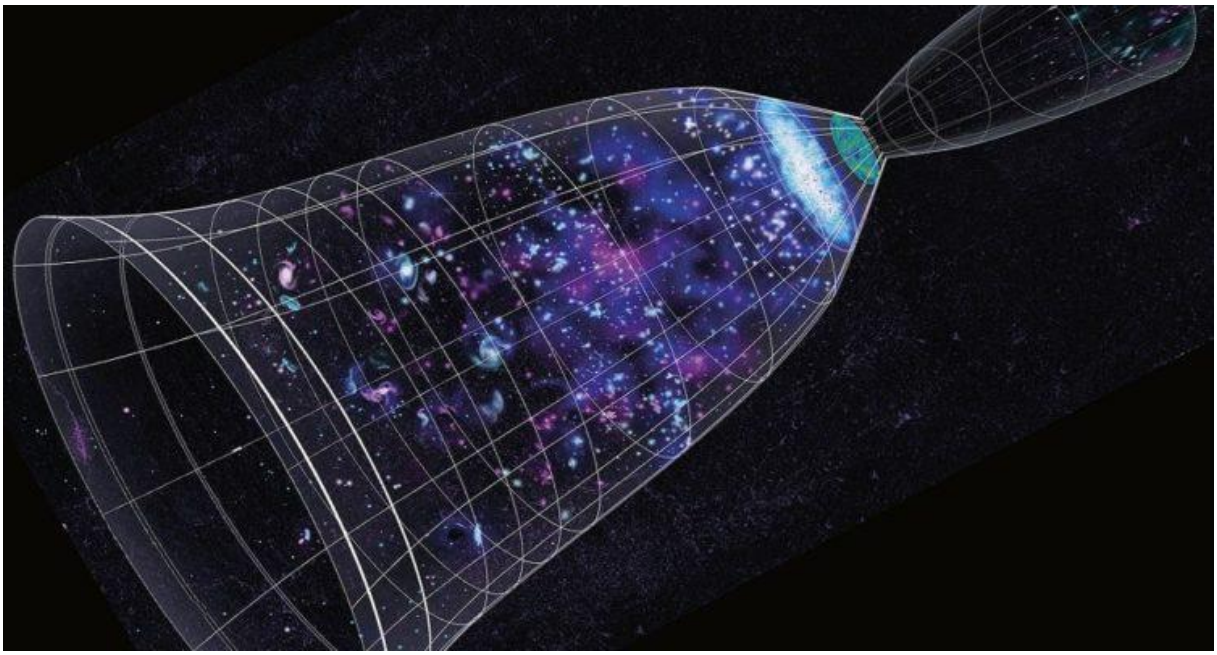
هل الكون دوري تعاقبي؟ تظهر نظرية الأوتار أن هذه الفرضية ممكنة

إعدادا وترجمة د. جواد بشارة

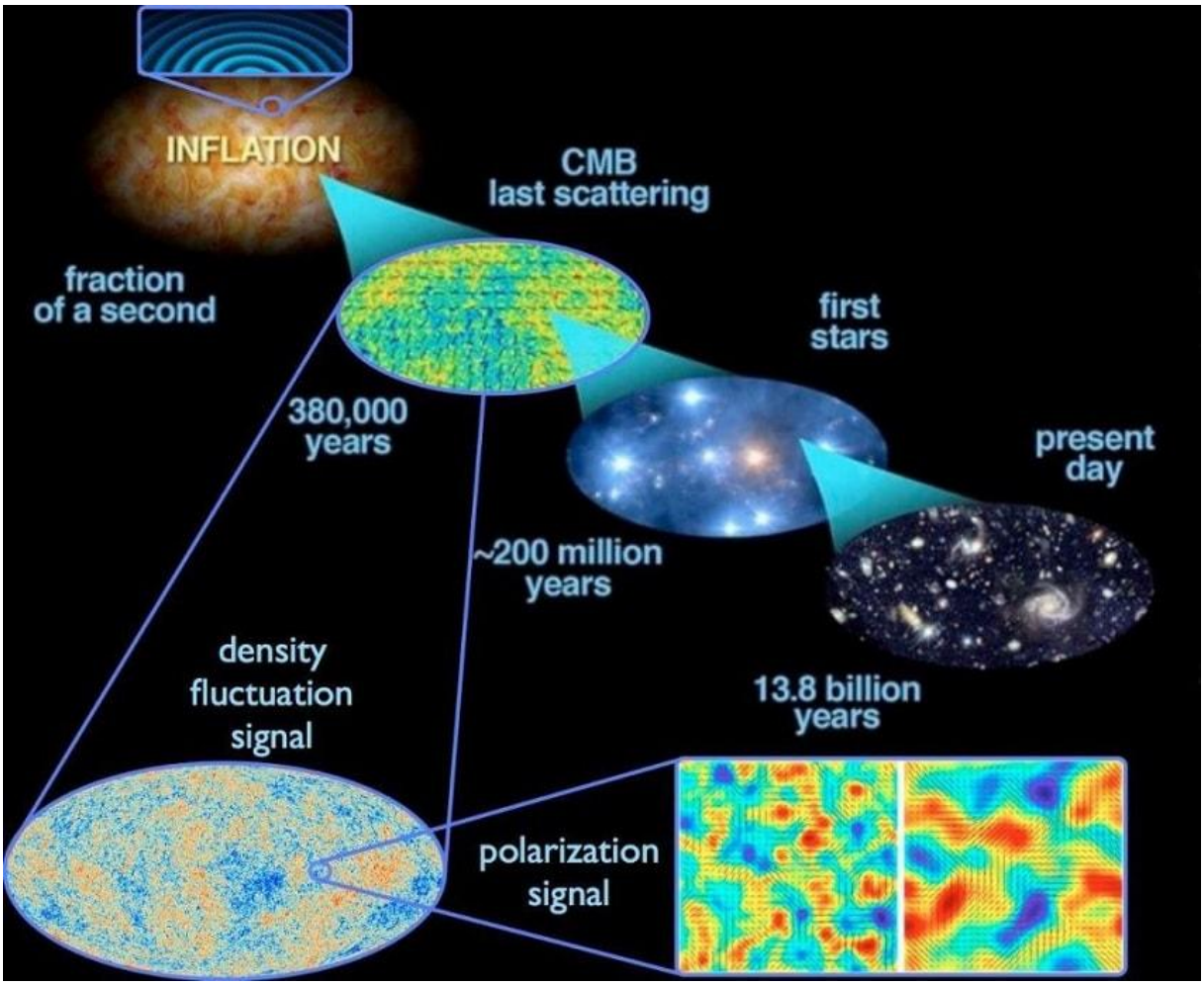


هل الكون موجود دائما؟ إذا كان الأمر كذلك، فهل يرتد مرة أخرى في دورة Big Bang لا تنتهي أبدًا؟ أم أنها بدأت بمفردها؟ تم تطوير العديد من النظريات بمرور الوقت للإجابة على هذه الأسئلة، لكن الأطر الفيزيائية والرياضياتية لهذه النماذج لم تكن قادرة على الإطلاق على إظهار وجود السلوك الدوري للكون أو غير ذلك. بداية ونهاية فريدة.

لكن في الآونة الأخيرة، استدعى فريق من المنظرين تنبؤات نظرية الأوتار لحل بعض الألغاز الأساسية للكون المبكر. يمكن أن تعطينا النتيجة الدفعة النظرية اللازمة لبناء الكون من الصفر، وبالتالي دعم فرضية الكون المتكرر تعاقبياً أو دورياً.

نحن نعلم أننا نعيش في عالم يتوسع، حيث تبتعد المجرات والنجوم عنا بسرعة متزايدة. لدينا أيضًا ملاحظات عن الكون المبكر، عندما كان عمره 380 ألف عام فقط. في هذه الصور، نرى أنماطًا مثيرة للاهتمام - بقع صغيرة ومناطق تكشف عن وجود اختلافات طفيفة في درجة الحرارة والضغط في هذا الكون الشاب.

إن ملاحظة تقلبات الكثافة (تباين الخواص) داخل الخلفية الكونية المنتشرة، على وجه الخصوص بفضل مهمة بلانك، جعلت من الممكن تأكيد وجود فروق في الضغط ودرجة الحرارة في الكون المبكر.



نحن قادرون على شرح كل هذه الملاحظات بما يسمى بعلم الكونيات ونموذج الانفجار العظيم Big Bang ، بالإضافة إلى فكرة إضافية تُعرف باسم التضخم (وهي عملية نعتقد أنها حدثت عندما كان عمر الكون أقل من ثانية). في هذه العملية، نما الكون بشكل أكبر بكثير، محوّلًا تقلبات الكموم إلى تقلبات في الكثافة. وزادت هذه التقلبات في نهاية المطاف.

نموذج للكون ekpyrotic: لا يعيد إنتاج سلوك الكون البدائي

أعاقت الاختلافات في الضغط والكثافة ودرجة الحرارة خلال السنوات الأولى للكون العديد من النظريات الكوسمولوجية – الكونية البديلة، بما في ذلك واحدة من أكثر الأفكار شيوعًا لتجاوز الانفجار العظيم المعروف باسم الكون ekpyrotic. تأتي كلمة ekpyrotic من الكلمة اليونانية "Conflagration»، والتي تشير إلى فكرة فلسفية قديمة عن كون متكرر باستمرار.

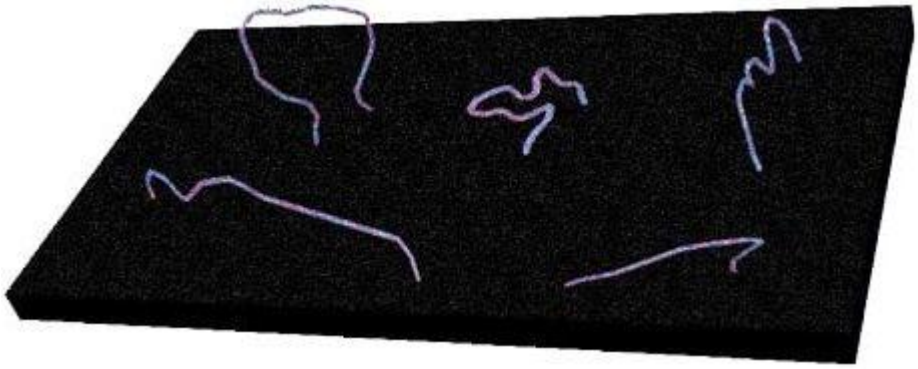
من هذا المنظور، نحن حاليًا في مرحلة "الانفجارالعظيم"، والتي سوف تتباطأ (بطريقة ما) وتتوقف وتعكس وتعود إلى درجات حرارة وضغوط عالية بشكل لا يصدق. ثم ينتعش الكون ويعيد إطلاقه في مرحلة جديدة من الانفجار العظيم.

تكمن مشكلة هذا النموذج في أنه لا يعيد إنتاج التقلبات في الكثافة والضغط ودرجة الحرارة التي لاحظناها في بدايات الكون. كون هذا النموذج هو كون موحد تمامًا. وهذا لا يعني فقط أن النظريات لا تتطابق مع

الملاحظات من الكون المبكر. هذا يعني أن هذه الكونيات لا تؤدي إلى كون مليء بالمجرات أو النجوم أو حتى الكواكب.

فيما يعتقد البعض الآخر من العلماء أن الكون المرئي هل نشأ الكون من اصطدام غشاءS-Branes لإنقاذ نموذج الكون -ekpyrotique ekpyrotic .

هذا هو السبب في أن المنظرين حاولوا صياغة نموذج للكون ekpyrotique يتوافق مع ملاحظات الكون المبكر. وللقيام بذلك، قاموا باستدعاء عنصر معين: أغشية إس. مصطلح "غشاء" يأتي من نظرية الأوتار ويتوافق مع سلسلة متعددة الأبعاد (ن> 1). يشير S إلى حقيقة أن هذه الأغشية S لا يمكن أن توجد إلا في لحظات محددة في الزمكان، في ظل ظروف محددة.



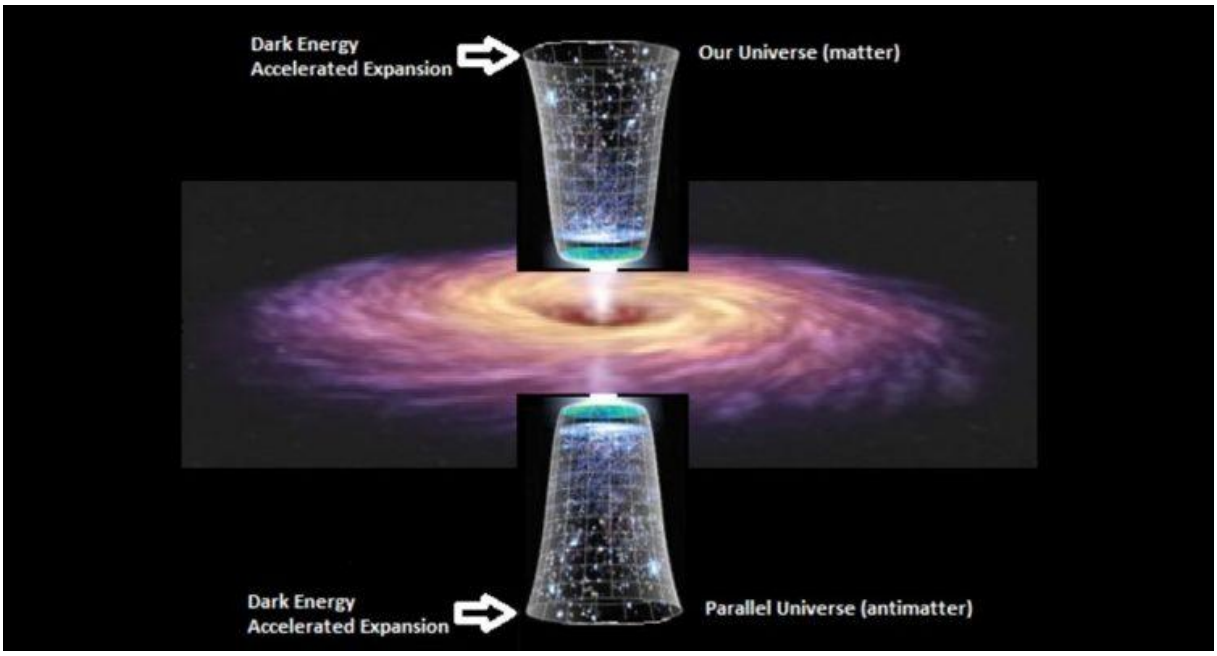
الأوتار الأساسية لنظرية الأوتار هي D-1 .branes- أغشية هي الأشياء التي ترتبط بها الحبال (مستطيل أسود في الصورة). من ناحية أخرى، فإن الأغشية S هي أغشية محددة جدًا لا يمكن أن توجد إلا في ظل ظروف مكانية وزمانية محددة.

في هذا السيناريو الجديدekpyrotique ، بينما كان الكون في أصغر تكوين ممكن وأكثره كثافة، ظهر غشاء S، مما أدى إلى إعادة توسع الكون المليء بالمادة والإشعاع (الانفجار العظيم) ومع اختلافات طفيفة في درجة الحرارة والضغط المقابلة لتلك الملاحظة.

بينما تقدم هذه الفرضية حلاً أنيقًا لتكوين الكون وتطوره، إلا أنها تظل تخمينية للغاية. أولاً، لأن نظرية الأوتار الفائقة لم تكن موضوع أي تأكيد تجريبي بعد، وثانيًا لأن فرضية البرانات - الأغشية S-brane هي نفسها مشكوك فيها في وسط الفيزياء النظرية وعلم الكونيات خاصة عند اللجوء لاستخدام نظرية الأوتار.

المصادر: arXiv

يوجد عالم من المادة المضادة بعد الانفجار العظيم، وفقًا لنموذج جديد



على الرغم من أن النموذج الكوسمولوجي القياسي أو المعياري يفسر العديد من الظواهر الكونية التي لوحظت في الكون، لكنه لا يزال يحتوي على فجوات معينة، مثل طبيعة المادة والطاقة السوداء أو المظلمة، والتي تجعل بعض علماء الكونيات يبحثون عن بدائل. يقترح أحد هذه البدائل، الذي طوره الفيزيائي الشهير نيل توروك، أن كوننا يمتلك نفسًا بديلًا للمادة المضادة يتجاوز الانفجار العظيم.

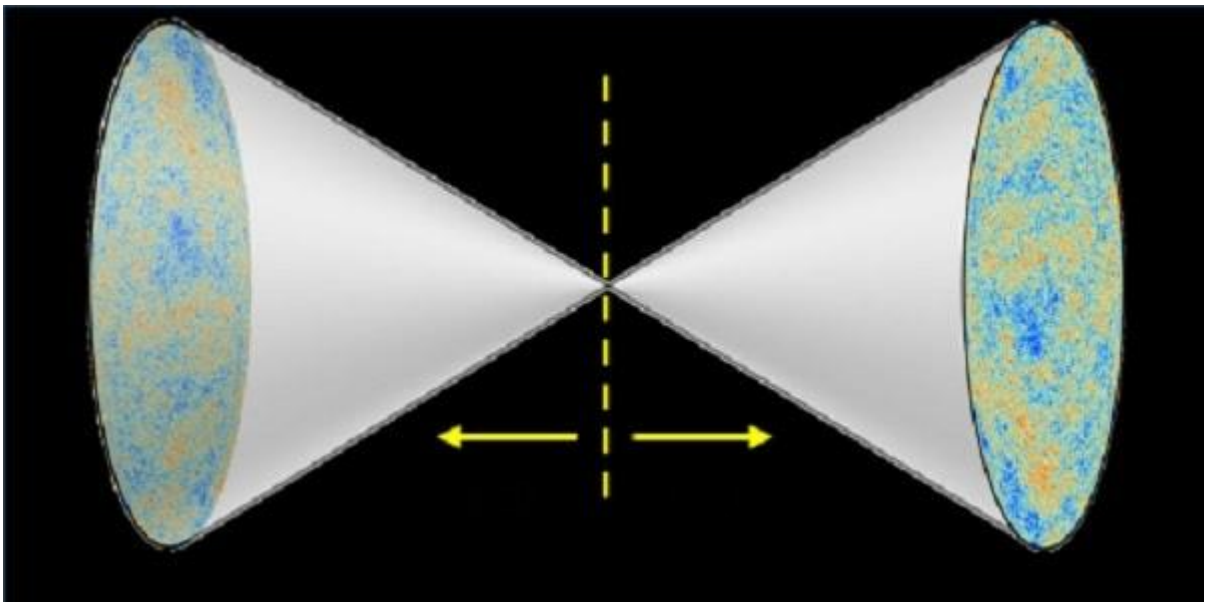
يمكن أن يكون كوننا انعكاسًا لكون مادة مضادة تمتد إلى ما بعد الانفجار العظيم. هذا ما يقترح نموذجًا كونيًا جديدًا - طوره علماء الفيزياء من معهد Perimeter تحت إشراف Neil Turok - يفترض وجود "كون مضاد" والذي، إلى جانب كوننا، يحافظ على قاعدة أساسية للفيزياء. يسمى تناظر CPT. لا يزال النموذج بحاجة إلى التعميق والعمل عليه، لكنه، وفقًا لمؤلفيه، يشرح بشكل طبيعي وجود المادة السوداء أو المظلمة.

يؤكد النموذج الكوني القياسي أو المعياري أن الكون ظهر منذ حوالي 13.8 مليار سنة بعد الانفجار العظيم، ليبرد بعد ذلك وينتج عنه الجسيمات والنوى الذرية والذرات والنجوم والكواكب والمجرات وما إلى ذلك. ومع ذلك، وفقًا لتوروك، اعتمادًا على معلمات مخصصة، فإن هذا النموذج يشبه بشكل متزايد وصف بطليموس للنظام الشمسي.

ويقول إن أحد هذه المعلمات هو الفترة القصيرة من التوسع العنيف والسريع المعروف باسم التضخم الكوني، والذي قد يفسر التوحيد والتجانس الواسع النطاق للكون (التجانس والتناحي). "هناك ميل إلى تفسير أي ظاهرة جديدة من خلال اختراع جسيم جديد أو مجال جديد؛ يشرح توروك "أعتقد أن هذا قد يكون خطأ".

وبدلاً من ذلك، شرع توروك وزميله لاثام بويل في تطوير نموذج للكون قادر على شرح جميع الظواهر التي يمكن ملاحظتها بناءً على الجسيمات والحقول المعروفة فقط. تساءلوا عما إذا كانت هناك طريقة طبيعية لتوسيع الكون إلى ما بعد الانفجار العظيم. يقول توروك: "وجدنا أنه كان هناك".

نموذج كوني يحترم تناظر CPT



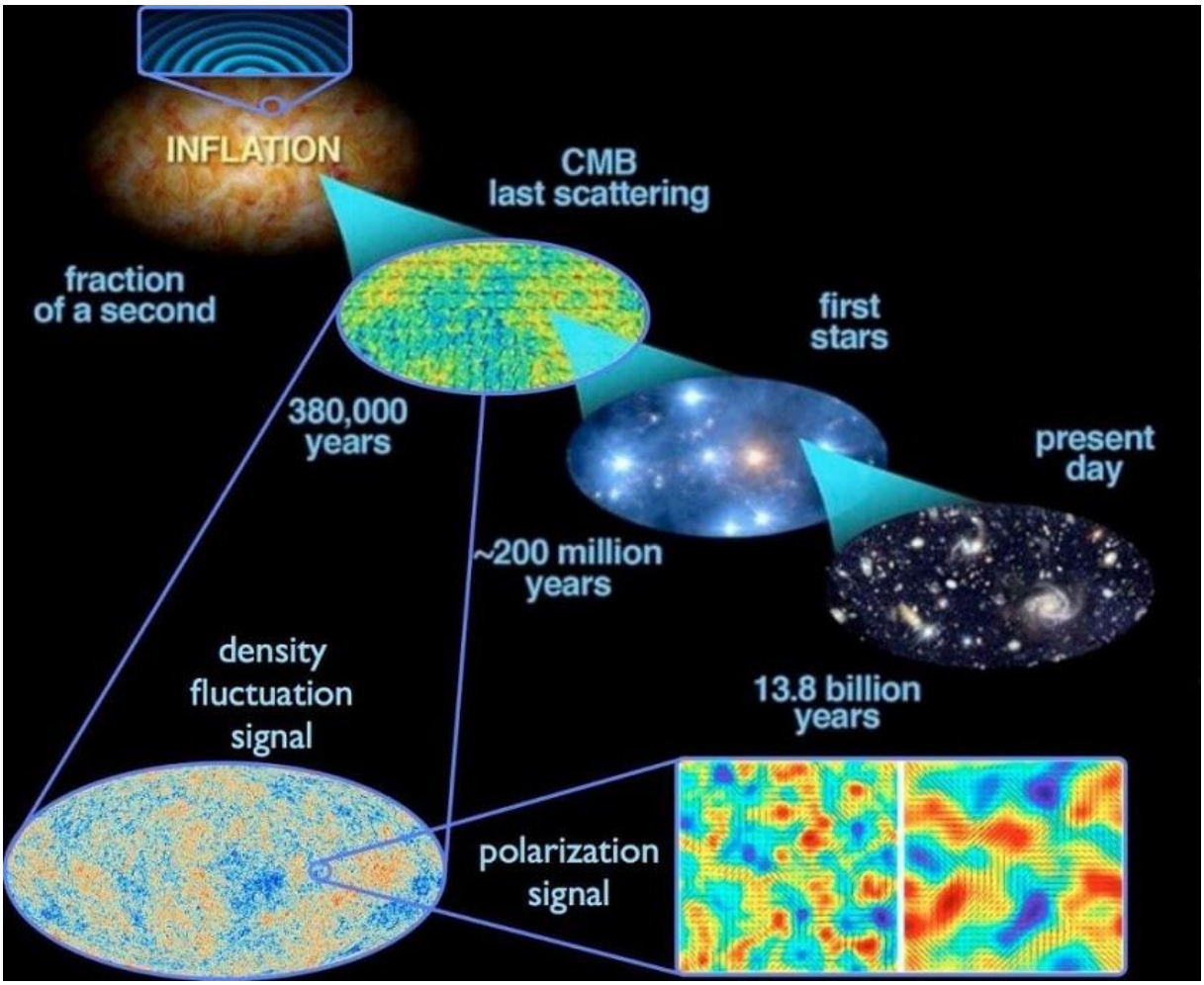
لقد اعتبروا أن الكون ككل يطيع تناظر CPT. يتطلب هذا المبدأ الأساسي أن تظل جميع العمليات الفيزيائية كما هي إذا انعكس الزمن، وعكس الفضاء، واستبدلت الجسيمات بجسيمات مضادة. يتذكر توروك أن هذا ليس هو الحال بالنسبة للكون من حولنا، حيث يمر الزمن مع توسع الفضاء، وحيث توجد مادة أكثر من المادة المضادة.

في نموذج الكون المتماثل CPT، يتدفق الزمن في الاتجاه المعاكس للانفجار العظيم داخل الكون المضاد.

سيكون الهيكل الذي يحترم التناظر زوجًا من كون مقابل كون. سوف يمتد الكون المضاد عبر الانفجار العظيم، وستهيمن عليه المادة المضادة، وستنعكس خصائصه المكانية عن خصائص كوننا - وهو وضع مشابه لتكوين أزواج الإلكترون والبوزيترون في الفراغ، حسب توروك.

يقر Turok، الذي تعاون أيضًا مع Kieran Finn من جامعة مانشستر في المملكة المتحدة، بأن النموذج لا يزال بحاجة إلى الكثير من العمل ومن المرجح أن يواجه الكثير من الانتقادات. بالفعل خلال مرحلة مراجعة الأقران عندما تم تقديم المقالة إلى Physical Review Letters، تم إخبار المؤلفين أنه لكي يكون صحيحًا، يجب أن يشرح نموذجهم تقلبات درجة حرارة الخلفية الكونية المنتشرة. لا يزال العمل جاريًا وفقًا لتوروك.

يجب أن تكون ملاحظة تقلبات الكثافة (تباين الخواص) داخل الخلفية الكونية المنتشرة، ولا سيما بفضل مهمة بلانك، قابلة للتفسير من خلال نموذج CPT الجديد. يُعتقد أن هذه التقلبات ناتجة عن الطبيعة الكمومية للزمكان بالقرب من الانفجار العظيم.



يوضح الأخير أن التقلبات ترجع إلى الطبيعة الكمومية للزمكان بالقرب من تفرد الانفجار العظيم. في حين أن المستقبل البعيد لكوننا والماضي البعيد للكون المضاد من شأنه أن يوفر نقاطًا ثابتة (كلاسيكية)، فإن جميع التبادلات الكمومي المحتملة ستكون موجوددةفي المركز.

قام هو وزملاؤه بحساب حالات كل تكوين ممكن لزوج CPT، ومن بينها، أي واحد من المرجح أن يكون موجودًا. قال: "اتضح أن الكون الأكثر احتمالا هو الذي يشبه كوننا". يضيف توروك أن عدم اليقين الكمومي يعني أن الكون والكون المضاد ليسا صورتين متطابقتين لبعضهما البعض، مما يتجنب القضايا الحساسة مثل الإرادة الحرة.

الظهور الطبيعي للمادة السوداء أو المظلمة في النموذج الكوني CPT

يقول توروك إن النموذج الجديد مرشح طبيعي للمادة السوداء أو المظلمة. هذا المرشح عبارة عن جسيم ضخم للغاية ومراوغ يسمى نيوترينو "عقيم"، والذي يعتقد أنه يفسر الكتلة المحدودة (الصغيرة جدًا) للنيوترينوات اليسارية الأكثر شيوعًا. بحسب الفيزيائي في، يمكن استخدام تناظر CPT لتحديد وفرة النيوترينوات الصحيحة في كوننا. مع الأخذ في الاعتبار كثافة المادة السوداء أو المظلمة المرصودة ، يشير إلى أن هذا يعطي كتلة للنيوترينو الصحيح تبلغ حوالي 5 × 108 غيغا إلكترون فولت - حوالي 500 مليون ضعف كتلة البروتون.

ويصف هذه الكتلة بأنها تشبه "بشكل لا يصدق" تلك المشتقة من إشارتين راديو شاذتين تم اكتشافهما بواسطة هوائي أنتاركتيكا النبضي العابر (ANITA). تجربة منطاد الهواء الساخن، التي تحلق فوق القارة القطبية الجنوبية، تراقب تدفق الأشعة الكونية عبر الغلاف الجوي. ومع ذلك، في مناسبتين يبدو أن ANITA قد اكتشفت جسيمات بكتل تتراوح بين 2 و10 × 108 GeV.

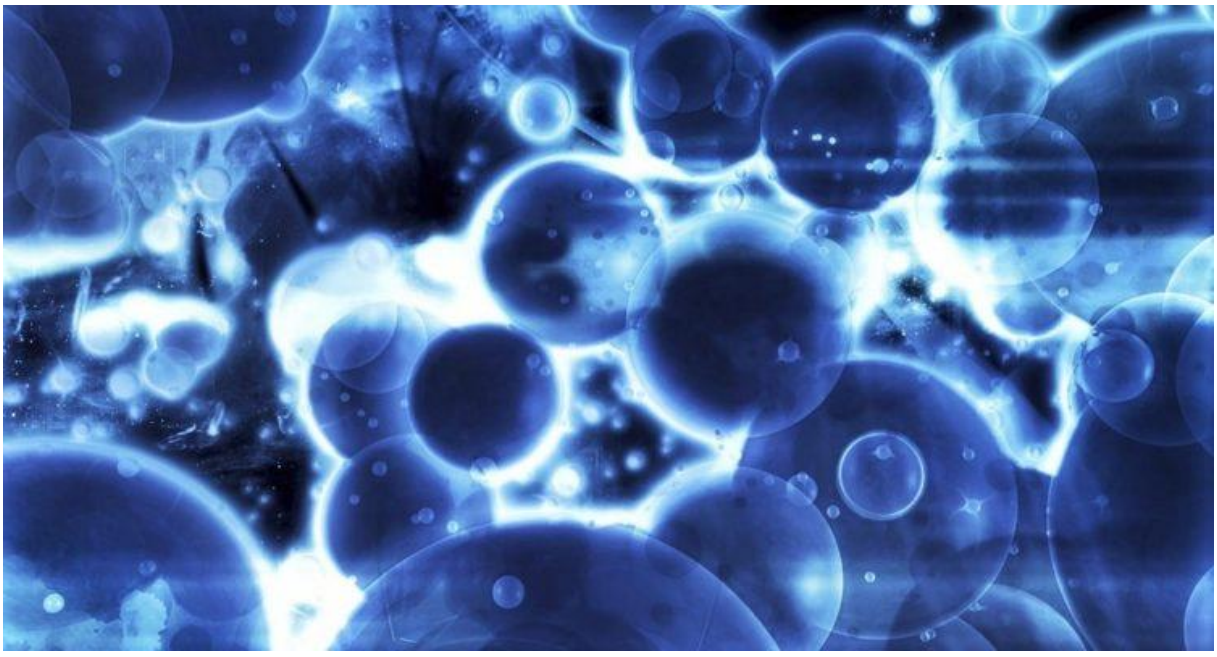
كشفت تجربة Antarctic Impulse Transient Antenna (ANITA) عن جسيمين عاليي الطاقة لهما توقيع مذهل، والذي يمكن أن يكشف عن أثر النيوترينو المعقم.

نظرًا لأن النيوترينوات العادية ستتفاعل بشكل شبه مؤكد قبل الذهاب إلى هذا الحد، فقد اقترح توماس ويلر من جامعة فاندربيلت وزملاؤه مؤخرًا أن الجناة كانوا في الواقع يتحللون النيوترينوات المستقيمة.

ومع ذلك، يشير Turok إلى مشكلة: يتطلب نموذج CPT المتماثل أن تكون هذه النيوترينوات مستقرة تمامًا. لكنه يظل متفائلا بحذر. "من الممكن أن تتسبب في تحلل هذه الجسيمات مع تقدم عمر الكون، لكن هذا يتطلب تعديلًا بسيطًا لنموذجنا. لذلك ما زلنا مفتونين، لكنني بالتأكيد لن أقول إننا مقتنعون في هذه المرحلة ".

المصادر: خطابات المراجعة المادية

المادة السوداء أو المظلمة: هل تختبئ البوزونات السوداء المظلمة في التفاعل بين النيوترونات والإلكترونات؟

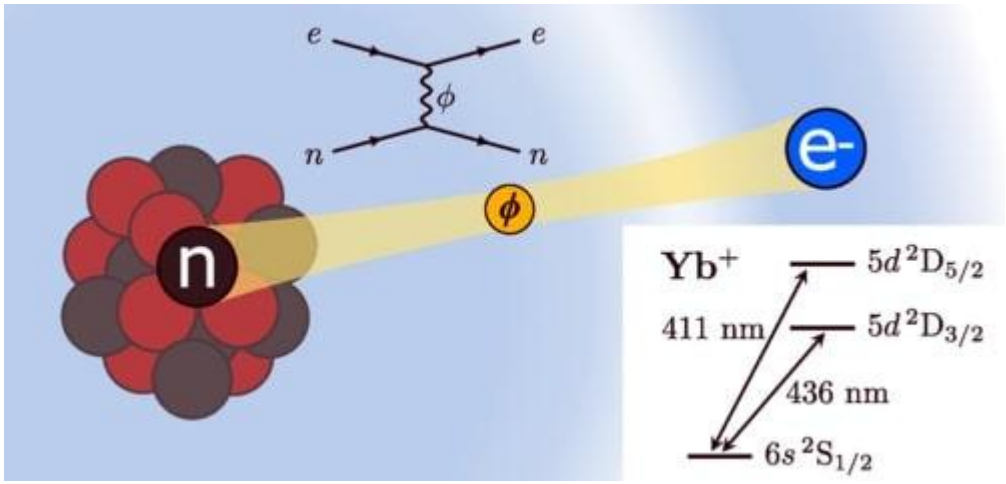


على الرغم من أن هذا هو افتراض الغالبية للنموذج الكوني القياسي أو المعياري، إلا أن طبيعة المادة السوداء أو المظلمة لا تزال غير معروفة تمامًا. في السنوات الأخيرة، تم اقتراح العديد من المرشحين ومن بينهم Black Bosons البوزونات السوداء. يقال أن هذه البوزونات خارج النموذج القياسي أو المعياري مسؤولة عن وجود المادة السوداء أو المظلمة والتي قد تظهر في التفاعل بين الإلكترونات والنيوترونات. في الآونة الأخيرة، تم إجراء تجربتين للكشف عن توقيع محتمل لهذه البوزونات الافتراضية. بينما لم يلاحظ أحدهما شيئًا غير عادي، حصل الآخر على نتائج غريبة. وإحدى الفرضيات المطروحة لتفسيرها هي وجود البوزونات السوداء.

على عكس البوزونات الكلاسيكية، مثل الفوتونات والغلونات، فإن تبادل أو تفاعل البوزونات السوداء لن يؤثر على بيئتها المباشرة. إذا كانت موجودة بالفعل، فقد تكون طاقتها الجماعية مسؤولة عن المادة السوداء المظلمة. بحثت الدراستان - إحداهما من قبل باحثين في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، والأخرى بواسطة جامعة آرهوس في الدنمارك - عن الاختلافات الدقيقة في موضع الإلكترون في أحد النظائر المشعة عندما انتقلت بين مستويات الطاقة الذرية.

تجربتان بنتائج متناقضة:

يمكن أن يكون التذبذب علامة على وجود بوزونات سوداء. هذا البوزون، من الناحية النظرية، قد يأتي من تفاعل بين الإلكترون والكواركات التي تشكل النيوترونات في نواة الذرة. استخدم الفريق بقيادة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا عددًا قليلاً من نظائر الإيتربيوم في تجربتهم، بينما كان الكالسيوم هو العنصر المفضل للمجموعة التي تقودها جامعة آرهوس.



رسم بياني يوضح خصائص القوة الذرية الجديدة بين الإلكترون (e-) والنيوترون (n) بوساطة التبادل الافتراضي لبوزون جديد افتراضي ϕ. ينتج عن الاقتران جهد شبيه بـ Yukawa يغير مستويات الطاقة الذرية ويمكن فحصه بواسطة التحليل الطيفي للتحول النظيري.

قامت كلتا التجربتين بدمج بياناتهما على نوع من الرسم البياني الخاص بقياس فئات الحركات في النظائر. بينما أعطت التجربة المعتمدة على الكالسيوم النتيجة المتوقعة، كان الرسم البياني لليتربيوم غير عادي، مع وجود انحراف ذي دلالة إحصائية في خطية الرسم البياني.

ومع ذلك، هذا لا يشكل دليلا في حد ذاته. من ناحية أخرى، إذا كان بإمكان البوزون تفسير هذه الأرقام، فيمكن أيضًا للعملية أن تراجع بالطريقة التي يقومون بها بالحسابات، وهو نوع من التصحيح يسمى تحول المجال التربيعي. يحتاج السبب الدقيق الذي يجعل إحدى التجارب قد وجدت شيئًا غريبًا بينما لم تجد الأخرى شيئًا على الإطلاق، يحتاج أيضًا إلى تفسير.

المادة السوداء أو المظلمة: البحث عن الجسيمات خارج النموذج القياسي:

في حين أن إضافة بوزونات جديدة خارج النموذج القياسي ليس محظورًا حقًا، إلا أنها تتطلب بعض التعديل. على أي حال، لا يزال البحث عن مرشحين يشكلون المادة السوداء أو المظلمة نشطًا. في بداية العام، تم الحديث عن تجربة XENON1T في مواجهة عدد الإلكترونات المتراجعة الكشف، التوقيع المحتمل لوجود الأكسيونات.

في عام 2016، تم رصد نوع من المادة السوداء أو المظلمة المرشحة يسمى بوزون مادالا بين البيانات التي تم جمعها بواسطة مصادم الهادرونات الكبير في بحثه عن جسيم هيغز. يمكن اعتبار هذا الجسيم نوعًا من النسخة المظلمة من بوزون هيغز. ومع ذلك، فقد خفف سيرن من إثارة الفيزيائيين، متذكرًا أنه لا شيء في البيانات يشير إلى وجود مثل هذا البوزون. لذلك سيتعين علينا الانتظار لفترة أطول قليلاً لكشف سر المادة السوداء أو المظلمة.

المصادر: خطابات المراجعة المادية (1 ، 2)

يمكن أن يشير الشذوذ في طيف الأشعة الكونية بشكل غير مباشر إلى وجود المادة السوداء أو المظلمة

إلى اليسار: محاكاة لتوزيع المادة السوداء أو المظلمة في الكون بعد حوالي 3 مليارات سنة من الانفجار العظيم. إلى اليمين: عناقيد من المادة السوداء أو المظلمة (حمراء) ، تزيد كتلتها عن 300 مليون ضعف كتلة الشمس (باللون الأصفر). | كونسورتيوم برج العذراء

يعد اكتشاف المادة السوداء أو المظلمة، التي تشكل حوالي 27 ٪ من إجمالي كثافة الطاقة في الكون، نشأت أحد التحديات الأساسية للفيزياء الفلكية الحديثة يتعلق بماهية هذه المادة وطبيعتها.

بينما يستمر البحث، فإن البيانات الجديدة التي حصل عليها الكاشف المداري الصيني DAMPE ونشرت في 29 نوفمبر في مجلة Nature (1)، كانت تهز المجتمع العلمي لبضعة أيام. في الواقع، يمكن أن يكون

اكتشاف شذوذ في تدفق الأشعة الكونية المرصود إشارة غير مباشرة على وجود المادة السوداء أو المظلمة.

DAMPE ودراسة الأشعة الكونية عالية الطاقة :

مستكشف الجسيمات DArk Matter Particle Explorer (DAMPE) ، الذي تم إطلاقه في 17 ديسمبر 2015 على ارتفاع 500 كيلومتر ، هو كاشف للجسيمات عالي الطاقة للغاية مُحسَّن لدراسة الأشعة الكونية المكونة من الإلكترونات والبوزيترونات (CREs) ، وكذلك من دراسة أشعة غاما. وبشكل أكثر تحديدًا، يتم معايرة DAMPE لطاقات تصل إلى 10 إلكترون فولت.

كاشف DAMPE المداري، الذي يدرس تدفقات الأشعة الكونية عالية الطاقة للإلكترونات والبوزيترونات.

دراسة الـ CREs لها فائدة مزدوجة. أولاً، يوفر فهمًا أفضل لظواهر المجرات عالية الطاقة مثل المستعرات العظمى (2). ثانيًا، يمكن أن يسمح بملاحظة ظاهرة المادة السوداء أو المظلمة، مثل فناء أو تحلل جسيمات هذه المادة السوداء المظلمة.

بالإضافة إلى ذلك، يقوم الكاشف أيضًا بقياس اتجاه السقوط وكذلك شحنة الجسيمات، ويميز بشكل فعال البروتونات (التي تتداخل مع الكشف) عن الإلكترونات والبوزيترونات. نظرًا لأن هذا التمييز ضروري لدراسة الأشعة الكونية، فإن DAMPE قادر على رفض أكثر من 99.99٪ من البروتونات مع الاحتفاظ بـ 90٪ من الإلكترونات / البوزيترونات.

قام الفريق الدولي المسؤول عن DAMPE بتحليل البيانات التي تم جمعها من 27 ديسمبر 2015 إلى 8 يونيو 2017 أو خلال 530 يومًا من الكشف. خلال هذه الفترة، سجل DAMPE أكثر من 2.8 مليار تدفق للأشعة الكونية، منها ما يقرب من 1.5 مليار من الإلكترونات والبوزيترونات فوق 25 GeV.

شذوذ في طيف الطاقة للأشعة الكونية:

يتم إنشاء طيف طاقة الأشعة الكونية من خلال تخطيط الرسم البياني الذي يمثل عدد الجسيمات في التدفق كدالة لطاقتها. تفقد تدفقات الأشعة الكونية طاقتها تدريجياً أثناء انتشارها. وبالتالي فإن الشكل المتوقع لطيف الطاقة في مثل هذه الحالة هو منحنى متناقص.

ومع ذلك، فإن الطيف الذي أنشأه الفيزيائيون من بيانات DAMPE كشف عن اختلافات كبيرة. على وجه التحديد، يُظهر الطيف بوضوح "كسر" حول 0.9 تيرا إلكترون فولت (900 جيجا إلكترون فولت). هذا "الفاصل الطيفي" ليس جديدًا حقًا.

تم إنشاء طيف الطاقة للـ CREs من نتائج تعاون HESS في عام 2009. يظهر انقطاع في الطيف (دائرة حمراء) حوالي 600 GeV ، مما يشير إلى وجود فائض من الإلكترونات والبوزيترونات. ومع ذلك، تم إلقاء اللوم على هذا الشذوذ على أخطاء القياس.

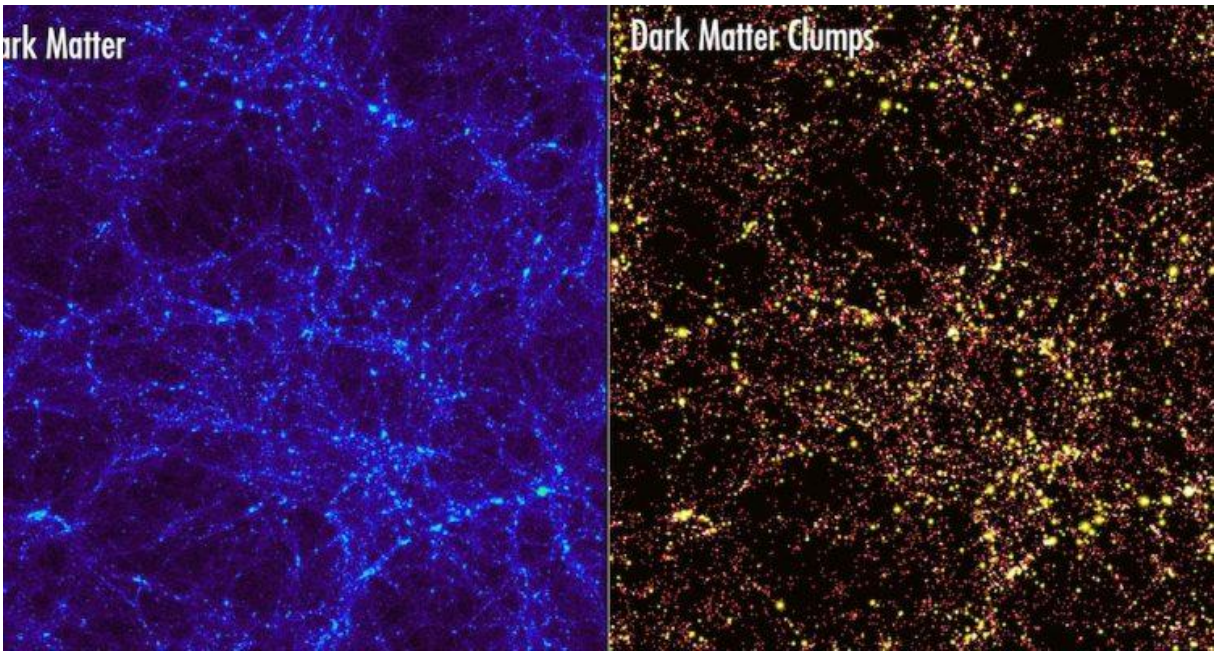
في الواقع، في عامي 2008 و 2009، قام تعاون HESS (النظام المجسم عالي الطاقة)، المكون من شبكة من تلسكوبات تصوير Cherenkov الموجودة في ناميبيا، بتحليل النتائج التي تم الحصول عليها من دراسة الأشعة الكونية عالية الطاقة وكان بالفعل قادرًا على إنشاء طيف طاقة غير طبيعي، يظهر انقطاعًا (3). ومع ذلك، في ذلك الوقت، تم تفسير هذا الفاصل من خلال عدم اليقين في قياسات الأجهزة.

تؤكد النتائج الأخيرة للتعاون DAMPE النتائج السابقة لـ HESS. في الواقع، على الرغم من الضرورة مع الأخذ في الاعتبار الشكوك الإحصائية بشأن التدفقات، فإن أدوات DAMPE تجعل من الممكن تقليل الأخير بشكل كبير والتأكيد بشكل لا لبس فيه على الوجود الفعلي لكسر في طيف الطاقة لـ CREs.

هذا الكسر حول 0.9 TeV n ليس هذا هو الشذوذ الوحيد الذي يسبب الاضطراب في المجتمع العلمي. يُظهر الطيف أيضًا نقطة معزولة عند 1.4 تيرا إلكترون فولت (1400 غيغا إلكترون فولت) مع عدم يقين قياس منخفض جدًا. بينما في مستوى الطاقة هذا يجب أن يستمر عدد الإلكترونات والبوزيترونات في الانخفاض، تظهر هذه النقطة بدلاً من ذلك عددًا كبيرًا بشكل غير طبيعي.

طيف الطاقة من CREs الذي أنشأته تعاون DAMPE. يظهر الرسم البياني بوضوح فاصلًا حول 1 تيرا إلكترون فولت (دائرة سوداء) وخاصة وجود فائض من الإلكترونات والبوزيترونات عند ~ 1.4 تيرا إلكترون فولت (السهم الأسود) مما يمثل عدم يقين منخفض. يمكن أن تشير هذه الحالات الشاذة إلى وجود المادة المظلمة.

هل هو توقيع غير مباشر على وجود المادة المظلمة؟

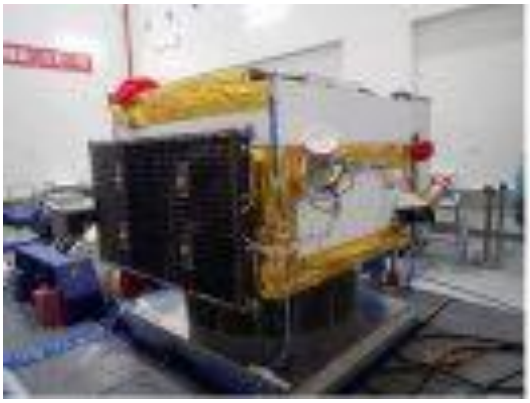


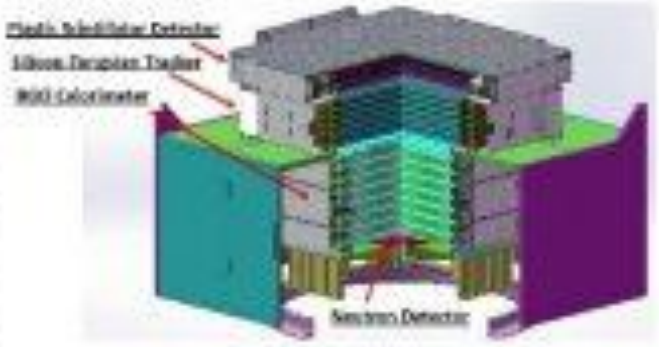
وفقًا لعلماء الفيزياء في تعاون DAMPE ، فإن هذا التوزيع غير الطبيعي لطيف الطاقة للـ CREs وهذه النقطة عند 1.4 TeV يمكن أن تكون علامة غير مباشرة على فناء أو تحلل جسيمات المادة السوداء أو المظلمة. فرضية مدعومة بدراسات مختلفة منشورة على arXiv والتي أعقبت مباشرة نشر نتائج DAMPE.

في دراسة نُشرت في 30 نوفمبر 2017 (4)، أظهر الفيزيائيان X. Liu و Z. Liu أن وجود فائض من الإلكترونات / البوزيترونات حول 1.4 TeV قد يشير إلى تفكك جسيمات المادة السوداء المظلمة من داخل هالة محلية من المادة السوداء أو المظلمة، بالقرب من النظام الشمسي.

في دراسة أخرى نشرت في نفس الوقت (5)، أظهر فريق أسترالي من الفيزيائيين أن الفائض الموجود عند 1.4 تيرا إلكترون فولت يتفق جيدًا مع بعض نماذج المادة السوداء المظلمة التي تتضمن تحلل جسيمات المادة السوداء المظلمة تحت تفاعل البوزونات السوداء.

أخيرًا، تُظهر دراسة ثالثة، نُشرت أيضًا في 30 نوفمبر 2017 (6) أن الشذوذ الطيفي قد تم تفسيره بشكل صحيح من خلال نموذج المادة السوداء المظلمة ديراك، والذي يقدم آلية تحلل المادة السوداء المظلمة تحت تأثير البوزون. أسود Z '. في هذا النموذج، يتم إنتاج زوج إلكترون-بوزيترون نتيجة لتحلل زوج من جسيمات المادة السوداء المظلمة بعد التفاعل $\chi \bar{\chi} \rightarrow Z' \rightarrow e\ e$. يحدث هذا الانحلال عند مستويات طاقة متوافقة مع 1.4 TeV المكتشفة.

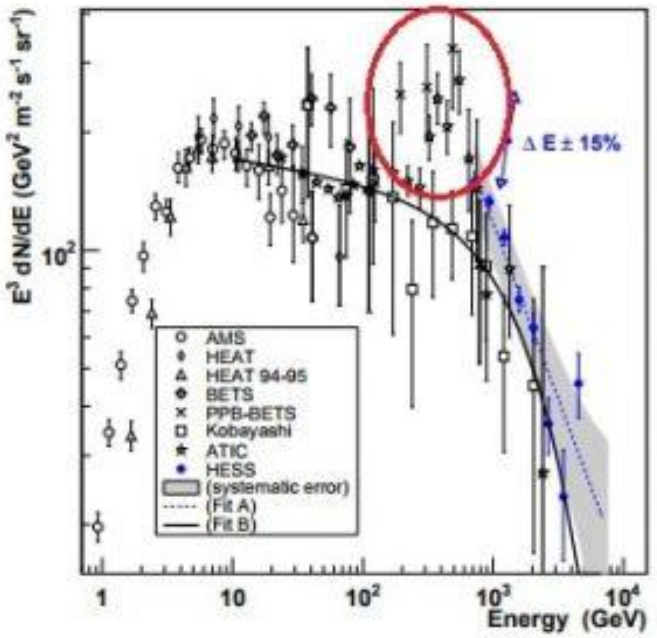


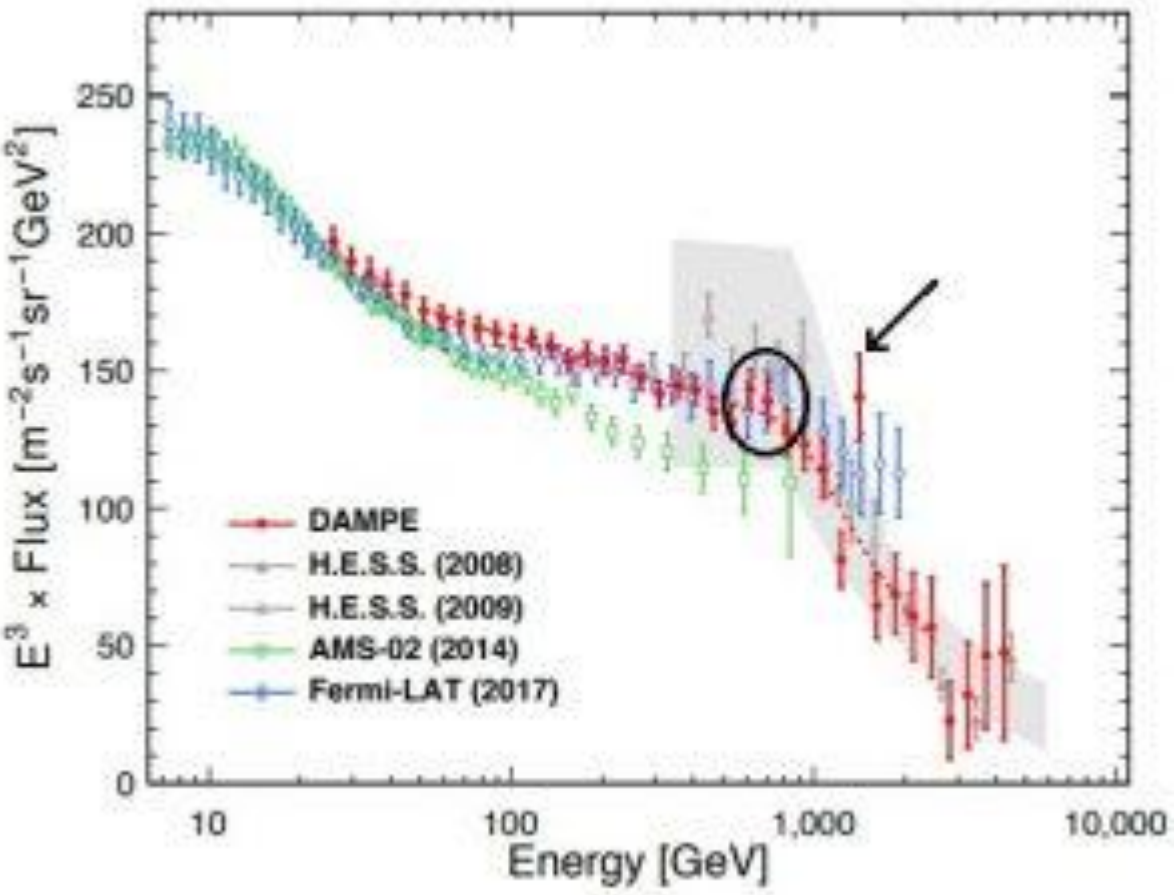


ومع ذلك، كما يذكرنا تشانغ جين (المتحدث باسم تعاون DAMPE) ، على الرغم من أن الشذوذ الطيفي الملاحظ يتوافق تمامًا مع فرضية المادة السوداء المظلمة ، فإن النتائج لا تسمح لنا بأي شكل من الأشكال بالقرار أو التأكيد أو الرفض لهذا افتراض. قد يكون التوزيع غير الطبيعي للطيف ناتجًا أيضًا عن أحداث فيزيائية فلكية فائقة الطاقة، مثل المستعرات الأعظم أو قذف النجوم النابضة.

هذا هو السبب في أن العمر التشغيلي لـ DAMPE ، الذي كان من المخطط في البداية أن يستمر لثلاث سنوات فقط ، قد تم تمديده لعدة سنوات أخرى. ستجعل التحسينات التي سيتم إجراؤها عليه في المستقبل من الممكن تقليل حالات عدم اليقين في القياس، مع دفع حساسية الاكتشاف إلى ما بعد 10 تيرا بايت.

ستكون البيانات التي تم جمعها بهذه الطريقة حاسمة لأنها ستسمح بتقييد القيم الطيفية للجسيمات الدقيقة بشكل أكثر دقة، بهدف التمكن أخيرًا من تحديد المصدر الحقيقي لهذه الحالات الشاذة: المستعرات الأعظمية أو النجوم النابضة أو المادة السوداء المظلمة.





المصادر: (1) Nature، Arxiv.org (2، 3، 4، 5، 6)

حدود مُحسَّنة قائمة على التحول النظائري على البوزونات خارج النموذج القياسي من خلال قياسات الفاصل الزمني 22 / 2D5−2 / D3 في Ca +

سيريل سولارو ، وستيفن ماير ، وكارين فيشر ، وجوليان سي.برنجوت ، وإلينا فوكس ، ومايكل دروسن

فيز. القس ليت. 125 ، 123003 - تم النشر في 15 سبتمبر 2020

انظر الملخص: تلميحات من البوزونات المظلمة

نقوم بإجراء تحليل طيفي عالي الدقة للفاصل الزمني ثلاثي الأبعاد 22 / 2D5 3d−2 / D3 في جميع النظائر المستقرة حتى لـ ACa + (40 = A و 42 و 44 و 46 و 48) بدقة ∽20 هرتز باستخدام التردد المباشر- مشط مطياف رامان. بدمج هذه البيانات مع قياسات إزاحة النظائر للانتقال 4 3d↔2 / 2S1 s 2D5 / 2 ، نجري تحليل مخطط King بحساسية غير مسبوقة للاقتران بين الإلكترونات والنيوترونات بواسطة البوزونات خارج النموذج القياسي. علاوة على ذلك ، فإننا نقدر حساسية هذه البوزونات من التحليل الطيفي المكافئ في Ba + و Yb +. أخيرًا ، ينتج عن البيانات تحولات نظيرية للانتقال 4 2S1 s 2D3 / 2 3d↔2 / بمعدل 10 أجزاء لكل مليار من خلال الجمع مع البيانات الحديثة لـ Knollmann و Patel و Doret [Phys. القس أ 100 ، 022514 (2019)].

• تم الاستلام 1 مايو 2020

• مقبولة 20 أغسطس 2020

DOI: https: //doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.123003

© 2020 الجمعية الفيزيائية الأمريكية

عناوين موضوعات الفيزياء (PhySH)

1. مجالات البحث

التحولات الإلكترونية امتدادات قطاع هيغز امتدادات قطاع المقاييس التفاعلات طويلة المدى

1. النظم الفيزيائية

الأيونات المحاصرة

1. التقنيات

مطيافية ليزر الفيمتو ثانية

الجزيئات والحقول الذرية والجزيئية والبصرية

تلميحات من البوزونات المظلمة

تم النشر في 15 سبتمبر 2020

تظهر إشارة متوقعة لنوع من المادة المظلمة في أطياف نظائر الإيتربيوم.

شاهد المزيد في الفيزياء

المؤلفون والانتماءات

Cyrille Solaro1 و * و Steffen Meyer1 و و Karin Fisher1 و Julian C. Berengut2 و ‡ و Elina Fuchs3 و 4 و § و Michael Drewsen1 و ‖

• 1 قسم الفيزياء والفلك ، جامعة آرهوس ، DK-8000 آرهوس سي ، الدنمارك

• 2 مدرسة الفيزياء ، جامعة نيو ساوث ويلز ، سيدني ، نيو ساوث ويلز 2052 ، أستراليا

• قسم 3 Theory، Fermilab ، باتافيا ، إلينوي 60510 ، الولايات المتحدة الأمريكية

• 4 قسم الفيزياء ، جامعة شيكاغو ، شيكاغو ، إلينوي 60637 ، الولايات المتحدة الأمريكية

• solaro@phys.au.dk*

• steffen.meyer@phys.au.dk†

• julian.berengut@unsw.edu.au‡

• elinafuchs@uchicago.edu§

• drewsen@phys.au.dk‖

دليل على التحول النظيري غير الخطي في Yb + البحث عن بوزون جديد

إيان كونتس ، وجونسوك هور ، وديانا بي إل.أودي كريك ، وهونغجي جيون ، وكالفن ليونغ ، وجوليان سي بيرنغوت ، وآمي جيديس ، وأكيو كاواساكي ، وونهو جي ، وفلادان فوليتيتش

فيز. القس ليت. 125 ، 123002 - تم النشر في 15 سبتمبر 2020

انظر الملخص: تلميحات من البوزونات المظلمة

نقيس التحولات النظيرية لخمسة نظائر Yb + بدون دوران نووي على تحولات ضيقة رباعية الأضلاع 2 2 2D3 / 2 → S1 / 2، 2D5 / 22 → S1 / 2 بدقة ∽300 هرتز. يُظهر مخطط King المقابل انحرافًا بمقدار 3 × 10 عن الخطية عند مستوى عدم اليقين 3σ. يمكن لمثل هذا اللاخطي أن يشير إلى فيزياء تتجاوز النموذج القياسي (SM) في شكل حاملة قوة بوزونية جديدة ، أو تنشأ من تأثيرات نووية عالية المستوى داخل SM. نحدد تحول المجال التربيعي كمساهم نووي محتمل في اللاخطية على المقياس المرصود ، ونوضح كيف يمكن استخدام النمط اللاخطي في المستقبل ، قياسات أكثر دقة لفصل إشارة البوزون الجديدة عن التأثيرات النووية.

• تم الاستلام في 23 أبريل 2020

• تم القبول في 27 يوليو 2020

DOI: https: //doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.123002

© 2020 الجمعية الفيزيائية الأمريكية

عناوين موضوعات الفيزياء (PhySH)

1. مجالات البحث

التركيب الإلكتروني للذرات والجزيئات ، التحولات الإلكترونية ، امتدادات قطاع هيغز ، امتدادات قطاع القياس ، القوى النووية

1. النظم الفيزيائية

الأيونات المحاصرة

1. التقنيات

تفاعل التكوين الطيفي

الفيزياء الذرية والجزيئية والنووية والجسيمات والحقول

تلميحات من البوزونات المظلمة

تم النشر في 15 سبتمبر 2020

تظهر إشارة متوقعة لنوع من المادة المظلمة في أطياف نظائر الإيتربيوم.

شاهد المزيد في الفيزياء

المؤلفون والانتماءات

إيان كونتس 1 ، * ، Joonseok Hur1، *، Diana P. L. Aude Craik1، Honggi Jeon2، Calvin Leung1، Julian C. Berengut3، Amy Geddes3، Akio Kawasaki4، Wonho Jhe2 ، و Vladan Vuletić1 ، †

• 1 قسم الفيزياء ومختبر أبحاث الإلكترونيات ، معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ، كامبريدج ، ماساتشوستس 02139 ، الولايات المتحدة الأمريكية

• 2 قسم الفيزياء والفلك ، جامعة سيول الوطنية ، سيول 151-747 ، كوريا

• 3 School of Physics، University of New South Wales، Sydney، New South Wales 2052، Australia

• 4 واط. مختبر دبليو هانسن للفيزياء التجريبية وقسم الفيزياء ، جامعة ستانفورد ، ستانفورد ، كاليفورنيا 94305 ، الولايات المتحدة الأمريكية

• *أنا. ساهم C. و J.H بالتساوي في هذا العمل.

• vuletic@mit.edu†

حدود مُحسَّنة قائمة على التحول النظائري على البوزونات خارج النموذج القياسي من خلال قياسات الفاصل الزمني 22 / 2D5−2 / D3 في Ca +

سير إيل سولارو ، وستيفن ماير ، وكارين فيشر ، وجوليان سي.برنجوت ، وإيلينا فوكس ، ومايكل دروسن

فيز. القس ليت. 125 ، 123003 - تم النشر في 15 سبتمبر 2020

انظر الملخص: تلميحات من البوزونات المظلمة

نقوم بإجراء تحليل طيفي عالي الدقة للفاصل الزمني ثلاثي الأبعاد 22 / 2D5 3d−2 / D3 في جميع النظائر المستقرة حتى لـ ACa + (A = 40 و 42 و 44 و 46 و 48) بدقة ∽20 هرتز باستخدام التردد المباشر- مشط مطياف رامان. بدمج هذه البيانات مع قياسات إزاحة النظائر للانتقال 4 3d↔2 / 2S1 s 2D5 / 2 ، نجري تحليل مخطط King بحساسية غير مسبوقة للاقتران بين الإلكترونات والنيوترونات بواسطة البوزونات خارج النموذج القياسي. علاوة على ذلك ، فإننا نقدر حساسية هذه البوزونات من التحليل الطيفي المكافئ في Ba + و Yb +. أخيرًا ، ينتج عن البيانات تحولات نظيرية للانتقال 4 2S1 s 2D3 / 2 3d↔2 / بمعدل 10 أجزاء لكل مليار من خلال الجمع مع البيانات الحديثة لـ Knollmann و Patel و Doret [Phys. القس أ 100 ، 022514 (2019)].

• تم الاستلام 1 مايو 2020

• مقبولة 20 أغسطس 2020

DOI: https: //doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.123003

© 2020 الجمعية الفيزيائية الأمريكية

عناوين موضوعات الفيزياء (PhySH)

1. مجالات البحث

التحولات الإلكترونية امتدادات قطاع هيغز امتدادات قطاع المقاييس التفاعلات طويلة المدى

1. النظم الفيزيائية

الأيونات المحاصرة

1. التقنيات

مطيافية ليزر الفيمتو ثانية

الجزيئات والحقول الذرية والجزيئية والبصرية

تلميحات من البوزونات المظلمة

تم النشر في 15 سبتمبر 2020

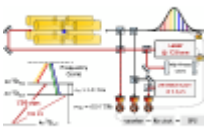
تظهر إشارة متوقعة لنوع من المادة المظلمة في أطياف نظائر الإيتربيوم.

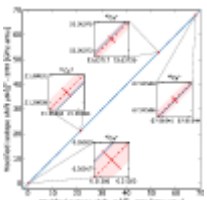
شاهد المزيد في الفيزياء

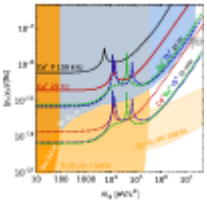
المؤلفون والانتماءات

Cyrille Solaro1 و * و Steffen Meyer1 و و Karin Fisher1 و Julian C. Berengut2 و ‡ و Elina Fuchs3 و 4 و § و Michael Drewsen1 و ‖

- 1 قسم الفيزياء والفلك ، جامعة آرهوس ، DK-8000 آرهوس سي ، الدنمارك
- 2 مدرسة الفيزياء ، جامعة نيو ساوث ويلز ، سيدني ، نيو ساوث ويلز 2052 ، أستراليا
- قسم 3 Theory، Fermilab ، باتافيا ، إلينوي 60510 ، الولايات المتحدة الأمريكية
- 4 قسم الفيزياء ، جامعة شيكاغو ، شيكاغو ، إلينوي 60637 ، الولايات المتحدة الأمريكية
- solaro@phys.au.dk*
- steffen.meyer@phys.au.dk†
- julian.berengut@unsw.edu.au‡
- elinafuchs@uchicago.edu§
- drewsen@phys.au.dk‖

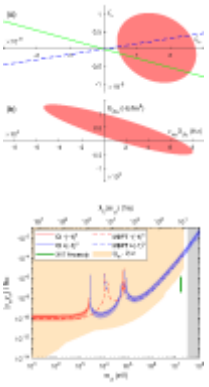






- Received 1 May 2020
- Accepted 20 August 2020

-

- 

- Received 23 April 2020
- Accepted 27 July 2020