم.
يقول شتاينهارد: "إنها فكرة مبتذلة ومحافظة إلى حد ما موصوفة في جميع الأوقات بواسطة المعادلات الكلاسيكية". "يقول التضخم أن هناك كونًا متعددًاun multivers ، وأن هناك عددًا لا حصر له من الطرق التي يمكن أن يكشف بها الكون عن نفسه، وأننا نعيش ببساطة في واحد سلس ومسطح. إنه ممكن ولكن ليس محتملاً كثيرًا. هذا النموذج من الكون الارتدادي يقول إن هذه هي الطريقة التي يجب أن يكون عليها الكون المرئي ".
استكشف نيل توروك أيضًا سبيلًا آخر لبديل أبسط للنظرية التضخمية، وهو "الكون المرآة", l'"Univers miroir".. إنه يتنبأ بأن كونًا آخر تهيمن عليه المادة المضادة، ولكنه محكوم بنفس القوانين الفيزيائية مثلنا، يتمدد عبر الانفجار العظيم - نوع من "الكون المضاد"، إذا صح التعبير، وهي النظرية التي تحدث عنها الأوميون وتبناها عنهم العالم جون بيير بتي قبل توروك.
يقول: "أحد الأشياء التي استخلصتها من ملاحظات الثلاثين عامًا الماضية هو أن الكون بسيط للغاية". "وعلى نطاق واسع، هو ليس فوضويًا. وليس عشوائيًا. إنه منظم ومنتظم بشكل لا يصدق، ويتطلب عددًا قليلاً جدًا لوصف كل شيء."

كوننا الذي يتدفق بمرور الوقت يمكن أن يكون له انعكاس مثالي يمتد أيضًا في الاتجاه المعاكس للحدث الذي نسميه الانفجار العظيم.

مع وضع ذلك في الاعتبار، لا يرى تورك Turok مجالًا لكون متعدد أو أبعاد أعلى أو جسيمات جديدة لشرح ما يمكن للمرء رؤيته عند النظر إلى السماء. يقدم الكون المرآة كل ذلك - ويمكنه أيضًا حل أحد أكبر ألغاز الكون.
إذا جمعنا كل الكتل المعروفة للمجرة - النجوم والسدم والثقوب السوداء، إلخ. – فإن المجموع لا يخلق جاذبية كافية لشرح الحركة داخل وبين المجرات. يبدو أن الباقي يتكون من شيء لا يمكننا رؤيته حاليًا - مادة وطاقة مظلمة أو سوداء. تمثل هذه المادة الغامضة حوالي 96٪ من المادة والطاقة في الكون.
يتنبأ نموذج الكون المرآة أن الانفجار العظيم أنتج بوفرة جسيمًا يعرف باسم "النيوترينوات اليمنى neutrinos droitiers ". في حين أن علماء فيزياء الجسيمات لم يروا بعد أيًا من هذه الجسيمات مباشرة، إلا أنهم متأكدون تمامًا من وجودها. وهي التي تشكل منها المادة المظلمة، وفقًا لمؤيدي نظرية الكون المرآة.

"إنه الجسيم الوحيد في هذه القائمة (من جسيمات النموذج القياسي) الذي يحتوي على خاصيتين مطلوبتين، وهما أننا لم نلاحظه بعد بشكل مباشر وأنه يمكن أن يكون مستقرًا"، كما يقول لاثام بويل Latham Boyle، وهو من كبار مؤيدي نظرية الكون المرآة l'univers miroir وزميل توروك في معهد بيرميتر Perimeter.

ربما يكون البديل الأكثر تحفيزًا للانفجار العظيم والتضخم هو نظرية "علم الكونيات الدورية المطابقة" la théorie de la "Cosmologie cyclique conforme" (CCC) لروجر بنروز. مثل الانفجار العظيم، إنه ينطوي على كون قد يكون موجودًا إلى الأبد. لكن في CCC، لا يمر الكون أبدًا بفترة من الانكماش - إنه يتوسع فقط.

يقول بنروز: "رأيي هو أن الانفجار العظيم لم يكن البداية". "كل ما نعرفه اليوم، كل تاريخ الكون، هو ما أسميه" الدهر «éon»"«على التوالي من الدهور"dans une succession d'éons "..

يتنبأ نموذج بنروز بأن جزءًا كبيرًا من مادة الكون سيتم جره في النهاية إلى ثقوب سوداء فائقة الكتلة. عندما يتمدد الكون ويبرد إلى ما يقرب من الصفر المطلق، فإن هذه الثقوب السوداء "تغلي" من خلال ظاهرة تسمى إشعاع هوكينغ rayonnement de Hawking.

• الفضاء الغريب الذي يقع خارج نظامنا الشمسي

يقول بنروز: "عليك أن تفكر في الأمر من منظور شيء مثل googol من السنوات، أي رقم واحد به 100 صفر". "هذا هو عدد السنوات، أو أكثر، التي تستغرقها الأجسام الكبيرة جدًا حتى تتبخر في النهاية. وبعد ذلك ينتهي بك الأمر إلى عالم تهيمن عليه الفوتونات (جسيمات الضوء)."

وفقًا لـبنروز Penrose ، في هذه المرحلة ، يبدأ الكون في النظر تقريبًا إلى الطريقة التي بدأ بها ، مما يمهد الطريق لبداية دهر آخر.

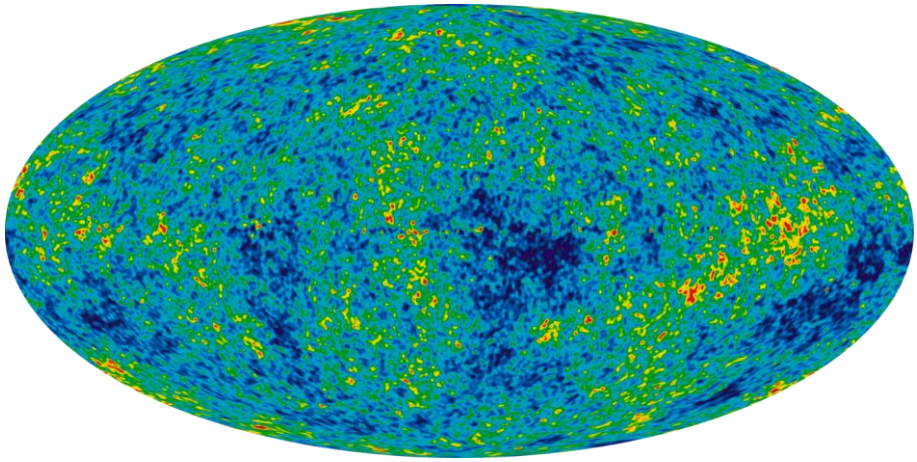
يتنبأ علم الكونيات الدوري المطابق بأن جزءًا كبيرًا من الكون سينجذب إلى الثقوب السوداء الضخمة التي ستحترق بعد ذلك.

إحدى تنبؤات نظرية علم الكونيات الدورية المطابقة CCC هي أنه يمكن أن يكون هناك تسجيل للدهر السابق في إشعاع الخلفية الكونية الميكروووية الذي ألهم نموذج التضخم. عندما تصطدم الثقوب السوداء شديدة الكتلة، فإن التأثير يخلق إطلاقًا هائلاً للطاقة على شكل موجات ثقالية d'ondes gravitationnelles.

عندما تتبخر الثقوب السوداء العملاقة في النهاية، فإنها تطلق كمية هائلة من الطاقة على شكل فوتونات منخفضة التردد. Selon Penrose, ces deux phénomènes sont si puissants qu'ils peuvent "éclater de l'autre côté" d'une transition d'un éon à l'autre, chacun

laissant son propre type de "signal" intégré dans le CMB comme un écho وفقًا لبنروز ، هاتان الظاهرتان قويتان لدرجة أنهما يمكن أن "تنفجرا على الجانب الآخر" للانتقال من دهر إلى آخر ، كل واحدة تترك نوعها الخاص من "الإشارة" المدمجة في الأشعة الخلفية الأحفورية الميكروية الكونية المنتشرة أي CMB كصدى من الماضي.
يطلق بنروز على الأنماط التي خلفتها الثقوب السوداء المتبخرة اسم "نقاط هوكينغ"" points de Hawking"..
خلال أول 380.000 سنة من الدهر الحالي، لم تكن هذه النقاط أكثر من مجرد نقاط صغيرة في الكون ، ولكن مع توسع الكون ستظهر على أنها "نقاط" أو بقع في السماء.
عمل بنروز مع علماء الكونيات البولنديين والكوريين والأرمن لمعرفة ما إذا كان من الممكن بالفعل العثور على هذه الأنماط من خلال مقارنة قياسات الأشعة الخلفية الكونية الميكروية المنتشرة CMB بآلاف الأنماط العشوائية.
يقول بنروز: إن "الاستنتاج الذي توصلنا إليه هو أننا نرى هذه البقع في السماء بمعدل ثقة 99.98٪". ومع ذلك، ظل العالم المادي متشككًا إلى حد كبير في هذه النتائج حتى الآن، وأظهر علماء الكونيات اهتمامًا محدودًا بمحاولة تكرار تحليل بنروز.
من غير المحتمل أن نكون قادرين على ملاحظة ما حدث مباشرة في اللحظات الأولى بعد الانفجار العظيم، ناهيك عن اللحظات السابقة له. من المحتمل أن تحجب البلازما غير الشفافة وفائقة السخونة التي كانت موجودة في اللحظات القليلة الأولى رؤيتنا إلى الأبد.
لكن هناك ظواهر أخرى يمكن ملاحظتها، مثل موجات الجاذبية البدائية les ondes gravitationnelles primordiales، والثقوب السوداء البدائية les trous noirs primordiaux، والنيوترينوات المستقيمة les neutrinos droits، والتي يمكن أن تزودنا بأدلة للنظريات الصحيحة المتعلقة بالكون.
تقول كاتي ماك: "بينما نطور نظريات ونماذج جديدة لعلم الكونيات، ستمنحنا هذه تنبؤات أخرى مثيرة للاهتمام يمكننا البحث عنها".
"الأمل ليس بالضرورة أن نرى البداية بشكل أكثر مباشرة، ولكن ربما، بطريقة ملتوية، أن نفهم بشكل أفضل بنية الفيزياء نفسها. «وربما الخروج بفرضيات ثورية كتلك التي قال بها جوليان باربور Julian Barbour، الفيزيائي الذي يؤيد فكرة أن الزمن يسير في اتجاهين. حتى ذلك الحين، سيستمر النقاش حول تاريخ كوننا المرئي وبداياته ونهايته.
إذا كان للكون خالق، فربما ترك لنا رسالة؟ حاول الباحث وعالم الفيزياء الفلكية ميكائيل هابك Michael Hippke العثور عليها.
الكون لا يزال غامضا جدا. لا يزال السؤال الوجودي عن أصله، على وجه الخصوص، مطروحاً ويثير تساؤلات العديد من الناس اليوم، بما في ذلك العديد من الباحثين. هل تم إنشاؤه أو خلقه من العدم؟ وإذا كان الأمر كذلك، فهل ترك لنا هذا الخالق رسالة؟ لمعرفة ذلك، نظر عالم الفيزياء الفلكية مايكل هايبك في الإشعاع الأحفوري للكون بعمق.
دعونا نعود بعيدا جدا إلى الوراء. خلال الألف سنة الأولى بعد الانفجار العظيم - منذ حوالي 13.8 مليار سنة - كان الكون شديد الحرارة والكثافة لدرجة أن الذرات لم تستطع أن تتكون. ثم تطورت البروتونات والإلكترونات الأخرى في شكل بلازما مؤينة plasma ionisé. بعد ذلك، مع تبريد الكون وتمدده، اجتمعت هذه البروتونات والإلكترونات لتشكل أول ذرات هيدروجين محايدة (وقت إعادة التركيب) تدريجيًا، أصبح الفضاء واضحًا وتمكن الضوء أخيرًا من التحرك والانتشار بحرية فيه.
هذا "الضوء الأول"، الذي ظهر بعد حوالي 380.000 سنة بعد الانفجار العظيم، لا يزال قابلاً للاكتشاف حتى اليوم، منتشرًا في كل الفضاء المعروف. هذه هي الأشعة الخلفية الكونية الأحفورية الميكروية المنتشرة (CMB).
ومع ذلك، قبل بضع سنوات، طرح عالمان في الفيزياء النظرية - ستيفن هسو Stephen Hsu من جامعة أوريغون وأنتوني زي Anthony Zee من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا - على نفسيهما الأسئلة

الوجودية التي طرحها الكثير منا: هل يمكن أن يكون الكون المرئي مخلوقاً؟ وإذا كان الأمر كذلك، فهل هناك أي طريقة لمعرفة ذلك؟
ثم جادل الفيزيائيان - نظريًا تمامًا - أنه إذا كان للكون خالق، لكان بإمكان الخالق أن يترك هناك رسالة يحتمل أن تكون مرئية لجميع الحضارات التكنولوجية في إشعاع الخلفية الكونية المنتشرة، بسبب وجوده في كل مكان.



خريطة لـ CMB توضح لنا تقلبات درجات الحرارة أو تباين الخواص للكون المبكر. حقوق الصورة: NASA / WMAP Science Team

رسالة ثنائية أو مزدوجة Un message binaire؟

لاحظ أنه في ذلك الوقت، لم يكن الكون المبكرl'Univers primitif موحدًا uniforme أو لم يكن متجانساً، مما يُظهر اختلافات في الكثافة تظهر اليوم على أنها تقلبات طفيفة جدًا في درجة الحرارة. وكذلك، اقترح الباحثون أنه يمكن تشفير être codé رسالة ثنائية أو مزدوجة في هذه الاختلافات في درجات الحرارة.

لاحظ أنه لا تزال هناك العديد من المشاكل مع هذه النظرية. الأول هو أن إشعاع الخلفية الكونية المنتشر CMB في الواقع يبرد باستمرار. حوالي 380000 بعد الانفجار العظيم، كان متوسط درجة الحرارة فيه حوالي 3000 كلفن. اليوم، بعد مرور 13.4 مليار سنة، يقرأ مقياس الحرارة 2.7 كلفن. يبدو أيضًا أنه من غير المحتمل جدًا أن تظهر الأشعة الأحفورية الميكروية CMB بنفس الشكل تمامًا وذلك اعتمادًا على مكان وجودك في الكون.

بالإضافة إلى ذلك، لا يمكننا مراقبة الأشعة الخلفية الميكروية CMB بالكامل بسبب انبعاث مجرة درب التبانة. بعبارة أخرى، هناك عدم يقين إحصائي متأصل في كل ملاحظة كونية نقوم بها. ومع ذلك، لا يزال عالم الفيزياء الفلكية مايكل هايبك من مرصد Sonneberg في ألمانيا يعالج المشكلة من خلال أخذ كل هذه القضايا في الاعتبار.

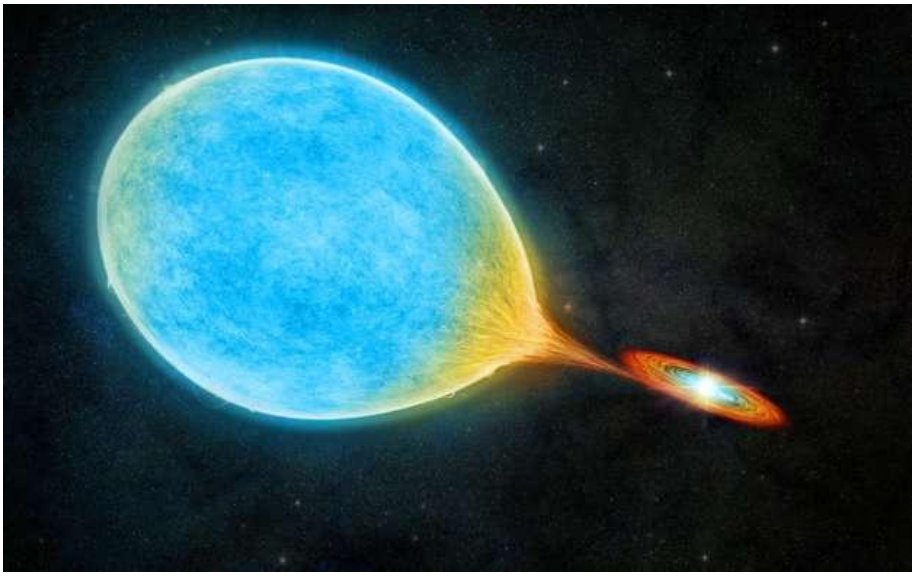
في عمله، اعتمد على القمر الصناعي بلانك ومسبار ويلكنسون للتباين الميكروي (WMAP)، وكلاهما لاحظ وسجل تقلبات درجات الحرارة في CMB. من مجموعات البيانات هذه، استخرج الباحث بعد ذلك تدفقًا إزدواجياً un flux binaire من البتات bits ، قارن نتائج كل مجموعة بيانات للعثور على البتات المقابلة.

"لم أجد أي رسالة ذات معنى":
تم عرض أول 500 bits بت من الرسالة أعلاه. كانت القيم باللون الأسود متطابقة في مجموعتي بيانات Planck و WMAP وتعتبر دقيقة باحتمال 90٪. ومع ذلك، تختلف القيم باللون الأحمر بين مجموعتي البيانات. من أجل هذا البحث، اختار عالم الفيزياء الفلكية قيم بلانك، والتي تبلغ دقتها حوالي 60٪.
بإدخال بياناته الثنائية في موسوعة الإنترنت الخاصة بالسلاسل الصحيحة، لم يجد أخيرًا أي نتائج مقنعة. وكتب بهذا الصدد قائلاً: "لم أجد أي رسائل ذات مغزى في تدفق البت الفعلي". "يمكننا أن نستنتج أنه لا توجد رسالة واضحة عن سماء في الخلفية الإشعاعية الميكروية الكونية المنتشرة CMB."
لاحظ أن مقال هايبك Hippke الذي يصف طرقه ونتائجه متاح على خادم arXiv preprint ، لكن لم تتم مراجعته بعد.

يبدو أن لغز النجوم الأقدم من الكون قد تم حله:
"أتذكر المناقشات مع بور التي استمرت لساعات عديدة حتى وقت متأخر جدًا من الليل وانتهت باليأس تقريبًا؛ وعندما ذهبت في نهاية المناقشة لوحدي في نزهة في الحديقة المجاورة، كررت لنفسي مرارًا وتكرارًا السؤال حول: هل يمكن أن تكون الطبيعة سخيفة جدًا كما بدت لنا في هذه التجارب الذرية؟ "فيرنر هايزنبرغ Werner Heisenberg. ادرس عبثية الكون في دورة العلوم الموحدة.

النجوم تتغير كلما كانت أسرع، والعكس صحيح. النظرية التي تشرح هذه الحقيقة تجعل من الممكن أيضًا تحديد تاريخها، لكنها أدت إلى إعطاء عمر أعلى بكثير من عمر الكون المرئي في حالة بعض النجوم وهذه مفارقة تحتاج لتفسير. يتضمن حل هذا اللغز سيناريو اجتاز للتو الاختبارات بنجاح.
ابتكر رواد الفيزياء الفلكية في القرن العشرين نظرية حول البنية النجمية la structure stellaire التي تم تطويرها جيدًا قبل الحرب العالمية الثانية. تم تنقيحها من خلال التقدم في الفيزياء الفلكية النووية بعد هذه الحرب ومع ظهور أجهزة الكمبيوتر الفائقة وأساليب التحليل العددي. أخيرًا، بات بوسعنا التفكير في تطور النجوم ووصفها. سيعتمد هذا في المقام الأول على كتلها leurs masses.
ثم تسمح الحسابات بتقدير كم من الوقت سيستغرق النجم ليصبح قزمًا أبيض أو يتحول إلى مستعر أعظم supernova، على سبيل المثال، على الرغم من عدم إمكانية تحديد تاريخ محدد. أظهر التاريخ الكامل للفيزياء الفلكية النجمية في النصف الثاني من القرن الماضي أن نظرية البنية النجمية والتطور النجمي ناجحة بشكل ملحوظ. لذلك، فإنه من المفاجئ أن علماء الفيزياء الفلكية وجدوا أن تطبيقها على نجوم أقزام بيضاء naines blanches معينة ذات كتلة منخفضة ، يؤدي إلى تحديد عمر لها أكبر من عمر الكون

المرئي ، مهما كان ذلك التقدير لعمر الكون المرئي راسخًا ، وذلك من خلال الجمع بين الملاحظات المختلفة مثل تلك المتعلقة بالإشعاع الأحفوري وتلك المستمدة من القمر الصناعي بلانك le satellite Planck.



تم تأكيد النموذج الكوني القياسي أيضًا بشكل ملحوظ، حتى لو واجه المرء حاليًا لغز التناقضات في تقديرات ثابت هابل-لوميتر الشهير والذي يعطي أيضًا تقديرًا لعمر الكون المرصود أو المرئي، فقد بحث علماء الفيزياء الفلكية عن طريقة لشرح سبب تناقض هذه الأقزام البيضاء مع نظرية التطور النجمي أو نظرية الكونيات. في الواقع، تم العثور على حل ممكن.

نحن نعلم أن النجوم، على الأقل في مجرة درب التبانة، غالبًا ما تكون على هيئة أزواج في أنظمة ثنائية. قد يحدث أثناء تطور نجوم هذه الأزواج أن يبدأ أحدهم في تمزيق المادة عن الآخر عبر قوى المد االثقالية لجاذبية.
حوالي 97٪ من النجوم في مجرة درب التبانة ستصبح أقزامًا بيضاء، والنجوم المسببة للمشاكل بها كتل أقل من 0.3 من الكتلة الشمسية، ويطلق عليها باللغة الإنجليزية قزم أبيض منخفض الكتلة للغاية (ELM) ، والذي يمكن أن ينتج عنه "قزم أبيض منخفض الكتلة للغاية ". الأقزام البيضاء من نوع ELM، على الرغم من ندرتها، توجد على وجه التحديد بين الأنظمة الثنائية وبقدر ما هو معروف فقط في هذه الأنظمة. السيناريو المتصور لحل لغز النجوم الأقدم من الكون هو كما يلي.

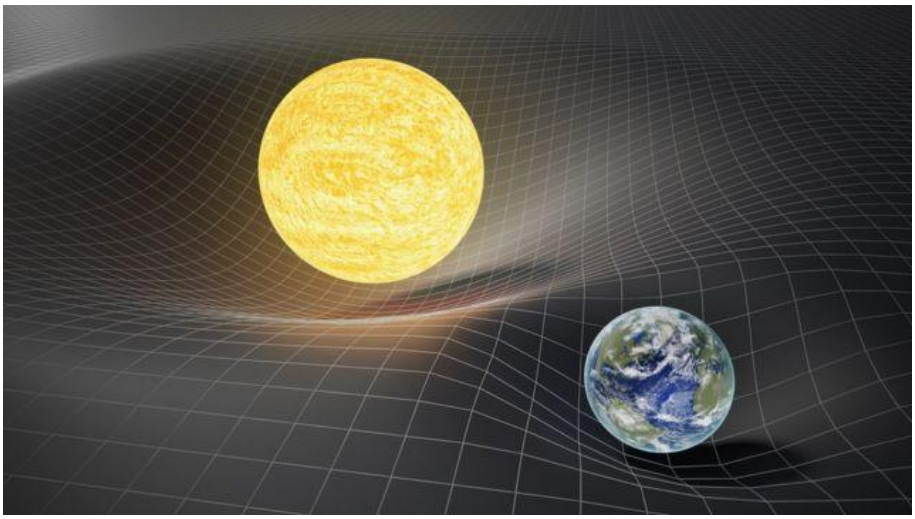
كل شيء يبدأ بالنجوم في التسلسل الرئيسي الذي منه ينتف قزم أبيض كلاسيكي المادة. عادة، نتحدث عن مثل هذه الأنظمة من حيث النجوم المتغيرة الكارثية variables cataclysmiques d'étoiles (CVs). هناك أكثر من 1600 مثال معروف حاليًا في مجرة درب التبانة ولها فترة مدارية تتراوح عادةً بين 80 دقيقة و12 ساعة.
تسارع تطور النجوم بفعل قوى المد والجزرdes forces de marée :
قد يحدث أن يؤدي تراكم المادة على القزم الأبيض إلى حدوث تفاعلات نووية حرارية تؤدي إلى انفجار عنيف ولكن لا يؤدي ذلك إلى تدمير النجم، لذلك قد يحدث انفجار جديد لنفس الأسباب لاحقًا. هذا يسمى nova المستعر لهذا النوع من الانفجار.

ولكن يمكن أن يحدث أيضًا أن تكاثر المادة كافٍ لكتلة القزم الأبيض لتتجاوز حد شاندراسيخارChandrasekhar الشهير، حوالي 1.4 كتلة شمسية. حيث النجم لم يعد مستقرًا، إنه ينهار،

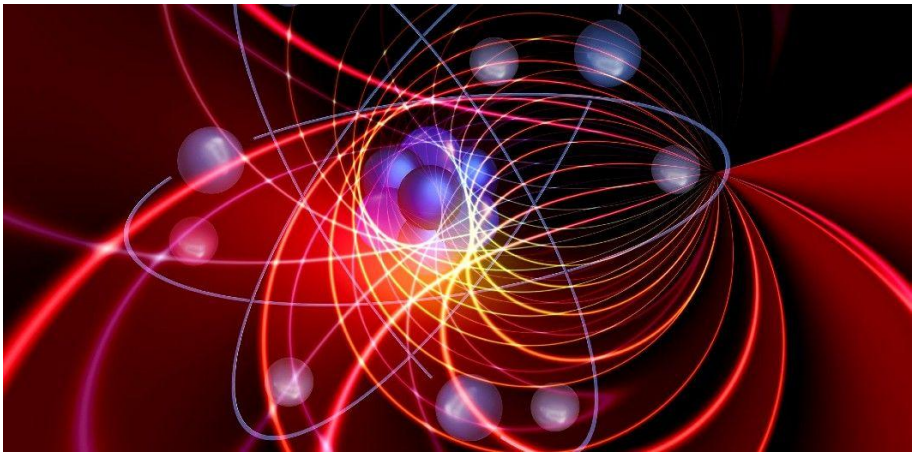
تحدث تفاعلات نووية حرارية ولكنها أكثر عنفًا، وبالتالي فإن الانفجار الناتج يدمر النجم بأكمله. إنه مستعر أعظم supernova من نوع SN Ia.
ستكون الأقزام البيضاء الغريبة من نوع ELM في البداية نجومًا في التسلسل الرئيسي، لكن القزم الأبيض المصاحب لن يبدأ في تمزيق المواد حتى وقت متأخر من حياة النجم، عندما يبدأ في حرق الهيليوم في قلب النجم. غلاف الهيدروجين المحيط بهذا اللب هو أيضًا موقع تفاعلات الاندماج الحراري النووي.

في مرحلة ما، لم يعد القزم الأبيض المستقبلي من نوع ELM ضحية لقزمها الأبيض لأن انتقال المادة يتوقف. لم يتبق سوى نجم واحد كتلته أقل من 0.3 كتلة شمسية والتي ستتحول في النهاية إلى قزم أبيض. ثم نحصل على نجم يستغرق وقتًا أطول من المعتاد لتكوين مثل هذه الكتلة المنخفضة (كلما زادت كتلة النجم، زادت سرعة تطوره والعكس صحيح).
اليوم، تم اختبار هذا السيناريو للتو من قبل فريق من علماء الفيزياء الفلكية الذين استخدموا العديد من الأدوات مثل تلسكوب شين في مرصد ليك في كاليفورنيا بالإضافة إلى بيانات من مهمة غايا، كما هو موضح في منشور في الإخطارات الشهرية. الجمعية الفلكية والتي يمكن العثور عليها مجانًا على arXiv.
لقد لاحظ علماء الفيزياء الفلكية بالفعل عشرات النجوم المشوهة بفعل قوى المد والجزر ولها خصائص النجم المتوقعة في الانتقال من التسلسل الرئيسي إلى حالة القزم الأبيض النهائية من نوع ELM، أي عندما فقد النجم معظم كتلته وكاد يتقلص ليصبح قزم أبيض ELM.

مهمة غايا: سرعان ما حددت مجرة درب التبانة مهمة غايا التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية لقياس مواقع وسرعات مليار نجم في مجرة درب التبانة. سيسمح لنا ذلك بإعادة بناء تاريخ مجرتنا، لفهم هيكلها بشكل أفضل ولكن أيضًا للبحث عن المادة المظلمة والكواكب الخارجية.
تتطور النجوم بشكل أكبر، والعكس صحيح. النظرية التي تشرح هذه الحقيقة تجعل من الممكن أيضًا تحديد تاريخها، لكنها أدت إلى إعطاء عمر أعلى بوضوح من عمر الكون المرئي في حالة بعض النجوم. يتضمن حل هذا اللغز سيناريو اجتاز للتو الاختبارات بنجاح.
الرئيسي ولكن القزم الأبيض لن يبدأ ماتي في تمزيق المادة إلا في وقت متأخر من حياة النجم ، عندما يبدأ في حرق قلب الهيليوم بينما قاعدة غلاف الهيدروجين المحيط بهذا النواة هي أيضًا مقر تفاعلات الاندماج النووي الحراري.
في مرحلة ما ، لم يعد القزم الأبيض المستقبلي من نوع ELM ضحية لقزمها الأبيض لأن انتقال المادة يتوقف. لم يتبق سوى نجم واحد كتلته أقل من 0.3 كتلة شمسية والتي ستتحول في النهاية إلى قزم أبيض. ثم نحصل بعد ذلك على نجم يستغرق وقتًا أطول من الطريقة العادية لتكوين مثل هذه الكتلة المنخفضة (كلما زادت كتلة النجم، كلما تطور بسرعة والعكس صحيح).
اليوم، تم اختبار هذا السيناريو للتو من قبل فريق من علماء الفيزياء الفلكية الذين استخدموا العديد من الأدوات مثل تلسكوب شين في مرصد ليك في كاليفورنيا بالإضافة إلى بيانات من مهمة جايا ، كما هو موضح في منشور في الإخطارات الشهرية. الجمعية الفلكية والتي يمكن العثور عليها مجانًا على arXiv.
لقد لاحظ علماء الفيزياء الفلكية بالفعل عشرات النجوم المشوهة بفعل قوى المد والجزر ولها خصائص النجم المتوقعة في الانتقال من التسلسل الرئيسي إلى حالة القزم الأبيض النهائية من نوع ELM، أي عندما فقد النجم معظم كتلته وكاد يتقلص ليصبح أبيض. ELM قزم.
لذلك يبدو أن اللغز، لغز النجوم أقدم من الكون المرئي، قد تم حله.

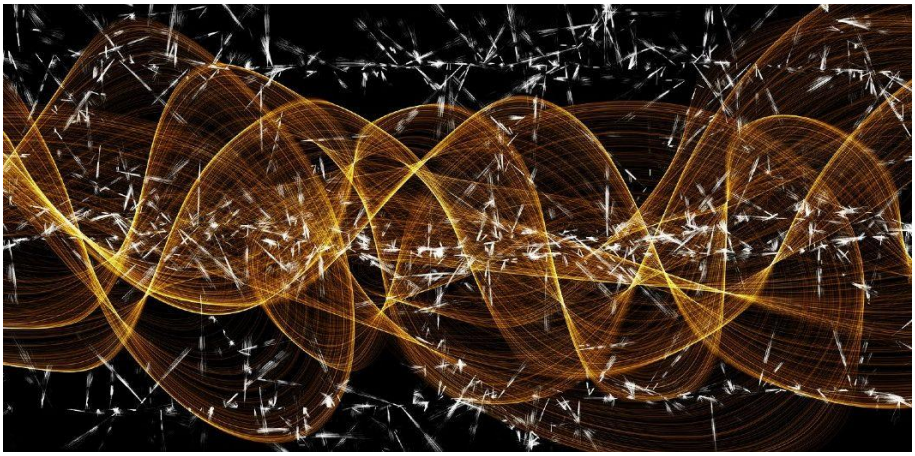


لقد تم للتو ملاحظة حالة جديدة للمادة للمرة الأولى
تفتح السوائل الدورانية الكمومية Les liquides de spins quantiques آفاقًا جديدة في مجال تصنيع الحواسيب العملاقة superordinateurs.



تساعد المغناطيسات المغناطيسية أو الممغنطة les aimants magnétiques، لأنها لا تتجمد، في الحفاظ على الدوران الكمومي في حالة سائلة.
صلب وسائل وغازي: نحن نعرف الحالات الكلاسيكية الثلاث للمادة. ومع ذلك، فهذه ليست الحالات الوحيدة، وهناك حالات أخرى أكثر غرابة للمادة، مثل البلازما أو حالة السائل الفائق. من الآن فصاعدًا، يجب أن نضيف أيضًا آخر: سائل الدوران الكمومي le liquide de spin quantique .
كانت هذه الحالة موضع تكهنات مختلفة لعقود من الزمن، حتى لو لم يتم ملاحظتها مطلقًا. تم الانتهاء منه الآن، وفقًا لدراسة من جامعة هارفارد، نُشرت نتائجها في مجلة Science.
يشير سائل الدوران الكمومي إلى المغناطيسات المغناطيسية أو الممغنطة التي، على عكس المغناطيسات العادية، لا تتجمد حتى في درجات حرارة منخفضة جدًا وبالتالي لا تستقر في حالة صلبة بخصائص مغناطيسية. في هذه الحالة الجديدة للمادة، تكون الإلكترونات مضطربة، ومن هنا تتم مقارنتها بالسائل.
يشير مصطلح "الدوران الكمومي spin quantique " إلى اتجاه الزخم الزاوي moment cinétique الذي تحمله الجسيمات، والتي تكون متشابكة enchevêtrées في أزواج مع لفات أو سبينات spins متقابلة، كما يوضح موقع تنبيه العلوم. في المغناطيس الكلاسيكي، يتم توجيه دوران الإلكترونات في نفس

الاتجاه - لأعلى أو لأسفل - مما يؤدي إلى ما يسمى بالمغناطيسية. في السوائل الكمومية المغزلية، يلعب إلكترون ثالث دورًا في إحداث فوضى.
مع إدخال إلكترون ثالث، لا يمكن لدور الإلكترون أن يصطف في اتجاه واحد فقط، مما يخلق مغناطيسًا يسمى "المحبط"frustré . ويؤدي هذا الإحباط المغناطيسي إلى استمرار "اضطراب" الدورات، مما يسمح بالحفاظ على هذه "الحالة السائلة"، حتى في درجات الحرارة المنخفضة، كما يضيف TrustmyScienceموقع أنا أثق بالعلم.



هذه المفاهيم الخاطئة التي تجعلك تبدو غبيًا عندما تتحدث عن فيزياء الكم:
الملاحظة:
هذه الملاحظة غير المسبوقة، فقد حصل أعضاء الدراسة على جهاز محاكاة كمومي قابل للبرمجة، un simulateur quantique programmable تم تصميمه في عام 2017. بفضل الليزر الخاص بهذا الجهاز، نظم العلماء الذرات بشكل فردي في نمط شبكي un motif en treillis، من أجل إعادة إنتاج هذا المغناطيس المحبط.
هذه الملاحظة الأولى مثيرة للاهتمام بشكل خاص، لأنها تفتح آفاقًا جديدة، لا سيما فيما يتعلق ببناء أجهزة كمبيوتر كمومية أكثر قوة وأكثر موثوقية.
على عكس أجهزة الكمبيوتر الكلاسيكية، التي تعمل على نظام ثنائي 0 أو 1 بت، تستخدم أجهزة الكمبيوتر الكمومية الكيوبتات. المشكلة: تعاني الكيوبتات من عدم استقرار كبير، وأقل اختلاف في المجال المغناطيسي أو الاهتزاز أو حتى درجة الحرارة يكفي لفقد الكيوبتات خصائصها الكمومية. هذا هو المكان الذي يمكن أن تأتي فيه السوائل الدورانية الكمومية.
هذه الحالة الجديدة للمادة يمكن بالفعل أن تجعل من الممكن تطوير كيوبتات طوبولوجية qubits topologiques، محمية بشكل أفضل من التداخل الخارجي مقارنة بالكيوبتات التقليدية. يكفي للحفاظ على الحالة الكمومية لفترة كافية لتوليد نتائج الحسابات.

المصدر: https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/etoile-enigme-/etoiles-plus-vieilles-univers-semble-resolue-95327