البحث عن الكون الموازي والكون المجاور والكون المتداخل

إعداد وتحرير وترجمة د. جواد بشارة

سعى العلماء منذ بدء الثورة العلمية في القرن السابع عشر ولغاية اليوم، إلى دفع الحدود المتعارف عليها لمعلوماتهم ومعارفهم العلمية وفتح أبواب جديدة لأبعاد كونية وزمكانية أخرى، وعلى رأس تلك الجهود، زيارة أكوان موازية أو مجاورة أو متداخلة، معترف بوجودها نظرياً، والعودة من الزيارة لتقديم شهادة عيان علمية على وجودها. يعتبر البعض ذلك هذيان خيالي علمي لكنه أمر ممكن حسب نظرية الأوتار الفائقة، وكذلك بالنسبة لباحثين في تجربة " همهمة" Murmure الذي يدعون أنهم سوف يثبتون مختبرياً وتجريبياً وجود عوالم أخرى ممكنة تسميها نظرية الأوتار البرانات أو الأغشية الكونيةbranes بمساعد طرق علمية دقيقة جداً وهي بمثابة دفق جديد لتخصص علمي يبحث عن الجديد، وهو أمر من شأنه أن يهز أركان النظريات الفيزيائية القائمة ومن بينها النموذج القياسي أو المعياري في الكوسمولوجيا أو علم الكونيات. ومن المفارقات إن إثبات نظرية تعدد الأكوان من شأنه أن يحل معضلة ولغز تمدد الكون المرئي وابتعاد أفقه وتضاعف حجمه، فأين يحدث هذا الازدياد في حجم الكون والتمدد الكوني وفي أي حيز مكاني؟

تمدد الكون وتجاذب المادة:

يصور تمدد الكون أحيانا على أنه قوة تدفع الجسيمات أو الأجسام بعيدا عن بعضها. ورغم أن هذا التصور صحيحا من وجهة تأثير الثابت الكوني إلا أن تلك الصورة ليست صحيحة بالكامل. يعتقد العلماء أنه قد مر على الكون مرحلة كان فيها ابتعاد الأجسام بعيدا عن بعضها تحت تأثير القصور الذاتي حيث كانت الأجسام في الكون تتطاير متفرقة عن بعضها البعض لسبب غير معلوم- أغلب الظن كنتيجة للتضخم الكوني واستمر على تمدده ولكن بمعدل يقل باستمرار بسبب قوة الجاذبية بين المادة.

وبالإضافة إلى انخفاض سرعة تمدد الكون ككل فإن الجاذبية قد عملت موضعيا على تكاثف بعضا من المادة هنا وهناك مكونة نجوما ومجرات. وعندما تتكون أجرام وتتشكل تحت تأثير الجاذبية فإنها تنفصل عن التمدد العام لمقاييس الكون لتغلب قوى الجذب حيث تتكاثف المادة.

وبعدما تترابط الأجرام مع بعضها البعض فهي لا تنفصل ثانيا عن بعضها. ولهذا فإن مجرة المرأة المسلسلة أندروميد التي ترتبط بمجرتنا درب التبانة نجدها وكأنها تسقط علينا (تتحرك في اتجاهنا وتقترب منا ونقترب منها) ولا تبتعد. نحن موجودون في مجموعة المجرات المحلية (المجموعة المحلية وتتكون من مجرة درب التبانة والمرأة المسلسلة الكبيرة مثلنا ونحو 30 من المجرات الصغير الأخرى)، ولا تزداد المسافات بينها. فإذا ما خرجنا من المجموعة المحلية نجد أن تمدد الكون ساريا ويمكن قياسه ورصده. وعلى الرغم من ذلك نجد أن تشكيلات كبيرة في الكون تصل إلى حد مجموعات وعناقيد المجرات تترك التمدد العام للكون الذي يسمى «سريان هابل» وتحتفظ بترابطها. إزاء هذا المشهد غير القابل للتصور نجد أننا لا شيء يذكر في هذا الوجود، لا الأرض لها قيمة وتأثير ولا النظام الشمسي الذي يحتويها ولا المجرة التي تأوي نظامنا الشمسي وهي درب التبانة هي الحدود القصوى للعالم، بل ولا حتى كوننا المرئي المتخم بالأسرار والألغاز. الجسيمات الأولية للوجود الكلي المطلق، لانهائية العدد وتمتلك طاقة لانهائية وهي بمثابة أكوان متعددة، ككوننا المرئي ومحتوياته، وهي تشكل بنية وهيكيلية الكون المطلق الحي العاقل الصمد، السرمدي، الأبدي الأزلي، اللامحدود واللانهائي، والذي لا يوجد وجود آخر غيره، لا يخلق شيئاً، ولم يخلقه أحد، وكل ما موجود في هذا الوجود إن هو إلا جزء منه ومن مكوناته فهو الموجود بذاته ولذاته.

عندما أصابته بالرصاصة في المنتصف، يختفي البطل، ليعود فجأة إلى الظهور على بعد أمتار قليلة. يمكن أن يكون إتقان القفز من كون إلى آخر بمثابة إنقاذ للحياة. أو تجمد الدم ... عندما يجد أبطال القصة أنفسهم فجأة غارقين في عالم موازٍ مظلم وجليدي، دون معرفة كيفية الهروب، يكون هذا مقبولاً ولكن في السينما فقط.

تشكل الأكوان المتوازية والأبعاد الخفية الأخرى أرضًا خصبة للخيال، من مسلسل الأشياء الغريبة Stranger Things إلى دراغون بال وآفنجرز ونهاية اللعبة Avengers: Endgame إلى Dragon Ball Z. وفي كثير من الأحيان، في الإطار الكلاسيكي الحالي لمثل هذه القصص، هناك شخصية تجسد صوت العلم، وإعطاء مصداقية للخيال: نعم، من الممكن أن توجد عوالم أخرى إلى جانب عالمنا أو كوننا المرئي، دون أن نكون على علم بذلك. نعم، يمكن لكوننا والأكوان الأخرى، من الناحية النظرية، أن يتواصلوا من خلال بُعد جديد، لم يتم اكتشافه بعد ولكنه قابل للحياة علميًا. قد لا يتطابق الطرح النظري مع الواقع ولا ما يكتبه كتاب السيناريو له انعكاس في الواقع: إن وجود الأكوان المتوازية هو فرضية ذات مصداقية تامة، والتي تقوم على مفاهيم جادة جدًا للفيزياء. أما بالنسبة للتواصل بين هذه الأكوان التي تتجاهل بعضها البعض ... فهناك، يطلق المبدعون عنان أفكارهم في كافة الاتجاهات وفي جميع سبل التخيل والمخيلة: الآلهة القديمة، وكائنات خارج الأرض، والآلات السرية، والقوى الخاصة، إلخ. الكثير من الناشطين في مجال الخيال العلمي ووسائلهم التعبيرية المختلفة، ليس لديهم، هذه المرة، أي شيء علمي عنهم. على الأقل كان هذا هو الحال، إلى أن وضع هؤلاء الباحثون الجريؤون، وفي رؤوسهم ذلك العناد الأسطوري، أن يحققوا لقاء الأكوان.

في السنوات الأخيرة، عمل فريق من المتخصصين المختارين بعناية على تهيئة الظروف لأروع لقاء يمكن لعشاق الخيال العلمي والفيزيائيين على حد سواء أن يحلموا به. لأنه، بالطبع، للشروع في رحلة إلى العوالم المتعددة، ولإدراك ذلك، يجب على المرء أولاً أن يتبنى أكثر النظريات إثارة في الفيزياء المعاصرة. تلك التي تهدف إلى شرح الكون المرئي بالكامل أو بالأحرى كشف حقيقة الأكوان المتعددة.

البرانات أو الأغشية والعوالم البرانية BRANES ET MONDES BRANAIR

من بين هذه الأخيرة نظرية الأوتار. ووفقًا للتفسيرات المختلفة لها، فإن الأساس الذي يعتمد عليه الباحثون الجريؤون العابرون للعالم: وجود أبعاد إضافية لكوننا. سيكون الكون المرئي محصورًا داخل جسم كوني يسمى "غشاء- بران"، له ثلاثة أبعاد مكانية، بالإضافة إلى البعد الزمني: ثم يجري الحديث هنا عن 3 أغشية. سوف يتطور هذا الغشاء داخل فضاء زمكاني أكبر يسمى "الجزء الأكبرBULK"، والذي يمكن أن يضم العديد من العوالم المتذبذبة الأخرى، بطريقة ورقة ثنائية الأبعاد تكون في الواقع في مساحة ثلاثية الأبعاد تحتوي على أوراق أخرى وستكون هناك أبعاد إضافية لكوننا المرئي، من المحتمل أن ترتبط هذه الـ " الأغشية الثلاثة" المختلفة فيما بينها، هل هذه جرأة؟ نعم، ولكن لسبب وجيه وهو أن الفيزياء مخلصة أخيرًا للواقع! لأنه بمجرد أن توجد "عوالم الأغشية mondes branaires" في صندوق أدواتهم النظرية، يمكن للفيزيائيين تطوير سلسلة جديدة كاملة من النماذج الفيزيائية والكونية، والتي تفسر بعض أوجه القصور التي تقوض النموذج القياسي أو المعياري لفيزياء الجسيمات، والتي، على الرغم من عيوبها، تضع إطارًا للجميع في مجال البحث في الفيزياء. يمكن للأغشية الأخرى، على سبيل المثال، أن تمارس جاذبية ثقالية على كوننا، وبالتالي تقدم تفسيرًا لواحد من أعظم ألغاز الفيزياء الحالية: وهي المادة السوداء أو المظلمة. ينبع الانفجار العظيم أو أصل الكون، في الواقع، من تصادم عنيف بين غشاءنا وأغشية كونية أخرى.

ومع ذلك، فإن هذه التفسيرات المذهلة لعالمنا ولتلك العوالم التي ربما تحيط به، لديها نقطة ضعف كبيرة: إنها تنبع مباشرة من نظرية الأوتار. وعلى هذا النحو، فإنها تظل افتراضية، في غياب دليل تجريبي على أنها تصف الواقع بالفعل ... في جميع أبعاده.

هذا ليس بسبب عدم التشكيك في الطبيعة: حاولت العديد من المجموعات البحثية إثبات اتساق هذه النظرية. في العقود الأخيرة من القرن العشرين وفي بداية العقد الأول من القرن الحادي والعشرين ولغاية نهاية العقد الثاني من القرن الواحد والعشرين، كان هناك الكثير من الآمال المعلقة على مصادم الجسيمات الشهير LHC، وهو مسرّع الجسيمات الأوروبي العظيم، والذي اعتقد الفيزيائيون أنه قادر على اكتشاف عائلة مما يسمى بالجسيمات فائقة التناظر، التي تنبأت بها نظرية الأوتار. ولكن بعد مرور عشر سنوات، لم يتم العثور على أي إشارة إيجابية لصالح هذا الافتراض، على الرغم من المحاولات العديدة ومستويات الطاقة الاستثنائية التي تم تحقيقها في المسرع. حاولت تجارب أخرى رفيعة المستوى الكشف مباشرة عن وجود أبعاد صغيرة مخفية. "تتنبأ نظرية الأوتار أيضًا أنه في وجود أبعاد أخرى، فإن الغرافيتون، وهو الجسيم الذي يمكن أن يحمل قوة الجاذبية يتحلل إلى فوتونين نشيطين للغاية "، كما تكشف فيروز مالك، من جامعة غرونوبل. حيث عملت الباحثة لأكثر من عشر سنوات على تجربة في مصادم الهادرونات، والتي تهدف إلى الكشف عن مثل هذه الأزواج من الفوتونات عالية الطاقة. بالنسبة لكتاب الخيال العلمي والمنظرين المخضرمين على حد سواء، لا يزال وجود أبعاد إضافية وأغشية تخمينًا محتملاً حتى اليوم. ومع ذلك، فإن الإخفاقات المتتالية لتجارب XXL التي أجريت في مسرعات الجسيمات الكبيرة دفعت بعض الباحثين إلى البحث عن مسار بديل، وواعد جدًا ظهر على شكل رسم تخطيطي نظري مؤخرًا، والذي يتمتع بميزة هائلة لإثبات أن الأكوان المتوازية يمكن أن تكون ضمن مجال الاكتشاف، والأفضل من ذلك: إثبات وجود أبعاد خفية يمكن أن يتم دون بناء مسرعات عملاقة جديدة ومكلفة.

إن هذا الطريق البديل هو الذي استعاره الباحثون المتحمسون الذي يتواجدون في أصل تجربة تسمى Murmure، والهدف المعلن منها هو تسليط الضوء على وجود غشاء كوني آخر بعيدًا عن غشاءنا الكوني الذي يوجد فيه كوننا المرئي.

البحث عن الأدلة:

تقدمت هذه التجربة، في تكتم، خطوة بخطوة، لمدة خمسة عشر عامًا. وفي الأشهر الأخيرة اثارت حماس علماء الفيزياء. وبهذا الصدد يحذر باتريك بيتر، مدير الأبحاث في CNRS وعالم الفيزياء الفلكية في معهد الفيزياء الفلكية في باريس: "إذا حققت مثل هذه التجربة هدفها، فلن تؤدي بالضرورة إلى التحقق من صحة نظرية الأوتار. لكن التداعيات على الفيزياء سيكون لها عواقب كبيرة وسوف لا تقل عن ضخامة صراع الجبابرة ".

هذه الأبحاث من النوع الجديد، وهذه الطرق المتقاطعة المؤدية إلى أكوان أخرى، يقف وراءها العالم الفيزيائي ميكائيل سارازين Michael Sarrazin، باحث مشارك في معهد يوتينام Utinam في جامعة بورغون-فرانش-كومتي Bourgogne في بيزانسون وجامعة نامور في بلجيكا ، فهو المحرض والمنسق الرئيسي. فما هي خصوصيتها؟ مسار فكري شديد الانحدار يعرف كيفية العثور على الخبراء الأكثر قدرة على حل كل تحد جديد يفتحه البحث عن البعد الخامس. بدأ كل شيء، بالنسبة لميكائيل سارازين، بتمرين أساسي: التحديد الدقيق لما يمكن أن يشكل أخيرًا إثباتًا قويًا ومقبولًا. "بدأ كل شيء بالأفكار التي كانت لدينا منذ عام 2005 مع زميلي فابريس بيتي Fabrice Petit، من مركز أبحاث الخزف البلجيكي في مونس "

كما يتذكر الباحث. " لقد درسنا بشكل منهجي النظريات التي تؤدي إلى فرضية الأكوان المتوازية، من أجل تحديد ما إذا كان تبادل المادة ممكنًا بين عالمنا وعالم آخر، من خلال بُعد إضافي". وهو هدف طموح وهذا أقل ما يقال عنه كما يذكرنا باتريك بيترPatrick Peter، "من الناحية النظرية، يتعلق الأمر بإثنين من الأغشية أو البرانيات. محكمان تمامًا لا يمكن اختراقهما فيما يتعلق ببعضهم البعض: ولا شيء يمكن أن يدخلهما أو يخرج منهما. لكن هذا دون احتساب فيزياء الكموم أو أخذها بالاعتبار، فإحدى خصائصها الرئيسية، تأثير النفقeffet tunnel! "هذا الأخير يسمح للجسيم، في ظل ظروف معينة، بعبور ما يسميه الفيزيائيون حاجزًا محتملاً أو كامناً. وببساطة، يمكن للجسيم أن يمر بطريقة ما عبر جدار. حدث لا يمكن تصوره تمامًا في الميكانيكا الكلاسيكية، ولكنه يصف جيدًا الواقع الغريب للعالم الكمومي، "ومع ذلك، ففي عام 2010، أثبتت أنا وفابريس بيتي أن تأثير النفق يمكن أن يسمح لجسيم من كوننا بالمرور إلى كون آخر ذو 3 أغشية، من خلال بعد رابع مكاني والذي سيكون نوعًا من النفق الذي يربط بين العالمين، كما يقول مايكل سارازين. وبشكل حتمي، كلما اقترب الغشاءان من بعضهما البعض، زاد احتمال حدوث مثل هذا التبادل للمادة. " وهكذا تم وضع حجر الأساس الأول للمسار المؤدي إلى الأبعاد المخفية للكون. والخطوة الثانية تتمثل في ابتكار بروتوكول تجريبي قادر على التقاط الظاهرة المرغوبة، وقبل كل شيء، في إيجاد الجسيم الجاهز للقيام بالرحلة بين العوالم.

ينبغي إيجاد أو إنتاج هذه الجسيم، وتفادي تعرضه للإزعاج من محيطه، وإرساله إلى بران أو غشاء آخر ... واستعادته. في عام 2011، التقى ميشيل سارازين مع العالم التجريبي غيوم بينول Guillaume Pignolمن مختبر الفيزياء دون الذرية وعلم الكونيات في جامعة غرينوبل الألب. وهو متخصص في فيزياء النيوترونات، ويقترح أن الجسيم المفضل لديه الذي يمكن أن يكون المرشح المثالي لتسليط الضوء على تبادل محتمل للمادة بين غشاءين هو النيوترون. "يمكن للجسيمات الأخرى من الناحية النظرية أن تقوم بالخدعة، لكن النيوترون لا يزال يتمتع ببعض المزايا، كما يوضح غيوم بينول Guillaume Pignol. " بالفعل، كما يوحي اسمه، هو جسيم محايد، لا يتفاعل عن طريق القوة الكهرومغناطيسية، الأمر الذي يقتلع شوكة من أقدامنا. علاوة على ذلك، لدينا الوسائل اللازمة لإنتاج كميات كبيرة منه بسهولة، ولدينا معرفة جيدة إلى حد ما بفيزياء النيوترونات ". على مدار المناقشات، حدد الباحثان مفهومًا للتجربة من شأنه أن يختبر تبادل المادة بين غشاءنا الكوني وأغشية كونية أخرى.

الفكرة الأساسية هي إرسال تدفق من النيوترونات في اتجاه حاجز غير سالك على الإطلاق; ويستحيل اختراقه بالنسبة لهم. ولكن قبل الوصول إلى هذا الجدار، يجب أن تمر النيوترونات عبر مادة تسمى الوسيط modérateur والمنظم، والتي ستجبر جزءًا صغيرًا منها على الاختفاء في غشاء آخر - إذا كان هذا موجودًا. يوضح غيوم بينول: "في كل اصطدام مع نواة ذرية، يكون للنيوترون احتمال ضئيل للغاية في أن يُلقى في هذا الكون المجاور لنا". ستصبح هذه الجسيمات "الشبحية" بعد ذلك قادرة مؤقتًا على عبور العقبة التي تواجهها من خلال تجاوزها عبر هذا الكون الخفي، كما لو كانت تستطيع المرور من تحت الباب. لكن التجربة لا تنتهي عند هذا الحد. في الواقع، فإن الاختفاء البسيط لبعض الجسيمات داخل الحشد الهائل من النيوترونات الموجودة في التدفق لن يتم ملاحظته ولن يكون من الممكن اكتشافه تمامًا".

أيضا، وللتأكد من مرور الجسيم من غشاء إلى آخر، فإن الباحثين قاطعين: من الضروري، بمجرد تجاوز الجدار، إعادة ظهور النيوترونات في كوننا. وهذا ممكن، لأنه وفقًا للنظرية، بعد المرور عبر الوسط المعتدل، يجب أن ينتهي الأمر بالنيوترونات المخفية في حالتين متراكبتين في ما يعرف بالتراكب الكمومي Superposition quantique: في كل من غشاءنا وفي أغشية أخرى. هذا التفسير، الذي يتعارض مع الفطرة السليمة ويخالف قوانين الميكانيكا الكلاسيكية، هو مع ذلك طبيعي تمامًا للفيزيائيين الذين اعتادوا

العمل في عالم الكموم الكوانتوم. أيضًا، من الممكن نظريًا تحويل هذه النيوترونات مرة أخرى إلى غشاءنا، من خلال زيادة فرصها في التفاعل مرة أخرى مع المادة داخل مواد أخرى، هذه المرة تسمى العملية التجديد régénérant. "في نهاية التجربة، سينتظر الكاشف أي ناجين من هذه الرحلة ذهابًا وإيابًا بين البرانين أو الغشائين، كما يخلص ميكائيل سارازين يعتمد نجاح التجربة على كمية النيترونات المسماة العابرة للجدار، المستعادة بين الغشاءين والتي وضعت على نحو بديهي في أحدث جهاز لدينا. في السنوات التالية، سينتقل الفيزيائيون إلى المرحلة الثالثة من عملهم: التصميم الملموس لجهاز السماح بقياس حساس بما يكفي ليكون قابلاً للاستغلال وذا مصداقية، أولاً وقبل كل شيء، يجب أن يجدوا فريقًا علميًا قادرًا على إنتاج كمية كبيرة من النيوترونات.

سيأتي بعد ذلك باحثان آخران لتقوية الفريق: جاكوب لامبلين ، المتخصص في التجارب في فيزياء النيوترينو واكتشاف المادة المظلمة في جامعة غرينوبل - ألب، وغاي تيروان من جامعة نامور، وهو خبير في قياسات الضوضاء المنخفضة في الفيزياء النووية. " في هذا النوع من التجارب، من الضروري التخلص من الكشف عن النيوترونات الطفيلية، التي كانت ستصل إلى الكاشف بوسائل أخرى - التفاعل مع الأشعة الكونية، والنشاط الإشعاعي الطبيعي، وما إلى ذلك "، يكشف غاي تيروان. ويواصل شرحه:" من الضروري أولاً وضع درع ثانٍ، وهذه المرة حول الكاشف، مما يجعل من الممكن تجنب خطر تلوث الأخير قدر الإمكان ". يقترح الباحث بعد ذلك، من خلال فكرة جدار نيوترون، إحاطة الكاشف بغلاف من طبقتين - البولي إيثيلين وكربون البورون - مما يجعل من الممكن امتصاص غالبية النيوترونات القادمة من الخارج. ومع ذلك، وعلى الرغم من كل هذه الاحتياطات، فإن احتمالية التلوث ما زالت غير صفرية. "إذا كنا قادرين على اكتشاف النيوترونات، كان علينا التأكد من التمييز بين الإشارة الفعالة والضوضاء المتبقية البسيطة، كما يتابع جاكوب لامبلين. لذلك حددنا التوقيع المميز الذي يجب أن تتركه النيوترونات القادمة من الغشاء المخفي، وأيها سيكون مختلف جذريًا عن النيوترونات الأخرى ".

نحن إذن في عام 2015. اكتملت المرحلة الدقيقة من الاستعدادات، والفريق جاهز لمعمودية النار. هل ستقوم النيوترونات بالالتفاف عبر غشاء قريب من غشاءنا؟ لقد وصلت الإثارة إلى ذروتها. لمدة أسبوع كامل في معهد بول لانجفان peule-Langevin Institute، حاولت مجموعة صغيرة من علماء الفيزياء المتهورين، المستحيل: اكتشاف مرور الجسيمات في عالم غير كوننا. "سقطت النتائج بسرعة، ولم نكتشف أي فائض كبير في النيوترونات، أفاد جاكوب لامبلين على الفور، ولكن هل هذه هي نهاية القصة؟ على العكس!" هذا لم يبطل بأي حال سيناريو العوالم المتعددة. كانت هذه التجربة الأولى مجرد رسم تخطيطي، مما سمح لنا بوضع حد أعلى لاحتمال انتقال النيوترون من غشاء إلى آخر. "إذا لم يجد الباحثون النيوترونات المتوقعة في كاشفهم، فهذا يعني ببساطة أن هذه الجسيمات أقل احتمالية من المتوقع للتحول من عالم إلى آخر. ومع ذلك، فإن هذا الرقم يرتبط ارتباطًا مباشرًا بالمسافة بين الغشاءين - فكلما اقتربوا، زاد عدد النيوترونات. لذلك، تمكن الفيزيائيون من إظهار أن الغشاءين بداهة مفصولين بما لا يقل عن 1.4×10^{33} رن، وهذا يعني 87 مرة من طول بلانك - والذي يمكن أن تبدأ الجاذبية منه في إحداث تأثيرات كمومية. "من ناحية أخرى، ليس لدينا حد أعلى، وإذا كان من المفترض أن يكون اللون البني بعيدًا جدًا، فهناك فرصة ضئيلة لأن نشهد اختفاء وعودة للنيوترونات. يعترف مايكل سارازين. ومع ذلك، فإن نجاح هذا الاختبار التجريبي الأول حفزنا حقًا على الاستمرار في هذا الاتجاه. لقد أظهرنا أنه من الممكن اختبار مثل هذه السيناريوهات بجهاز بسيط نسبيًا مقارنة بمسرعات الجسيمات الضخمة! "

ثم تأتي المرحلة الرابعة من عمل الباحثين: البحث عن التحسينات الممكنة. خطوة صعبة، لكنها شائعة في العلوم التجريبية وفوق كل شيء، الأكثر جرأة. يقول الفيزيائي إن الفريق مسلح بالشجاعة والتواضع والصبر

من أجل الوصول إلى نتيجة في مفاعل دي مول. على وجه الخصوص، "عملت على تحسين المادة التي تسمح بتجديد النيوترونات المخبأة في غشاءنا. "كانت هذه بالفعل إحدى نقاط الضعف في المحاولة السابقة: قد تكون بعض النيوترونات قد فوتت العودة إلى الغشاء لدينا بسبب نقص كفاءة المجدد أو الوسيط."

العودة إلى عالمنا:

في تجربة Murmure، قام الفيزيائيون بإحاطة كاشف الهليوم 3 بطبقة سميكة من الرصاص. لقد مكنتهم الحجج النظرية بالفعل من تقدير أن هذه المادة تعمل مثل الهوائي، وتوجه النيوترونات التي تمر في غشاء آخر نحو عالمنا. تم إجراء تحسينات مهمة أخرى، لا سيما تحت تأثير ضوضاء الخلفية المرتبطة بالتفاعل مع النيوترونات خارج التجربة. تقع نتائج تجربة Murmure في نهاية عام 2020. للأسف ... على الرغم من التحسينات العديدة، لم تكشف هذه التجربة الجديدة عن النيوترونات الزائدة أيضًا. "لقد أدركنا أخيرًا أن مفاعل دي مول كان أقل قدرة على إرسال النيوترونات من غشاء إلى آخر من السابق"، كما يحلل مايكل سارازين. " وبالفعل، كانت طبقة المادة المعتدلة تأمل في حمل النيوترونات نحوها. لم يكن الغشاء المخفي سميكاً بدرجة كافية. ومع ذلك، فإن التحسينات التي أجريناها لم تذهب سدى، لأنها جعلت من الممكن تعويض هذه المشكلة: نحصل على نفس النتيجة تقريبًا على الحد الأدنى للمسافة بين الغشاءين، مع تدفق نيوتروني أضعف بكثير". لذلك فإن البحث عن البعد الخامس بعيد عن هنا! يأمل الفريق الصغير من الفيزيائيين في السنوات القادمة أن يتمكنوا من تنفيذ تجربتهم المحسنة في مفاعل آخر، من أجل استغلال إمكاناته الكاملة. "حتى لو بدت هذه النتائج مخيبة للآمال للوهلة الأولى، فقد أتاحت التجربة مرة أخرى إمكانية وضع قيود على بعض النماذج النظرية الحالية، كما فعلت كورالين ستاسر نسبيًا. وقد تمكنا من تأكيد الحد الذي تم تعيينه لاحتمالية مرور الجسيمات من عالم إلى آخر، وعلى أقل مسافة بين هاتين الغشائين - البرانين، وهي أمر مهم بالفعل في فهم هذه الفيزياء خارج النموذج القياسي أو المعياري". هذا ليس كل شيء. لقد أدرك الباحثون أيضًا أنه في مكان آخر كان من الممكن مواصلة سعيهم من خلال تجارب أخرى غير تجاربهم! لقد أدركوا، من خلال تشريح نتائجهم، أنه يمكنهم البحث عن علامات الاختفاء التلقائي والظهور من جديد للنيوترونات في نتائج التجارب الأخرى التي أجريت بالفعل، والتي يمكن الوصول إلى قاعدة بياناتها في موقع NEUTRINOS TO THE RESCUE

"على وجه الخصوص، نحن نعمل بالفعل مع نتائج تجربة الاستريو، التي تم تركيبها في نهاية عام 2016 في معهد peule-Langevin Institute، وكان الهدف منها دراسة جسيمات تسمى النيوترينوات ، في محاولة لإثبات بعض خصائصها الغريبة، حسب جاكوب لامبلين. في الواقع، اتضح أن كاشف النيوترينو فعال أيضًا في العثور على النيوترينوات. كانت التجربة في مفهومها قريبة إلى حد ما من مفهومنا، فقد تمكنت من التقاط بعض البيانات، دون حساب المحرضين للاختفاء التلقائي ومظاهر النيوترونات التي توقعنا رؤيتها! لذلك نحن في بحث كامل عن مثل هذه الأحداث بين بيانات هذه التجربة التي اكتملت الآن ". ربما يكون باحثون آخرون ذوو أهداف أقل تشويشًا قد شهدوا بالفعل، دون معرفة ذلك، مجيء وذهاب الجسيمات بين عالمين. ومن ثم فإن نتائجهم ستثبت بالصدفة وجود أكوان متوازية. ما لم تكن تجربة الكتم مصدر إلهام لعلماء آخرين عازمين بنفس القدر. يمكنهم بدورهم إطلاق عدد قليل من النيوترونات في ألغاز مفاعل تجريبي ومحاولة اكتشاف الآثار من عالم آخر.

المياه الثقيلة كمادة معتدلة وسيطة:

وسرعان ما أدركوا أن الحل الأمثل هو إجراء التجربة في مفاعل أبحاث نووي من نوع آخر. في الواقع، فإن ظاهرة الانشطار التي تحدث داخل المفاعل، والتي تتكون من انقسام ذرة ثقيلة إلى ذرتين أصغر حجمًا لإطلاق الطاقة، تكون مصحوبة بانبعاث نيوترونات، بمعدل اثنين أو ثلاثة أو أكثر، تتولد مع كل تفاعل. من الممكن بعد ذلك استعادة التدفق المنتظم والمسيطر عليه لهذه الجسيمات المحايدة داخل هذه الأجهزة، والتي تتناسب تمامًا مع متطلبات التجربة.

معهد بول لانجفان paule-Langevin في غرونوبل ، وهي منظمة بحثية متخصصة في فيزياء النيوترونات التي يشارك فيها Guillaume Pigno! سبق أن عملت في إطار تجارب أخرى، ثم طرحت نفسها كمرشح مثالي لجهازهم. يصف ميخائيل سارازين: "كان علينا تعويض هذه المعدات المتطورة والأجهزة التي كانت موجودة بالفعل هناك". وبمجرد خروجهم من قلب المفاعل، يجب أن تمر النيوترونات عبر طبقة من الماء الثقيل. جزيئات H20 لها ذرات الهيدروجين الخاصة بها مستبدلة بنظيرها الثقيل، الديوتيريوم، الذي تحتوي نواته على نيوترون إضافي ". تسمح هذه المادة، المؤهلة لتكون وسيطًا، في المفاعل النووي، بإبطاء الجسيمات دون امتصاصها - تساهم التصادمات المتعددة بين النيوترونات وجزيئات الماء الثقيل في كفاءة التفاعل المتسلسل. لكن اتضح أنه كجزء من التجربة، فإن للنيوترونات أيضًا فرصة لتمرير غشاء مخفي عند كل اصطدام مع ذرة أخرى. باختصار: إن وجود هذا الوسيط نعمة حقيقية للباحثين. في كل مكان سيكون هناك بركة كبيرة من الماء الخفيف ثم جدار خرساني سميك، يعملان معًا كدرع للنيوترونات. من الناحية النظرية، لا يمكن لأي نيوترون أن يمر عبر هذا الجدار المزدوج. أخيرًا، سيتم وضع كاشف النيوترون بعد هذا الحاجز غير السالك. سيكون ممتلئًا بغاز الهليوم -3، وهو مركب يستخدم بانتظام للكشف عن وجود النيوترونات والذي من شأنه، علاوة على ذلك، تجديد النيوترونات مؤقتًا في الغشاء المخفي، مما يتسبب في عودتها إلى كوننا.

ومع ذلك، يشعر الباحثون في هذه المرحلة أنهم سيحتاجون إلى بعض المساعدة. يتضمن البروتوكول الذي ابتكروه خبرة عالية المستوى في اكتشاف الجسيمات بكميات صغيرة بصورة تبعث على السخرية، والمعروفة أيضًا باسم قياسات منخفضة الضوضاء في أحد الغشائين وتعد هذه بالفعل خطوة مهمة في فهم هذه الفيزياء بما يتجاوز النموذج القياسي. "وهذا ليس كل شيء. لقد فهم الباحثون أيضًا أنه من الممكن مواصلة سعيهم من خلال تجارب أخرى غير تجاربهم! لقد أدركوا، من خلال تشريح نتائجهم، أنه يمكنهم البحث عن علامات الاختفاء والظهور التلقائي للنيوترونات في نتائج التجارب الأخرى التي تم إجراؤها بالفعل، للإنقاذ "على وجه الخصوص، نحن نعمل بالفعل مع نتائج تجربة Stereo ، التي تم تركيبها منذ نهاية عام 2016 في معهد Paule-Langevin Institute ، والتي كان الهدف منها دراسة الجسيمات المسماة النيوترينوات، في محاولة لتسليط الضوء على بعض خصائصها الغريبة ، يربط جاكوب لامبلين. في الواقع، اتضح أن كاشف النيوترينو فعال أيضًا في إيجاد النيوترونات.!.: التجربة في مفهومها قريبة جدًا من مفهومنا، فقد تمكنت من التقاط الاختفاء التلقائي والظهور للنيوترونات دون أن يدرك المحرضون ذلك. من المتوقع أن نرى! لذلك نحن في بحث كامل عن مثل هذه الأحداث من بين بيانات هذه التجربة التي اكتملت الآن. "ربما يكون باحثون آخرون ذوو أهداف أقل تشعبا قد شهدوا بالفعل، دون معرفة ذلك، أي مجيء وذهاب الجسيمات بين عالمين. وستكون نتائجهم مصادفة بعد ذلك لكي تحمل دليلًا على وجود أكوان متوازية. ما لم تكن تجربة الكتم مصدر إلهام لعلماء آخرين مصممين بشكل متساوٍ. عل دفع دفق نيوترونات في أركان مفاعل تجريبي ومحاولة اكتشاف آثار عالم آخر ... يمكن لهذه بدورها إطلاق عدد قليل من النيوترونات في أركانا مفاعل تجريبي ومحاولة الكشف عن آثار لعالم آخر ملتفة على نفسها، وبطول قصير للغاية. من خلال هذه النظرية، نعلم لماذا لا تدرك حواسنا ولا أجهزة القياس لدينا البعد الخامس في حياتنا اليوميَّة. "إن التشابه بين البراغيث

والأكروبات يسمح لنا بتشكيل تمثيل تقريبي لما هو عليه هذا البعد الخامس الافتراضي، يشرح جورجي دفالي.

خذ بهلوانًا يمشي على سلك. على الرغم من كل جهوده، لن يتمكن أبدًا من التحرك في أكثر من بُعد واحد: للأمام أو للخلف. من ناحية أخرى، يمكن للرقاقة الموجودة على نفس السلك الوصول إلى بُعد إضافي أصغر. وهكذا يمكن أن يتحرك Ble في جميع الاتجاهات حول الحبل وينتهي به الأمر إلى الولوج إلى ذلك البعد الإضافي. لذلك سنكون كل تلك البهلوانات التي لا تتوفر لها سوى ثلاثة أبعاد مكانية، ضمن مساحة أكبر بكثير بأبعاد 10، 20، 26. استحوذ مفهوم البعد الإضافي تدريجياً على جزء من المجتمع العلمي. في الثمانينيات، أخذ بعض المنظرين الفكرة مرة أخرى، دائمًا بهدف توحيد التفاعلات الأساسية - الآن أربعة وهي الجاذبية والكهرومغناطيسية، بعد اكتشاف التفاعلات النووية القوية والضعيفة حسب جورجي دفالي. وفقًا لإصدارات هذه النظرية، يتكون الزمكان لدينا من 10 أو 11 أو حتى 26 بعدًا، معظمها صغير جدًا على وجه الخصوص، طور علماء فيزياء الجسيمات نظرية الأوتار، وهي نموذج توحيد رائع قائم على فكرة تمثيل جميع الجسيمات الأولية على أنها أوتار مهتزة صغيرة أحادية البعد ومرة أخرى، استغرق الأمر بضعة عقود." حتى يكون هذا رائعًا وأنيقًا" ولكي تعمل النظرية، كان من الضروري للغاية إضافة أبعاد مكانية إلى كوننا "، كما يشهد جورجي دفالي. ولكون تلك الأبعاد المكانية صغيرة للغاية لا يمكننا تجربة الحركة وفقًا لها، بل إن بعض الاختلافات في نظرية الأوتار تقترح فكرة رائعة مفادها أن الكون الذي نتطور فيه ليس سوى نوع من الجزر المعزولة داخل `` مساحة زمكان أكبر بكثير، تمتلك أبعادًا إضافية عديدة. ومن هذه الفكرة نشأت مفاهيم "الغشاء" والكون الموازي لكوننا: فهذا الأخير هو واحد من بين أكوان أخرى يتمتع بثلاثة أبعاد مكانية، بالإضافة إلى بعد زمني واحد، فإن الكون المرئي الذي نحن فيه لن يكون سوى غشاء واحد من بين عدد لامتناهي من الأغشية - الأكوان.

"الكتلة": الكل بأبعاد متعددة. يُطلق على حجم الزمكان الذي يحتوي على جميع الأغشية اسم الكتلة. سيكون لها أكثر من ثلاثة أبعاد ، بما في ذلك الأبعاد الكبيرة والصغيرة.

ربط مخفي بين الأغشية فيما بينها يمكن أن تكون بعض أبعاد المادة السائبة عبارة عن قنوات اتصال بين أغشية. يمكن للجسيمات مثل الجاذبية أن تنتقل من غشاء إلى آخر عبر هذه الأبعاد.

النيوترون، رائد الرحلة إلى الحياة الأخرى في الكون الموازي. من بين عدد كبير من الجسيمات المعروفة للفيزيائيين، كان من الضروري اختيار الجسيمات الأكثر قدرة على الهروب سالمة من هذه الرحلة ذهابًا وإيابًا إلى عالم آخر. وقع الاختيار أخيرًا على النيوترون، وهو جسيم موجود في نواة الذرات، وهو غير أولي لأنه يتكون من ثلاثة كواركات (اثنان "علويان" وواحد "مهرج"). كما يوحي اسمه، فإن النيوترون محايد كهربائيًا، مما يعني أنه لا يخضع لتأثيرات التفاعل الكهرومغناطيسي وبالتالي يسهل مهمة المجربين. بالإضافة إلى ذلك، فإن جسده معروف جيدًا، ويسهل اختباره بكميات كبيرة في مفاعل الانشطار النووي.

في أصل الأكوان المتوازية:

منذ بداية القرن العشرين، واجه الفيزيائيون تحديًا: لتوحيد التفاعلات الأساسية التي تحكم سلوك المادة. "منذ نجاح توحيد الظواهر المغناطيسية والكهربائية في القرن الحادي عشر" بواسطة جيمس ماكسويل، كان الفيزيائيون يبحثون عن نظريات موحدة جديدة، حتى عن نظرية كل شيء، والتي من شأنها أن تصف جميع الأفعال المتداخلة المعروفة في بطريقة فريدة ومتماسكة ، كما يذكر عبد الحق جوادي ، مدير الأبحاث في المركز الوطني للأبحاث العلمية في النظرية التوحيدية CNRS Unified Theory. يأخذ هذا المسعى

خطوة إلى الأمام في عام 1921، عندما قدم الألماني تيودور كالوزا أحد النماذج الأولى لتوحيد القوتين الأساسيتين الفريدين المعروفتين آنذاك: الجاذبية والكهرومغناطيسية. يوضح كلوزا أنه من الممكن الجمع بين المعادلات التي تصف هاتين الظاهرتين المتميزتين تحت نفس النظرية الموحدة. إلا أن الفيزيائي يسن شرطًا: من الضروري أن نضيف إلى كوننا بعدًا إضافيًا صادمًا، البعد الخامس؟ من الناحية النظرية، لا شيء يمنع إضافة بُعد واحد أو أكثر إلى الزمكان، وهو تقليديًا رباعي الأبعاد إنشونال (ثلاثة أبعاد للفضاء وواحد من الزمن)، كما هو موصوف منذ أن طور أينشتاين نظريته النسبية. من المسلم به أنه "من الناحية العملية، من المعقد للغاية إضافة بُعد زمني، تحت طائلة انتهاك مبدأ السببية المقدس، كما يعترف جورجي دفالي، المنظر في معهد ماكس بلانك للفيزياء في ميونيخ (ألمانيا). إضافة الأبعاد المكانية بالإضافة إلى الثلاثة التي نلاحظها بشكل يومي لا تشكل مشكلة حقيقية ولكن إذا كانت هذه الأبعاد الإضافية موجودة، فكيف لا يمكننا رؤيتها ونشعر بوجودها؟ بعد بحث كلوزا، السويدي أوسكار كلاين يجيب على السؤال، ويعطي البعد الخامس شكلاً.

أوسكار كلاين (1894-1977) في عام 1926 أكمل نظرية كلوزا، من خلال إعطاء الأبعاد الجديدة شكلاً ملفوفًا وطولًا قصيرًا جدًا، قام جيمس ماكسويل (1831-1879) بتوحيد الكهرباء والمغناطيسية تحت معادلة واحدة، مما أثار حماس خلفائه. ألبرت أينشتاين (1879-1955) طور نظرية النسبية العامة، موضحًا بأن المكان والزمان لا ينفصلان.

تيودور كلوزا (1885-1954) كان أول من تخيل في عام 1921، نظرية تنطوي على وجود أبعاد إضافية.

نظرية الأوتار La théorie des cordes:

ماذا لو لم تكن اللبنات الأساسية للكون جسيمات نقطية، بل خيوطًا صغيرة؟ وهكذا، مثل أوتار الجيتار التي تولد نغمات مختلفة عن طريق الاهتزاز على ترددات مختلفة، يمكن لهذه الأوتار أن تلد كل الجسيمات التي نعرفها، وفقًا لطريقة الرنين ... دمج قوة الجاذبية فيما يسمى بالنهج المضطرب، وهي طريقة رياضياتية هائلة طورها الفيزيائي الأمريكي ريتشارد فاينمان، والسماح بتطبيق مبادئ ميكانيكا الكموم على التفاعلات القوية والضعيفة والكهرومغناطيسية. لأنه إذا أمكن وصف هذه القوى الثلاث على المستوى المجهري لتشكيل النموذج القياسي أو المعياري لفيزياء الجسيمات، فإن أي محاولة لفعل الشيء نفسه مع الجاذبية قد انتهت حتى ذلك الحين بفشل لاذع ...

حلم العالم الفيزيائي:

من الناحية التاريخية، فإن ما يسمى بنظرية الأوتار هي إذن أول من لتوحيد القوى الأربع، وهي النظرية التي حلم بها كل فيزيائي! ومع ذلك، نظرًا للعديد من الحالات الشاذة النظرية التي تمت مواجهتها أثناء استخدامها في الزمكان لدينا، كان على الخبراء افتراض وجود أبعاد مكانية إضافية، والتي لن نتمكن من الوصول إليها نظرًا لصغر حجمها. لإثبات محدودية هذه النظرية، حاول الفيزيائيون، في أوائل عام 2010، الكشف في مصادمات الجسيمات الكبيرة عن وجود عائلة جديدة من الجسيمات تنبأت بها هذه النظرية: وهي الجسيمات فائقة التناظر.

لسوء الحظ، لم يتم الكشف عن أية إشارة إيجابية حتى الآن. لذلك فإن نظرية الأوتار تراوح دائمًا إلى حد ما في نفس النقطة. لكن اكتشاف أبعاد مكانية إضافية يمكن أن يغير قواعد اللعبة.

الثقالة الكمومية الحلقية:

للتوفيق بين ميكانيكا الكموم والنسبية العامة، يعتقد أنصار نظرية الأوتار أنه من الضروري التمسك بقوة بالشكلية الرياضياتية، ولا سيما نهج ريتشارد فاينمان المضطرب الشهير. لكن ... ماذا لو كان الأخير غير متوافق تمامًا مع قوة الجاذبية؟ لأن النهج المضطرب يعمل بشكل مثالي في إطار كون أحادي ثابت، بالطبع؛ لا يزال من الصعب دمج الجانب الديناميكي والمنحني للزمكان الذي قدمته النسبية العامة، والتي تميل إلى إزعاج العديد من علماء الفيزياء. بدلاً من إدخال تعديل على بنية المادة، من الجسيمات إلى الأوتار، فإن استراتيجية أخرى لتحديد مقدار الجاذبية ستتألف ببساطة من أخذ معادلات النسبية العامة، وإعادة صياغتها. تم تنفيذ هذه المهمة الشاقة لأول مرة في عام 1986 من قبل الفيزيائي الهندي أبهاي أشتيكار، مما مهد الطريق للبديل الرئيسي لنظرية الأوتار: الجاذبية الكمومية الحلقيةGravité quantique en boucle .

تمييز الزمان والمكان:

يشير هذا الأخير إلى أنه على المستوى المجهري أو ما دون الذري، يكون الزمكان منفصلاً، أي أن مساحات وأحجام الفضاء لا يمكن أن تأخذ أي قيمة، ولكن يتم تحديدها كمومياً. - تشبه إلى حد ما الإلكترونات التي يمكن أن تأخذ فقط حيزاً محددًا للغاية يدور حول نواة الذرة. لذلك، تنص هذه النظرية على أنه على مقياس اللامتناهي في الصغر، فإن الفضاء ليس متصلًا على الإطلاق، ولكنه يتكون من حبيبات بدائية تسمى كوانتا مجال الجاذبية. لاختبار صحة هذه النظرية تجريبياً، يمكن للفيزيائيين، على سبيل المثال، محاولة اكتشاف هذا التشخيص التقديري للزمكان باستخدام الأشعة عالية الطاقة، أو حتى البحث عن توقيع في قلب الإشعاع الكهرومغناطيسي الكوني، الذي انتشر عقب أقل من مائة ألف سنة بعد الانفجار العظيم. لاحظ أن الجاذبية الكمومية الحلقية لا تفترض وجود أكوان متوازية أو أبعاد إضافية. لكن لا يوجد ما يثبت أنها غير قادرة على دمج مثل هذه المفاهيم.

نحو فيزياء عالية الدقة:

استهداف ظواهر معينة بدلاً من اختبار النظرية ككل: هذا هو النهج الجديد لنظام يتوق إلى سد الثغرات في النموذج القياسي.

لم يعد الأمر سراً: بعد القرن العشرين المزدهر بشكل خاص، أصبحت فيزياء الجسيمات الآن كمن يسير في مغامرة عبور الصحراء، بل حتى يمكننا القول إنها في أزمة، وفقًا لبعض المتخصصين. في الواقع، على مر السنين، أظهر النموذج القياسي، وهو نظرية رائعة تم تطويرها لوصف اللبنات الأولى وتفاعلات المادة قدر الإمكان، أنه غير قادر على حل ألغاز المادة السوداء المظلمة والطاقة المعتمة أو الداكنة أو المظلمة، للتوفيق بين الجاذبية والجسيمات الجديدة. أو لتثبيت معادلات الطاقة العالية جدًا، والتي من شأنها من الناحية النظرية أن تعطي بوزون هيغز كتلة قريبة من اللانهاية ...

من أجل سد هذه الثغرات، أطلق المنظرون بتهور مطلب البحث عن فيزياء جديدة، وتطوير نماذج شاملة من الثراء والتنوع المجنون: جسيمات غريبة، وقوى إضافية، وتماثلات خفية، وأبعاد إضافية ... لسوء الحظ، التجارب لم تثبت أو تؤكد أي من هذه الفرضيات. الأسوأ من ذلك: أن الأمل الذي وُضع في أوائل العقد الأول من القرن الحالي في تجارب كبيرة جدًا مثل مصادم الهادرونات الكبير (LHC) قد تلاشى بسبب الافتقار إلى حدوث اختراق كبير.

في مواجهة الجدار، قرر فيزيائيون مثل ميشيل سارازين، باحث مشارك في معهد أوتينام (جامعات بورغون-فرانش-كومتي ونامور، في بلجيكا)، وزملاؤه ... تغيير الحجم. بدلاً من الاستثمار في المشاريع الضخمة التي ستستغرق عقودًا لإكمالها، فإنهم يعملون الآن في "فيزياء عالية الدقة"، وتتمثل الميزة الأولى والهائلة في تقليل التكاليف والقوى العاملة: عندما يكلف LHC ما يقرب من 4 مليار يورو وتحشد الوكالة الأوروبية سيرن CERN 17500 عقل علمي، فإن تكلفة تجربة Murmure تكلف حوالي 50000 يورو لفريق من عشرة علماء، بما في ذلك طلاب الدكتوراه.

منطق بحث آخر:

"أكثر من مجرد اختلاف بسيط في الوسائل، فإن منطق البحث بأكمله هو الذي يختلف، كما يصر مايكل سارازين. من خلال إجراء تصادمات الجسيمات، يجمع المجربون كميات هائلة من البيانات، ويمكنهم في نفس الوقت اختبار كمية البيانات. نحن نركز على اكتشاف ظاهرة واحدة دقيقة ". بعبارة أخرى، إذا كانت مصادمات الجسيمات تعمل مثل سفن الصيد، فتقوم بإلقاء شبكة واسعة من أجل جمع أكبر قدر ممكن من المواد القابلة للاستغلال، فإن تجارب مثل Murmure الهمهمة تكون أقرب إلى الصيد بالصنارة: أقل كفاءة من حيث الكمية، ولكنها أكثر استهدافًا بشكل غير محدود.

كريستوفر سميث، المنظر في مختبر الفيزياء دون الذرية وعلم الكونيات في غرونوبل، يختبر هذا التغيير الجذري في النموذج بشكل مباشر. أمضى الباحث سنوات في مصادم الهادرونات العملاق LHC دون كلل في تعقب علامات الفيزياء الجديدة، لا سيما من خلال البحث عن جسيمات افتراضية تنبأت بها نظرية كالوزا-كلاين Kaluza-Klein. انضم الآن إلى مجموعة Frontier Intensity Research Group، التي تتخذ خيارًا شائعًا بشكل متزايد لاستكشاف هذه الفيزياء الجديدة عن طريق زيادة "المعان" التجربة - فهم الدقة - بدلاً من مقياس طاقتها. "لقد وصلنا إلى حد ما إلى حدود الطاقة الخاصة بـ UfC فيما يتعلق بالبحث عن هذه الجسيمات الغريبة، مما سمح لنا بتحسين النماذج التي تنبأت بوجودها، كما يؤكد كريستوفر سميث. بتوليد مصادمات طاقة أعلى، يمكننا جميعًا الاستمرار في هذا" البحث، على وجه الخصوص بفضل هذه الملاحظة، شاركت فيروز مالك، من جامعة غرونوبل، عن طيب خاطر. حاولت الكشف عن وجود أبعاد إضافية في LHC، من خلال دراسة أزواج من الفوتونات عالية الطاقة، دون أن نضع أيدينا على ما كنا نأمل في العثور عليه، تعترف الفيزيائية. بالإضافة إلى ذلك، كلما زادت طاقة هذه الاصطدامات، زادت ضوضاء الخلفية، مما يجعل تحديد الشذوذ المحتمل أكثر صعوبة. " هذا هو السبب في أن هذه التجارب الأكثر تواضعًا، والتي تحاول هزيمة النموذج القياسي أو المعياري من خلال العديد من نقاط الدخول الأخرى، هي حقًا أنفاس من الهواء النقي بالنسبة لنا ".

تم العثور على هذا الحماس في السنوات الأخيرة في الأدبيات العلمية، والتي تزخر بنتائج التجارب المماثلة، التي جمعتها فرق صغيرة في وقت قصير جدًا. Guillaume Pigno غيوم بينو، ! في مختبر الفيزياء وعلم الكونيات تحت الذري، متخصص في الدقة العالية، يستخدم بشكل أساسي النيوترون (والذي يتطلب بالتأكيد مفاعل أبحاث نووي ليس مقعدًا مختبريًا تمامًا، بل بناء مختبر صغير بالفعل وأرخص بكثير من مصادم الجسيمات). بالإضافة إلى مساهمته في Murmure، عمل في مجال ذي صلة ورائع بنفس القدر: وهو البحث عن المادة السوداء أو المظلمة. في الواقع، هناك العديد من الأسباب التي تدفع الباحثين اليوم إلى تعقب هذه المادة المجهولة الماهية. سيكون هناك مرشحًا جيدًا للمادة السوداء أو المظلمة. يقول غيوم بينوGuillaume Pigno: "ستكون النيوترونات قادرة - في حالات نادرة وعندما يتم دفعها هناك عن طريق تطبيق مجال مغناطيسي قادرة لتتأرجح من الحالة المعتادة إلى حالة النيوترونات المرآة". ثم نحاول بعد ذلك

اكتشاف مثل هذه الأحداث في التجارب التي هي نوعاً ما تشبه النفخة ". الفكرة هي استخدام شعاع من النيوترونات ومحاولة مشاهدة الاختفاء بعفوية من هذه الجسيمات في وجود مجال مغناطيسي: وبواسطة جهاز بسيط وفعال وقابل للتحقيق بتكلفة منخفضة مرة أخرى.

ومن جانب جامعة واشنطن، هناك فريق صغير آخر - تضمنت دراسته الأخيرة 5 باحثين - يحاول منذ عام 2007 تكرار تجربة مماثلة لتجربة كافنديش، مما يجعل من الممكن تحديد قيمة ثابت الجاذبية.. مسلحين بمعدات دقيقة جيدة تكون قياسية في أي مختبر، يسعون جاهدين لضبط القياسات لتحديد مدى تأثير ثابت الجاذبية اللامتناهي في الصغر.

تجربة لا تفشل حقًا أبدًا:

بالنسبة إلى غي تيروين Guy Terwagne، في نامور، "تُظهر هذه السلسلة من التجارب أنه لا يزال بإمكاننا القيام بفيزياء الجسيمات على جميع المستويات". باختيار عدم اختبار النظرية ككل بعد الآن، كما هو الحال في مسرعات الجسيمات، ولكن ببساطة اختبار التأثيرات المستهدفة التي تنبأت بها نماذج معينة، يضع المجربون قيودًا صارمة بشكل متزايد على الأخيرة، تاركين المنظرين للقيام بذلك. وهو أمر غير محتمل أكثر فأكثر مع انخفاض النتائج، بينما يظهر البعض الآخر أكثر قوة. لذا فإن التجربة لا تفشل أبدًا. حتى عندما لا يتم تحقيق هدفها النهائي حقًا، تظل نتائجه وبروتوكول ffi قابلين للاستغلال "، مع تقرير مخاطر المنفعة الممتازة "، يؤكد! المنظر باتريك بيتر، مدير الأبحاث في المركز الوطني للبحوث العلمية والفيزياء الفلكية في معهد باريس للفيزياء الفلكية:" على عكس أخواتهم الهادرونات العملاقة، لن يكون الأمر خطيرًا إذا لم يكن هناك تأثير غريب. من خلال هذه التجارب، نظرًا لتكلفتها المنخفضة للغاية. من ناحية أخرى، إذا وجدنا شيئًا ما، يمكن أن يؤدي إلى ثورة مفاهيمية حقيقية! "

لم يتم الفوز بالمعركة حتى نكتشف أخيرًا ما يكمن وراء النموذج القياسي أو المعياري. لكن الآن أصبح جيشًا حقيقيًا من جنود المشاة يسيرون جنبًا إلى جنب مع آلات الحرب مثل LHC. معرفة أن اختراقًا طفيفًا في دفاعات العدو يمكن أن يكون كافيًا لإخلال فهمنا تمامًا لـ اللامتناهي في الصغر. الباحثون يتجهون الآن إلى المعدات الموجود من بينها (مفاعل الأبحاث BR2 المستخدم في مشروع Murmure). ينحرف النموذج القياسي بعيدًا جدًا عن المسار اليساري. هذه واحدة من المشاكل الكبيرة للنموذج القياسي أو المعياري: في حين أن جميع الجسيمات يمكن أن توجد نظريًا في نسختين- اليسار واليمين في لغة الفيزيائيين - بعض النيوترينوات لوحظ فقط في نسختها اليسرى. نتيجة مؤسفة، بالنظر إلى أن مثل هذا الانتهاك للتناظر ليس له سبب للوجود بالنسبة للمنظرين. من أجل استعادة التوازن، تخيلوا بعد ذلك عائلة أخرى من الجسيمات اليمنى، والتي من شأنها أن تعيد التوازن - هذا هو أصل مادة المرآة، التي يصعب اكتشافها لأنها لن تتفاعل مع جسيمات النموذج.