المادة الأصلية والمادة الخفية في الكون المرئي

إعداد وترجمة د. جواد بشارة

المادة الأصلية:

المادة الأصلية الأولى للكون المرئي البدئي لم تعد سراً مجهولاً مائة مليون مليار ذرة ديوتريوم حوصرت وقصفت إلى أن تم إعادة توفير أو إنتاج الشروط والظروف الأساسية التي كانت سائدة في بداية كل شيء يتعلق بمادة الكون المرئي البدئي أي دقيقة بعد حدوث الانفجار العظيم البغ بانغ. ولقد تم تحليل ردود أفعال وتفاعلات تلك الذرات وأعطت القيم التي يفتقدها علم الكوسمولوجيا أو علم الكونيات، أي كمية المادة الأصلية للكون المرئي البدئي. فخلال عامين تحت الأرض في مختبر غران ساسو Gran Sasso في إيطاليا قام علماء تجربة لونا Luna بتسريع البروتونات لينتجوا، بمساعدة كاشفات في غاية الحساسية photodétecteurs Ultrasensibles تفاعل نووي كالذي حصل إبان الكون البدئي.

21.01كغم بالضبط لكل متر مكعب. إذن هذه هي كمية المادة الأصلية في الكون بعد ثانية فقط من الانفجار العظيم، عندما كانت درجة حرارة الكون ثابتة حوالي 1مليار درجة. تمثل المادة التي بالكاد ولدت نسبة ضئيلة من محتويات الكون، حيث غرقت في 20 مليار مليار مليار مليار فوتون لكل متر مكعب، والفوتونات هي جسيمات الضوء. "هذا الرقم هائل لأنه يعود إلى أقرب وقت تركت فيه قوانين الفيزياء كما نعرفها حفريات يمكن فحصها تجريبيًا"، كما يقول بريان فيلدز من جامعة إلينوي. في الواقع، قبل ثانية، المادة الأصلية نفسها لم تكن موجودة ... فكيف ظهرت الأو انبثقت المادة الأولى. قبل 13.8 مليار سنة، من مرق أو حساء الطاقة النقية الذي شكل الكون بعد ذلك؟ لقد عرف الفيزيائيون السيناريو منذ ذلك الحين! "" هناك مقال نُشر في عام 1948بهذا الخصوص. تحدث عن التركيب النووي البدائي الشهير: أولاً، يتم تجميع الكواركات مكونة البروتونات، والنيوترونات؛ التي اجتمعت معًا في نوى ذرية: لتشكل عناصر الهيدروجين والديوتيريوم. والتريتيوم ، والهيليوم ... وفي سياق ظهورها ، اصطدمت كل هذه الذرات ودمرت بعضها البعض وفقًا لاثني عشر تفاعلًا نوويًا مختلفًا (انظر الرسم البياني) باستثناء أحد هذه التفاعلات ، احتراق الديوتيريوم - تدميره بالبروتونات -. ظل هذا التفاعل غامضاً. وقد تم بالفعل تنفيذ تدابير بهذا الصدد في السبعينيات. لكن دقتها كانت بعيدة عن أن تكون كافية. يقول كارلو جوستافينو، عالم فيزياء في معهد الفيزياء النووية في فراسكاتي (إيطاليا): "ظهرت آخر عقبة لم تكن تتميز بشكل جيد" ، وكانت هي آخر عقبة لا يزال يتعين التغلب عليها من أجل التقدير الدقيق لكثافة المادة والطاقة في الثانية الأولى من الكون ." ومع ذلك، فقد حدد الفيزيائيون لفترة طويلة أن هذا الديوتيريوم ، على وجه التحديد ، هو المفتاح الذي يسمح بالوصول إلى كثافة المادة الأصلية المعروفة باسم "باريونيك" للكون: النيوترونات والبروتونات التي ستكون كل الذرات منها وذلك لسبب بسيط: فعلى عكس الذرات البدائية الأخرى، فإنه يتشكل فقط في هذه اللحظة. بعد ثلاث دقائق من الانفجار الكبير. لذلك فإن كميته هي مسند ثابت يمكن الاعتماد عليه ... للعودة في الوقت المناسب. كان لا يزال من الضروري قياس هذا الاحتراق الشهير للديوتيريوم ، وبالتالي تحديد كميته بدقة بواسطة كاشفات فائقة الحساسية. وعلى أساس هذه الملاحظات كان لدى كارلو جوستافينو وعالم الكونيات ماكس بيتيني فكرة مجنونة. في مؤتمر في أستراليا عام 2003: إعادة إنتاج تفاعل الاحتراق، لإخضاعه للدراسة والتحليل. في ذلك الوقت، كانوا بالفعل يبتكرون بروتوكولًا: قصف عينة غازية تحتوي على $1.7.10^{17}$ ذرة من الديوتيريوم لكل 100،000 مليار بروتون في

الثانية، تسارعت إلى سرعات ممثلة لتلك التي كانت تحكمها في بداية الكون. ثم تم تعداد الاصطدامات، من خلال ومضات الضوء الصغيرة التي تنتجها، بفضل أجهزة الكشف الضوئية فائقة الحساسية. وأخيرًا

حساب كفاءة التفاعل .الا إذا، في كثير من الأحيان، يتبين أن الأفكار البسيطة على الورق معقدة أثناء التطبيق... تُقصف الأرض باستمرار بالأشعة الكونية القادمة من الفضاء. تتفاعل مع الغلاف الجوي وتنتج ميونات مما يؤدي إلى تدافع أجهزة الكشف الضوئي، كما توضح ساندرا زافاتاريلي، أحد الأشخاص المسؤولين عن تجربة لونا. وهذا هو السبب الذي جعل من الضروري إجراء التجربة تحت الأرض، محمية من الميونات الكونية ... في هذه الحالة في غران ساسو Gran Sasso ، أكبر مختبر تحت الأرض في العالم ، على بعد 120 كم من روما ... وتحت 1.4 كم من الصخور .بدأت التجربة في عام 2017 .. . كانت الصعوبة الأكبر هي التحكم في معاملات وإعدادات القياس طوال التجربة، وكذلك ثبات التيار الكهربائي الذي يسرع شعاع البروتونات. أو الكثافة المستهدفة لعينة الديوتيريوم. وتقليل ضوضاء الخلفية قدر الإمكان. كما يروي زميله ماريالويزا أليوتا. بمتوسط معدل 10 تصادمات في الدقيقة، استغرق الأمر عامًا كاملاً من أجل جمع البيانات حتى تكون النتيجة ذات صلة إحصائيًا .وأخيرا، قبل بضعة أشهر، حصل الباحثون على معدل تفاعلهم الثمين، والذي حقنوه في برنامج كمبيوتر خاص بهم،بارتبينوب .Partbenope للوصول بالحسابات لكثافة الباريونات، ثانية واحدة بعد الانفجار العظيم: 21.01 كغجم / م^3. وهي قيمة منخفضة بشكل يبعث على السخرية مقارنةً بالمياه على الأرض. 1000 كجم / م^3. نعم، ولكن على كوكب ما، فإن المادة مركزة للغاية: الكون ككل فارغ بشكل أساسي، واليوم يحتوي فقط على 0.252 باريون لكل متر مكعب ... أو باريون واحد فقط لكل 4 م^3. أثناء التركيب النووي. بدأ التوسع بالكاد، وكانت الأحجام أكثر ضغطًا بنحو 5.10^{25} مرة عما عليه اليوم .يبدو أن هذه الكثافة البالغة 21.01 كغم / م 3 تؤكد بدقة لا تصدق النماذج الحديثة لفيزياء الجسيمات وعلم الكونيات ... أي النظرية بأكملها، التي تشكلت خطوة بخطوة منذ السبعينياتلتطور مادة الكون. يقول براين فيلدز: "نعم، إنه بالتأكيد انتصار للنموذج المعياري. إنها النتيجة الأكثر إثارة. يضيف ماكس بيتيني. تتوافق هذه القيمة مع قيمة تلسكوب بلانك الفضائي، بين عامي 2010 و 2013 ، في الواقع ، لاحظ القمر الصناعي الأوروبي أول ضوء للكون ، انبعث بعد 380.000 سنة من الانفجار العظيم ، وقدمت الاختلافات الطفيفة في درجة حرارته تقديرًا دقيقًا بشكل مخيف لجميع المعلمات الكونية ، مثل معدل توسع الكون نحو ، عمره الدقيق ، و ... كثافته الباريونية الأولية ، أكبر بنسبة 0.18٪ فقط من تلك التي قاسها فريق لونا تبدو حقيقة وقوعها على نفس الشكل تقريبًا وكأنها معجزة صغيرة. يردد ماكس بيتيني: "لا أعرف ما إذا كان بإمكانك تخيل ما يعنيه الوقوع على نفس قيمة بلانك إلى هذه الدرجة من الدقة، وقبل كل شيء بطريقة مختلفة تمامًا". هذا ليس كل شيء: المعلمات الكونية التي يقيسها بلانك كلها مترابطة، لذا ت تجربة لونا جميعها الآن .بالتأكيد ... لكن فريقًا آخر، بقيادة Cy ril Pitrou سيريل بيترو في معهد الفيزياء الفلكية في باريس، يعتقد أنهم عثروا على ثغرة. بعد استنساخ حسابات الإيطاليين، وجدوا فرقًا بسيطًا بين قيمة لونا وقيمة بلانك. تقول إليزابيث فانجيوني: "كنا حريصين على إعادة هذه الحسابات. كنا نعلم أن النتائج ستنهار قريبًا، لذلك أعددنا مقالًا كان كل ما علينا فعله هو إدخال قيمتها". وهكذا، في بداية ديسمبر الماضي، بعد أسبوعين فقط من فريق لونا، تمكن الباحثون الفرنسيون من تقديم تفسيرهم الخاص للنتائج ... وانتهى بهم الأمر بقيمة 1.88٪ أقل من بلانك: 20.62 كغم / م ^{3}! فجوة صغيرة، اعتبرها كارلو جوستافينو ليست بذات قيمة. بالنسبة له، إنه ببساطة ناجمة عن حيز الخطأ المسموح به لأي تجربة. "ستلاحظ أننا نواجه فروقًا طفيفة؛ الضبط المثالي صعب، حتى بالنسبة لمثل هذه الرموز الرقمية المتقنة والمعقدة،" لكن بالنسبة للفرنسيين، ليس هناك شك في أن الاختلاف بين القيمتين كبير: "يستخدم الفريقان نفس البيانات النووية ونفس الملاحظات، لكننا لا نصل إلى نفس القيمة أو إلى نفس النتيجة التي توصلوا إليها، يشرح جان فيليب أوزان، المتخصص العالمي في نظريات تباين الثوابت. وهذا يدل على أن هناك افتراضات مختلفة في قلب الحسابات، لا سيما حول طريقة تمرير البيانات حول معدلات تم قياس الاحتراق بواسطة لونا بكميات متوسطها عند درجة حرارة ضرورية للتنبؤات الكونية. ومع ذلك، لدينا حجج قوية للاعتقاد بأن نهجنا أكثر منطقية من الناحية المادية، وبالتالي فإن التوتر بين لونا وبلانك حقيقي".

هذا النموذج القياسي اليائس:

وهذا سيكون بالفعل أخبارًا جيدة! لأنه إذا كان التحقق من صحة النموذج القياسي نتيجة جيدة، فهو أيضًا ميؤوس منه قليلاً. يعرف الفيزيائيون أن هذا النموذج لا يروي القصة كاملة: فهو لا يقول شيئًا عن الطاقة الداكنة أو المعتمة أو السوداء أو المظلمة ولا عن المادة السوداء أو المظلمة. لذلك يتجاهل 95٪ من محتوى الكون! منذ بضع سنوات، يبحث الباحثون عن أدنى عيب في النموذج، حيث يمكنهم الإسراع في البحث عن فيزياء المستقبل، بدءًا من طبيعة هذه المواد السوداء أو المظلمة الغامضة. "هذا السيناريو حيث يكون" كل شيء على ما يرام "محبطًا بعض الشيء، لأنني أود أن أرى ما هو أبعد من النموذج القياسي"، حتى يتعرف كارلو جوستافينو .وفقًا لسيريل بيترو- Cyril Pitrou ، هناك ثلاث فرضيات لشرح الاختلاف. فإما أننا ببساطة مخطئون بشأن الكمية النهائية من الديوتيريوم الناتج عن التخليق النووي، والتي يعتمد عليها الفريق الفرنسي. "لأنه بدلاً من الرجوع إلى كثافة الباريونات، فإن الكمبيوتر يقوم البرنامج بالعكس: يتم إدخال كميات أولية مختلفة من الباريونات فيه، ويتم تدوير كود التنبؤ بوفرة الديوتيريوم في نهاية التخليق النووي، والذي يحاكي التفاعلات النووية مثل احتراق الديوتيريوم. بمقارنة كمية الديوتيريوم المتبقية المتوقعة في نهاية التخليق النووي، بتلك الملاحظة أو المرصودة في الكون كما يوضح الباحث. لذلك إذا تبين أن تركيز الديوتيريوم أقل قليلاً مما قاسه الإنجليز، فسوف يرتفع قليلاً في الكثافة الأولية للباريونات ... والتوتر مع بلانك يختفي ." ومع ذلك، فإن هذه الكمية هي أيضًا مغامرة علمية بحد ذاتها، والتي تطلبت خمسة عشر عامًا من العمل من قبل علماء الفلك ريان كوك وماكس بيتيني، من جامعة كام بريدج، حيث قاموا أولاً بتتبع أبعد سحب للغاز في البيانات التي تم جمعها بواسطة مسح Sky Survey. Sloan Digital ووجدوا عشرات الآلاف منهم. ثم اختاروا الأكثر عزلة، والأقل ازدحاماً بالنجوم ... وبالتالي أولئك الذين يكون تركيبهم الكيميائي هو الأكثر تمثيلاً لتركيبهم. ثم اختاروا أكثر النجوم انعزالًا والأقل اكتظاظًا ... وبالتالي أولئك الذين يكون تركيبهم الكيميائي هو الأكثر تمثيلًا لتركيب الكون البدائي في نهاية أطروحة النيوكليوزين. "أنا شخصياً قمت بتمرين تتبع التطور الكوني للديوتيريوم في الكون بين نهاية التركيب النووي ومليار سنة، هو الزمن الذي رصد فيه الفريق الإنجليزي غيومهم السبعة، وأؤكد أن نسبتها لم تتغير في هذه الفترة الزمنية "، كما تقول إليزابيث فانجيوني. ." لقد عزلوا سبعة، سبع غيوم عذراء بحجم مجرة ، ولكنها بعيدة 12 مليار سنة عن الأرض، لقد وجهوا أفضل التلسكوبات في العالم. تلسكوب VLT :في تشيلي وتلسكوب كيك في هاواي؛ كانت المسافة كبيرة بمكان، حتى أنه مع هذه الأجهزة العملاقة، تطلب التحليل الطيفي ليلة كاملة من المراقبة! يوضح ماكس بيتيني: "كان هذا هو الحد الأدنى للتمييز بين الخطوط الطيفية للديوتيريوم والهيدروجين.

هل الثوابت خاضعة للسؤال ومعترض عليها؟

الفرضية الثانية: معدلات التفاعل. إن احتراق الديوتيريوم الذي تم قياسه بواسطة لونا يحظى بالإجماع. ولكنه واحد فقط من الاثني عشر تفاعلاً التي تحكم التركيب النووي الذي يتكامل فيه النموذج الأقصىprimat. على وجه الخصوص، هناك اثنان آخران يتعلقان أيضًا بتدهور الديوتيريوم. تقليديا، من المقدر أن يتم التحكم في معدلها بشكل جيد، ولكن من يدري؟ "إذا كانت هذه أقل فاعلية بقليل مما يتم قياسه حاليًا، فإن التنبؤات النظرية ستميل إلى تدمير كمية أقل من الديوتيريوم لنفس الكمية الأولية من الباريونات، وبالتالي تقليل الجهد"، حسب تحليل سيريل بيترو. أخيرًا، الفرضية الثالثة، الأكثر روعة على الإطلاق: الفرق بين القيمتين، قيم بلانك وقيم سحابة الديوتيريوم التي تم قصفها ببروتونات لونا، قد يعني أن الفيزياء نفسها غير صحيحة. "يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن النموذج القياسي هو بناء نظري، مما يجعل من الممكن تفسير جميع القياسات والملاحظات واختبار تناسقها. يتذكر جان فيليب أوزان. عندما تزداد دقة القياسات، يطرح السؤال حول صحة النموذج ". على وجه الخصوص، يعتمد النموذج

القياسي على 22 من الثوابت الأساسية التي تحدد شدة التفاعلات بين الجسيمات وكذلك كتلتها. سرعة الضوء في الفراغ، لأشهرها: أو ثابت البنية الدقيقة: ثابت يرمي، الخ. والحال، إن بعض النظريات التي تدعي تجاوز النموذج المعياري تقترح أنه ربما لاتكون ثابتة كما نعتقد. فقيمها قد تكون مختلفة عن القيم التي كانت موجودة في أصل الكون البدئي، عما نقيسه اليوم في المختبرات، والذي من شأنه أن يكون له تداعيات متتالية على خصائص الباريونات وتشكل الذرات الأولية. مع ذلك، فإن بعض النظريات التي تتظاهر بأنها تذهب إلى أبعد من ذلك تشير إلى أنها قد لا تكون ثابتة كما أعتقد !كانت قيمتها تختلف في أصل الكون عما تم قياسه في المختبر اليوم ... سيكون لهذا عواقب متتالية على خصائص الباريونات وتكوين الذرات الأولى .وبالتالي فإن طاقة الارتباط بين النيوترون والبروتون التي تشكل نواة الديوتيريوم تؤثر على اللحظة التي قد تكون قد تشكلت منها في الكون البدائي .إذا كانت طاقة الربط أكبر ، فربما تكون قد تشكلت في وقت سابق .يتم تدميره بشكل أكثر كفاءة من خلال تفاعل لونا ، في نهاية التخليق النووي ، سيبقى أقل .يمكن أن يفسر هذا سبب انخفاض كثافة الباريونات التي حسبتها الرئيسيات عن تلك التي قيسها بلانك من الخلفية المنتشرة .أمثلة أخرى: إذا كانت نسبة الكتلة 0.1٪ بين البروتون والنيوترون أو إذا تغير زمن اضمحلال النيوترون .هذا من شأنه أن يؤثر على كمية النيوترونات المتاحة في بداية التخليق النووي .وبالتالي على كمية نوى الذرات التي يمكن وبالتالي على كمية نوى الذرات التي يمكن أن تكونت . ويخلص جان فيليب أوزان إلى أن "التوترات التي نشأت في السنوات الأخيرة مع تحسين الإجراءات يمكن أن تحمل معها بذور تطور النموذج القياسي القادم." ولكي نحسم الموضوع يجب أولاً استبعاد الفرضيتين الأوليين. وننتظر، في السنوات العشر القادمة. مجيء تلسكوبات من الجيل الجديد، مثل ELT أو TMT ، من أجل إعادة قياس كمية الديوتيريوم السائد في السحب الرقيقة للهيدروجين في عمق الكون. لكن بحلول ذلك الوقت. يحلم المنظرون بالفعل بإعادة بناء الفيزياء أو التأسيس لفيزياء جديدة. الكرة في ملعب الفيزيائيين. الأمر متروك لهم للاتفاق من الآن فصاعدًا على نماذجهم الرقمية "، كما يدعو ماكس بتيني ".Max Pettini وسواء كان هناك توتر أم لا، فإن النجاح المذهل لـ Luna سيحفز بلا شك دراسة الأزمنة الكونية في أوقات أبعد. من التخليق النووي الباريوني، كما يعد بريان فيلدز .بفضل سحابة صغيرة من ذرات الديوتيريوم مدفونة في جبل إيطالي، قمنا بتحديد كمية المادة الأولى في الكون البدئي... وأطلقنا الفيزياء في مغامرة جديدة.

الليثيوم: الشذوذ البدائي الآخر مثل الديوتيريوم، تم إنتاج الليثيوم بكميات دقيقة أثناء التخليق النووي البدائي. إن وفرته التي لوحظت في الكون كانت أقل بثلاث مرات من تلك المستخلصة من ملاحظات بلانك! هذه المرة، كان الاختلاف واضحاً، لم يعد وارداً التحجج بهوامش الخطأ. "فحتى يومنا هذا. أكبر مشكلة في التخليق النووي البدائي، كما تقدر ساندرا زافا تاريللي Sandra Zavatarelli ، من فريق لونا. الاختلاف الكبير مع الديوتيريوم هو أننا هذه المرة لا نعتقد أن الحل سيأتي من تفاعلات الفيزياء النووية، بل من عدم اليقين بشأن الملاحظات الفلكية. " استمر لغز الليثيوم لمدة 40 عامًا ". هذا نجاح كبير لنظرية التخليق النووي البدائي، والتي هي في حد ذاتها واحدة من الركائز الثلاث التي تستند إليها نظرية الانفجار الأعظم ... على الأقل كتقريب أولي، لأن حساباتنا يبدو أنها تشير إلى انحراف بسيط عن حسابات وقياسات تلسكوب بلانك ، التي لا يمكن استيعابها إلا من خلال هوامش الخطأ. إذا تم تأكيد التوتر في السنوات القادمة. فقد يكون ذلك عيبًا في النموذج القياسي ويمكن من خلاله استكشاف فيزياء المستقبل " . "نتيجة لونا هي تأكيد رائع للنموذج القياسي لفيزياء الجسيمات وعلم الكونيات. وتتزامن نتائجهما مع نتائج ساتل بلانك، مع أقل من فرق 0.2٪. لا أعرف ما إذا كان بإمكانك تخيل ما يعنيه الحصول على نفس القيمة بهذه الدرجة من الدقة، وقبل كل شيء بطريقة مختلفة تمامًا. خاصة وأن المعلمات الكونية التي قاسها بلانك كلها مترابطة: لذلك تأكدت جميعها الآن من خلال هذه التجربة الجديدة " !

المادة المختفية:

المادة المخفية أخيرًا تم كشف النقاب عنها:

ظل جزء من المادة العادية بعيد المنال لعقود. تمكن فريق من الباحثين من اكتشافه، في شكل غاز، في الداخل خيوط المجرية لكوننا" .مسألة المادة الخفية للكون أو المادة المختفية في الكون... فهي لم تعد مخفية أو مختفية ! فقد تم استخراجها من مخبئها داخل فجوات ولقطات كونية عمرها ثلاثين عامًا وتم تحليلها من قبل فريق علمي من معهد الفيزياء الفلكية الفضائية التابع لجامعة باريس de l'Institut D'astrophysique spatiale (CNRS/ université Paris-Saclay) . تجدر الإشارة بدءاً: بأنت المادة الخفية لا علاقة لها با"المادة السوداء أو المظلمة" الشهيرة، والتي تشكل حوالي ربع الكون والتي يجهل طبيعتها وماهيتها وحقيقتها باحثو وعلماء الفيزياء تمامًا. فالمادة الخفية هي جزء من المادة العادية المؤلفة من النيوترونات والبروتونات التي هي أساس كل الذرات. وتوجد على شكلين كما توضح عالمة الفيزياء الفلكية نبيلا آغانيم Nabila Agha nim التي شاركت في الدراسة المنشورة في نوفمبر في علم الفلك وعلم الفيزياء الفلكيةla revue*Astronomy &Astro physics*

شكل مكثف، من النجوم والثقوب السوداء والكواكب، ... وشكل "مخفف" من :الغاز، وخاصة الهيدروجين. عندما نراقب الكون البعيد جدًا، عندما كان عمره 370000 سنة، بدت المادة العادية على وشك الاكتمال، ولكن عندما ننظر إلى شريحة من الكون أقرب إلينا، فإننا ندرك أن نسبة 40٪ من المادة قد تبخرت. وإن هذه النسية من المادة هي التي تلعب لعبة الغميضة مع العلماء بين الاختفاء والظهور منذ عقود عديدة والتي تمكن الفريق الفرنسي من الكشف عنها أخيراً ". ولإجراء تحقيقهم، كان لدى العلماء دليل: البحث أولاً في الشكل المخفف. يكمن التفسير في الواقع في بنية كوننا ذاتها وعلى المقاييس والنطاقات الضخمة، حيث لم تعد مجرتنا درب التبانة سوى نقطة واحدة ضائعة بين مليارات من النقاط الأخرى. منذ حوالي عقدين من الزمن، عرف علماء الكونيات المظهر العام للكون بفضل عمليات المحاكاة الحاسوبية بواسطة الكومبيوتر. فهذه تعيد إنتاج التطور الكوني، منذ ولادة الكون المرئي حتى اليوم، انطلاقاً من التكوين في المادة والطاقة للكون البدائي، ومعدل توسعه وبعض المعلمات أو المعايير الأخرى. النتيجة: المشهد المذهل لـ "شبكة كونية "حيث تشكل مجموعات الآلاف من المجرات عقدًا مرتبطة ببعضها البعض بواسطة خيوط، وهي نفسها منسوجة من المجرات. يمكن أن تصل هذه الخيوط إلى 300 مليون سنة ضوئية، وهي أبعاد يصعب تخيلها، مقارنة بالقطر الهائل بالفعل لمجرتنا100 ، 000سنة ضوئية .لكن هذه المحاكاة، التي تعطي "جغرافيا" الكون، توفر أيضًا معلومات حول "تعداده" بطريقة ما. تشير إلى أنه بمرور الوقت، يتركز غاز الهيدروجين والهيليوم الذي لم يتشكل بعد على شكل حشود وعناقيد مجرية، يتركز في الشبكات المجرية المتشابكة. هذا هو المكان الذي قرر فيه الباحثون تعقب المواد المخفية أو المختفية la matière cachée. المشكلة: إن هذا الغاز لايتيح مهمة رؤيته بسهولة أي لا يمكن رؤية هذا الغاز بسهولة، فمن المسلم به أن درجة حرارته (بين 100000 و 10 ملايين درجة) يجب أن تجعله من الناحية النظرية يلمع في مجال الأشعة السينية، ولكن نظرًا لأنه مخفف للغاية ، فقد شك الباحثون منذ فترة طويلة في أن هذا البث أو الانبعاث قد حدث فعلاً حتى حدوث تحول درامي للأحداث ، في عام 2018. تم الإبلاغ عن أول ملاحظة من قبل الفيزيائي الإيطالي فابريزيو نيكاسترو Fabrizio Nicastro وفريقه من المعهد الوطني للفيزياء الفلكية في روما. إن الانبعاث الغازي يحدث داخل خيوط مجرية مضاءة بواسطة كوازارات ، وهو مصدر ضوء شديد للغاية يقع خلفه. تمتص محتويات الشعيرة الشبكية الضوء جزئيًا، ومن خلال مراقبة أطوال الموجات التي تم أخذ عينات منها، استنتج الفريق الإيطالي وجود غاز الهيدروجين. ملاحظة لطيفة ... لكنها غير مباشرة وفي شبكة filament خيطية واحدة: لم ير الفريق انبعاث أشعة إكس X بالمعنى الدقيق للكلمة .تم تجميع الملايين من اللقطات. "كان هدفنا إذن مراقبة الغاز بشكل مباشر وفي عدد كبير من الخيوط" ، تتابع نبيلة أغانم. أولاً، كان علينا تحديد موقعها، لكي نعرف أين نبحث. لهذا، استخدمنا بيانات من Sloan Digital Sky Survey ، وهو أكثر

التلسكوبات دقة في قراءة الأجسام السماوية التي تم تحديثها للتو. وما أن يتم تشخيص ورصد الشبكة الخيطية (حوالي 25000) ، "قمنا بإجراء أول قياس غير مباشر للغاز باستخدام ما نسميه الخلفية الكونية المنتشرة "، يضيف عالم الفيزياء الفلكية هيديكي تانيمورا Hideki Tanimura، عضو فريق Institut d'astro physiquepatiale (C RS / جامعة باريس ساكلاي .(إن أقدم ضوء انبعث -بعد 370،000 سنة من الانفجار العظيم - الخلفية الكونية الميكروية المنتشرة تشكل نوعًا من قاع الكون. يقول هيديكي تانيمورا: "كل شيء تراه في الفضاء موجود بالضرورة في المقدمة، بما في ذلك اغاز الشبكة الخيطية". في عام 2019، جاء الفريق لالتقاط "الظل" الذي شكله هذا الغاز على الخلفية المنتشرة، وهو ما يسمى تأثير سونايف زليدوفيتش .Sunyaev Zel'dovich نتيجة أولى مشجعة للغاية! لم يبق شيء سوى الانتقال من الظل ... إلى الضوء من نوع أشعة إكس السينية. لهذا، أظهر الفريق براعة. "لم نكن نعرف ما إذا كان الانبعاث قابل للتلقي ويمكن استقباله بواسطة تلسكوبات الأشعة السينية ولم نتمكن من اللجوء إلى عمليات رصد تعاقبي جديد. فريق عمل فابريزيو نيكاسترو *Fabrizio Nicastrof استخدم ثمانية عشر يوما من وقت التلسكوب لكنه لم يعثر سوى على شبكة خيطية واحدةfilament لاستغلالها اكما تذكر نبيلة أغانم." عندا طرأت لدينا فكرة البحث عن ذلك الانبعاث الإشعاعي من خلال تجميع آلاف لقطات التلسكوب الألماني*

روسات [الذي تم سحبه من مداره في عام 2011] والتي تتطابق مع مناطق الكون التي تتواجد فيها الشبكات الخيطية أو حيث نجد الخيوط الغازية. وتمكنا من ملاحظة المزيد من 15000منها" !ثم يذهب الفريق إلى أبعد مدى "لتكديس" الصور من نفس المنطقة. مبدأ القياس بسيط: الانبعاث منخفض للغاية، إذ يتم إنتاج عدد قليل من الفوتونات. بالإضافة إلى ذلك، فقد غرقوا في الضوضاء الطفيليّة المحيطة، مثل التشويش على البث الإذاعي. لكن بإضافة الصور، تمكن الباحثون من تجميع فوتونات X لتعزيزها، مع إنها بطبيعتها عشوائية. من خلال تراكم هذه الضوضاء، يمكن أن نحصل على متوسط قيمة قريب من .O "إنها مهمة كبيرة وعمل شاق على البيانات. ومن أجل البحث عن الخيوط وتحليلها، نلجأ إلى استخدام خوارزميات التعرف على الأنماط والإحصاءات وما إلى ذلك، من أجل إزالة جميع المصادر غير المرغوب فيها للأشعة السينية، مثل الثقوب السوداء الهائلة في قلب المجرات ... "، تحدد هيديكي تانايمورا .لا يزال يتعين تحديد جميع خزانات الغاز. وهكذا انتهى التوهج الخافت للغاز بالسطوع على هذه الصور، على قطعة من الكون تقع بين 2.6 و 7.1 مليار سنة ضوئية من الأرض! هل يمكننا أن نقول إنه تم توضيح غموض المادة المخفية؟ ليس كليا. لأنه لا يزال يتعين تحديد كمية هذا الغاز. "لذلك، سيكون ذلك ضروريا مراقبة ورصد مقطع أكبر من الكون، حسب نبيلة أغانم. واختتمت نبيلة أغانم بالقول: "من أجل ذلك، سيكون من الضروري مراقبة جزء أكبر من الكون. سيتعين علينا أيضًا تقليل الضوضاء الطفيلية من أجل "رؤية" هذا الغاز بشكل أفضل، والذي لا نعرف كثافته ودرجة حرارته بدقة. بالإضافة إلى أن دراستنا ركزت فقط على خيوط المجرة بينما لوحظ الغاز أيضًا، على مستوى أصغر المقاييس، في "جسور المادة" التي تربط مجموعات وعناقيد وأكداس المجرات. لذلك يجب جرد كل هذه الاحتياطيات الغازية» إذا كانت المادة الخفية قد تم كشفها، لذلك لا يزال ينتظر أن يتم احتسابها. عضو فريق معهد الفيزياء الفلكية الفضائية يذكرنا بأن غاز الهيدروجين والهيليوم يشكلان المادة "الخفية "القديمة تقريبا بقدم الكون .بدأ تكوين الهيليوم بعد حوالي ثلاث دقائق من الانفجار العظيم. ثم بدا الكون وكأنه "حساء جسيمات" شديد السخونة مكون من 12٪ نيوترون و88٪ بروتونات .هذا الخلل يرجع جزئيًا إلى حقيقة كون النيوترون غير مستقر: بعد 880ثانية في المتوسط يتحول إلى بروتون .وتصف سيريل بيترو Cyril Pitrou ، الفيزيائية في معهد الفيزياء الفلكية في باريس: "لتحقيق الاستقرار فيه ، يجب تجميعه مع بروتون". يحدث هذا بعد ثلاث دقائق من الانفجار العظيم، عندما تنخفض درجة حرارة الكون إلى أقل من مليار درجة. يتفاعل البروتون مع نيوترون لتشكيل نواة الديوتيريوم. ثم تتبع أنواع أخرى من

التفاعلات بعضها البعض حتى تصل جميعها تقريبًا ينتهي الأمر بالنيوترونات في نوى الهليوم 4 [نظير الهليوم] .هذا هو التركيب النووي البدائي ، الذي يجب تمييزه عن "النجم" الذي يحدث بعد ذلك بكثير في قلب النجوم .تستغرق هذه الخطوة دقيقتين فقط في نهايتها يكون الكون قد تكون من نوى الهيليوم 4 (24٪) والبروتونات (76٪) ، وهي أيضًا نوى ذرات الهيدروجين ، وأخيرًا جزء من الديوتيريوم (نظير الهيدروجين) وتحدث الخطوة التالية بعد 370000 سنة ، عندما كان الكون في درجة 3000 درجة مئوية فقط. الإلكترونات، حتى الآن حرة، وسوف ترتبط بالنواة لتشكيل الذرات. يؤدي التقاطها إلى إطلاق فوتونات لا يمكنها التنقل بحرية. هكذا يظهر الضوء الأول للكون، ما يسمى بالخلفية الكونية المنتشرة . إن دراستها المتعمقة، ولا سيما بفضل الملاحظات من القمر الصناعي بلانك، تسمح أن نقيس بدقة نسبة المادة البدائية موجودة في ذلك الوقت ومقارنتها بالتنبؤات النظرية، بناءً على دراسة التفاعلات بين النوى .وهو ما قد يكشف عن بعض المفاجآت، كما أشارت سيريل بيترو للتو في دراسة نُشرت في 23 نوفمبر 2020 على موقع Arxiv الإلكتروني ". القياسات الدقيقة الأحدث لمعلمات واحدة من ثلاثة ردود فعل أساسية ينتج عن التخليق النووي البدائي كمية من المادة العادية قليلا أقل أهمية من تلك الملاحظة في الخلفية الكونية المنتشرة .يجب إجراء قياسات على التفاعلين الآخرين، ولكن إذا استمر الخلاف، فإن الأصل من هذا النقص في المادة العادية ."

الأستاذ هيرفي دول HERVÉ DOLE في معهد الفيزياء الفلكية الفضائية في أورساي (إيسون) ونائب رئيس جامعة باريس ساكلاي يقول إن هذه النتيجة تؤكد نماذج تطور الكون" « كان من المتوقع وجود مادة عادية مخبأة في الشبكة الخيطية: لقد تنبأت بها عمليات المحاكاة ، وقد حدثت بالفعل ملاحظات غير مباشرة ، ولكن على أساس مخصص. ومع ذلك، في علم الكونيات، من الصعب المرور من حالات قليلة، وأحيانًا شديدة الخصوصية أو اكتشافات حدثت بالصدفة، إلى العموميات، فريق نبيلة أغانم توصل لهذه النتيجة باستخدام طريقة معروفة، بسيطة وقوية للغاية: تكديس الصور، التي استخدمتها بنفسي لقياس الأشعة تحت الحمراء للمجرات .لقد أخذوا في الاعتبار كمية كبيرة جدًا من البيانات التي أدت إلى هذا العمل "النظيف" للغاية، مع إشارة تبرز بوضوح .نحن بلا شك نتخذ خطوة إلى الأمام، وهذا أمر مريح - أو نادم، الأمر نسبي- لأنه يثبت صحة نماذج تطور الكون ، ولكن أيضًا الاستنتاجات المتعلقة بتكوينه بناءً على الخلفية الكونية المنتشرة.ت شكلت الذرات الأولى في الكون من البروتونات والنيوترونات التي ملأت الكون بعد الانفجار العظيم .عندما تنخفض درجة الحرارة أدناه اندمجت المليار درجة والبروتونات والنيوترونات لتكوين الديوتيريوم (تفاعل 1) والفوتونات، جسيمات الطاقة النقية .ثم حدثت سلسلة من ردود الفعل من الديوتيريوم ، أهمها موضحة هنا .في نهاية هذا التركيب النووي البدائي، يتكون الكون أساسًا من الهيليوم 4 ج • هو) والبروتونات .التفاعلات الثلاثة الرئيسية للتخليق النووي البدائي نيوترون بروتون ديوتيريوم فوتون + + 0ديوتيريوم بروتون هيليوم 3 و + + {ديوتيريوم هيليوم 3 وهيليوم 4.

شطحات ميتافيزيقية؟

عندما يقيّم إيلون ماسك ELON MUSK الحضارات الخارجية غير الأرضية:

صنع إيلون ماسك اسمًا لنفسه مرة أخرى من خلال التلميح إلى وجود حضارات قديمة خارج كوكب الأرض. وفقًا للملياردير الأمريكي، فإن الحياة الذكية من الممكن أن تختفي في الفضاء المأهول دون اكتشاف تكنولوجيا الفضاء. لهذا السبب فإن الأبحاث التي أجراها البشر تظل عبثًا .هذا البيان بالإضافة إلى فرضيات أخرى تم طرحها في محاولة لشرح "مفارقة فيرمي. يبدو أن نظرية الرئيس التنفيذي لشركة سبيس إكس مستوحاة من دراسة نشرها علماء في مختبر الدفع النفاث ووكالة ناسا الفضائية ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في ديسمبر الماضي. جادل الباحثون بأن البشر هم آخر من ولد في مجرة درب التبانة. كانت هناك حضارات أخرى خارج كوكب الأرض، لكنها قد تكون انقرضت .تذكر أن الفيزيائي

إنريكو فيرمي حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1938 لمشاركته في تصميم أول قنبلة ذرية. في عام 1950، كان أول من شكك في وجود حضارات خارج كوكب الأرض وإمكانية وجودها بيننا بمعادلته الشهيرة وإنها ربما تعرضت إلى نوبات شبيهة بتلك الموجودة في الأرض؟ لن أتفاجأ إذا كانت هناك حضارات ازدهرت في مجرتنا وانهارت تدريجياً. كما وجدت حضارات عظيمة مثل حضارة السومريين، المصريين القدماء والبابليين. لقد تمكنوا من الوصول إلى تقنيات رائعة، لكنهم جميعًا هلكوا. يمكن أن تحدث أحداث مماثلة على كواكب أخرى يقول " ايلون مسك على الرغم من سنوات من البحث، لا تزال المفارقة قائمة. ومع ذلك، فإن هذا لا يمنع أكثر من واحد، حتى الأكثر عقلانية، من النظر في الاحتمال. هذه هي الطريقة التي ظهرت بها التكهنات في كل مكان .توجد الآن قوائم طويلة من الشهادات المتعلقة بتفشي الالظاهرة. حتى أن بعض الباحثين ، مثل أولئك فيSETI معهد ، يستثمرون في البحث والتطوير لطرق أفضل لاكتشاف الحضارات الذكية خارج كوكب الأرض . وللعثور على حضارة خارج كوكب الأرض، قد تضطر إلى البحث عن الثقوب السوداء وهي نظرية مبنية على معادلة فرانك دريك ظهرت الحضارات على الأرض متأخرة، وفقًا لباحثي مختبر الدفع النفاث. للوصول إلى هذا الاستنتاج، اعتمدوا على معادلة صاغها في عام 1961 عالم الفلك فرانك دريك .سمحت لهم هذه الصيغة بحساب احتمالات وجود حضارات خارج كوكب الأرض من عدد النجوم في مجرتنا وعدد الكواكب المناسبة للحياة. لاحظ أن البحث يدمج أحدث البيانات التي تم الحصول عليها من الأبحاث حول الكواكب الخارجية والمناطق الصالحة للسكن . وهناك أيضاً نظرية الغابة المظلمة لشرح عدم وجود اتصال مع حضارة خارج كوكب الأرض لكي يكون الكوكب مناسبًا للحياة، يجب أن يفي بعدد من الشروط، مثل أن يكون على الأقل على مسافة 13000 سنة ضوئية بعيدًا عن مركز مجرته. لذلك سيكون من المحتمل للغاية أن هذه الحضارات الافتراضية القديمة خارج كوكب الأرض كان عليها التعامل مع تقلبات الطبيعة. كان من الممكن أن يكونوا تحت تهديد دائم بالدمار، تمامًا مثل الجنس البشري، حتى يحدث ما لا رجعة فيه .من بين الأسباب المحتملة التي كان من الممكن أن يكون سبب اختفائها هو الإشعاع، والتقدم التكنولوجي السيئ التحكم، وتغير المناخ، وحتى التدمير الذاتي.

هل يمكن أن يكون هناك كون مرآة على الجانب الآخر من الانفجار العظيم؟

إنه سيناريو خيال علمي حقيقي: قد يكون هناك أكوان أخرى غير كوننا. وحتى أكوان متعددة! منظور يجعلك تشعر بالدوار ... ولكن تتلاقى حوله الآن العديد من نظريات الفيزياء .نحن مقيدون بواحدة من مئات المليارات من الكواكب في مجرة درب التبانة، مجرة واحدة من بين 2000 مليار أخرى في الكون ... والتي بدورها قد تكون حبة غبار مفقودة بين بلايين آخرين؟ فكرة "الكون المتعدد" تجعلك تشعر بالدوار. ومع ذلك، فإن وجودها يتبع بشكل طبيعي العديد من النظريات الفيزيائية الحالية الأكثر صلابة، والنسبية العامة، والتضخم، والفيزياء الكمومية ... تعترف كل منها بإمكانية وجود كون متعدد، يتمتع بخصائصه الخاصة. وبالتالي، لن يكون هناك كون واحد ، بل العديد من الأكوان المتعددة! كانت الأكوان المتوازية تدور حولنا. أطروحة دافع عنها بجدية شديدة باحثون مثل ستيفن هوكينغ الشهير أو الفرنسي أوريليان بارو. المشكلة هي أنه ليس لدينا أي دليل على ذلك. الأسوأ من ذلك، لا أحد يعرف ما إذا كان من الممكن رصدها! "في الماضي، كان الكون على علاقة سببية مع كون آخر واحتفظ بأثرها. لا شيء أقل تأكيدًا، "يخشى فيليب براكس، أخصائي التضخم في الوكالة الأوروبية للفضاء .CEA لا يزال بعض الباحثين يقومون بهذا الرهان، ويتتبعون إشارات غير مفسرة يمكن تفسيرها على أنها آثار اتصال مع عالم آخر. أحدث مثال: تجربة أنيتا، التي أجرتها وكالة ناسا في القارة القطبية الجنوبية. في عام 2016، اكتشف بالون الطقس الستراتوسفير ثلاثة نيوترينوات عالية الطاقة للغاية لم يتمكن أحد من تفسير أصلها ... حتى الربيع الماضي. باحث من جامعة مدينة نيويورك هو لويس آنكرودوكي Luis Anchordoqui اقترح بالفعل أن هذه النيوترينوات يمكن أن تكون دليلًا غير مباشر على أنه سيكون هناك كون مرآة "على

الجانب الآخر من الانفجار الأعظم". وُلد في نفس الوقت مثل عالمنا، وسوف يكون مليئًا بالمادة المضادة ويجري الزمن فيه ... إلى الوراء... !