الكون الكمومي أو الكوانتي 7-10

أو

حكايات الكوانتوم الغرائبية 7

إعداد وترجمة د. جواد بشارة

هل هناك جسر بين عالمين عالم الكوانتوم وعالم النسبية، وكيف تبدو الحدود بين العالمين المجهري والعياني؟ وهل هناك ارتباط بين اللامتناهي في الصغر واللامتناهي في الكبر؟ تتعارض في ذلك عدة نظريات، ومن اجل الاجابة. يضع أحدهم حركة القياس في مركز اللعبة، وآخر، يولي تأثير البيئة أهمية كبرى. يوحي التوطين التلقائي الثالث المستمر أن الاحتمالات الكمومية يتم تخفيضها عشوائيًا لتصبح يقينًا كلاسيكيًا. وتساعد التجارب، المستعارة أحيانًا من علماء الكونيات، على اختبار هذه النظريات المختلفة.

عالم الكموم هو عالم غريب للغاية حيث تسود الاحتمالات. ومع ذلك، ليس هذا هو الحال في واقعنا اليومي، بعيدًا على ما يبدو من هذه الشذوذ. كيف ننتقل من واحد إلى الآخر؟ توجد تجارب جديدة تحاول الإجابة.

يتمتع Imon Groblacher بجنون العظمة. مع فريقه من جامعة Delft للتكنولوجيا في هولندا، لم يتوقف أبدًا عن الرغبة في تنمية إبداعاته! ويعلنها:

"نحن نحاول إنشاء أشياء كبيرة وكبيرة جدًا." لا يزال يتعين علينا الاتفاق على المصطلح ... لأن أحد أعماله لا يتجاوز طوله بضعة ميكرومترات - بالكاد يزيد عن بكتيريا - وسمكه 250 نانومتر، أو واحد على ألف من سمك ورقة. وبالنسبة لهذا الفيزيائي، تعني كلمة "كبير جدًا" "1 ملم × 1 ملليمتر". بالكاد مرئي للعين المجردة! من خلال العمل على هذا المقياس، يأمل هذا العالم في الإجابة عن سؤال غير عادي: هل يمكن العثور على جسم مجهري في مكانين في نفس الوقت؟ هذا الجواب هو في الواقع المعيار للذرات والفوتونات وجميع الجسيمات الأخرى. أكثر من ذلك، في هذا العالم الصغير للغاية، هذا العالم حيث تسود فيزياء الكموم، يتحدى الواقع الفطرة السليمة: الجسيمات ليس لها موقع ثابت أو طاقة وليس لها أي خصائص محددة - على الأقل طالما أن المراقب لا راعيهم انتباهاً، توجد في وقت واحد في العديد من الحالات المتراكبة. لكن لأسباب لا تزال غير واضحة إذا أخذناها، فإن الحقيقة التي ندركها مختلفة. يبدو عالمنا بلا ريب غير كمومي. الأشياء الكبيرة - أي ابتداءً من حجم الفيروس فما فوق - تظهر دائمًا في مكان واحد. اللغز كله موجود هنا: فأي جسم يتكون من مادة وطاقة يخضع لقوانين الكموم، فلماذا لا نختبر الغرابة الكمومية؟ بمعنى آخر، أين ينتهي العالم الكمي وأين يبدأ العالم الكلاسيكي؟ هل هناك فجوة بين الاثنين، عتبة تتوقف عندها التأثيرات الكمومية عن الظهور؟ أم أننا عميان عن ميكانيكا الكموم التي تسود على جميع المستويات؟ في الواقع، إننا "نتجاهل الطبيعة الحقيقية للمادة بين العالمين الجزئي والكلي"، كما يعترف أنجيلو باسي Angelo Bassi، الباحث في الفيزياء النظرية بجامعة تريست بإيطاليا.

لقد تركت هذه الأرض الحرام علماء الفيزياء في حيرة من أمرهم منذ ولادة نظرية الكموم قبل قرن من الزمان. لكن في السنوات الأخيرة، أجرى سايمون جروبلاشرSImon Groblacher وآخرون تجارب حساسة جداً من شأنها كشف أسرار التحول والانتقال من الكمومي على الواقعي اليومي. لا أحد يعلم فيما إذا ستؤتي هذه التجارب أكلها وتقدم ثمارها لكن هناك شيء واحد مؤكد، في تقصيهم لحدود العالم الكمومي الكوانتي، يمكن للعلماء أن يبتكروا مجالاً جدياً في علم الفيزياء. فهناك أحداث حساسة للغاية يمكن أن تكشف أسرار الانتقال من الحياة الكمومية إلى الحياة اليومية. لا أحد يعرف ما إذا كانت هذه الجهود ستؤتي ثمارها، ولكن هناك أمر واحد مؤكد: من خلال التحقيق في الخطوط العريضة غير الواضحة للعالم الكمومي، قد يكتشف الباحثون مجالًا جديدًا بالكامل للفيزياء.

معضلة القياس:

إن مفارقات المقاييس هذه لا تفي بالغرض ولايمكنها أن تمنع ميكانيكا الكموم من أن تكون أقوى نظرية علمية تم تطويرها على الإطلاق. تتزامن وتتوافق تنبؤاتها مع التجارب بدقة عالية تبعث على الدهشة. من خلال إحداث ثورة في فهمنا للتركيب الذري، قامت النظرية الكمومية بتغيير أوجه العلوم، من البيولوجيا إلى الفيزياء الفلكية. فبدون النظرية الكمومية لايشبه عالمنا ما هو عليه الآن، فسوف يكون بدون GPS محدد الإحداثيات الأرضية عبر الأقمار الصناعية الستلايت، ولا هواتف ذكية، ولا ليزر، ومع ذلك تنتاب النظرية نقيصة جلية وملموسة، حسب ستيفن أدلر Stephen Adler، من معهد الدراسات المتقدمة في برينستون في نيوجرسي، لاشيء يحدث في الميكانيك الكمومي أو الكوانتي" فماذا يقصد بذلك؟ يرجع هذا العالم الفيزيائي للمعادلة الجوهرية للنظرية الكمومية التي تتعلق بطبيعة الواقع وماهيته الحقيقية. وهي معادلة " دالة الموجة fonction d’onde، وهي التي تعطي احتمالات لأي سجم يمكن أ، يتواجد في هذه الحالة أو تلك على النقيض من الفيزياء الكلاسيكية النيوتنية حيث للأشياء، التفاح والكواكب وكل شيء آخر، خصائص معروفة ومحددة في حين إن من طبيعة الفيزياء الكمومية الذاتية الملتصقة بها هي أن

تكون احتمالية. بعبارة أخرى لايمكننا القول إن الجسيمات الموصوفة بدالة الموجة، موجودة بالفعل حقاً، فليس لديها موقع ولاسرعة ولا طاقة محددة ،فقط احتمالات.

كل شيء يتغير أثناء القياس. عند هذه النقطة، تظهر الخصائص الملموسة، كما لو تم استحضارها بمحاولة بسيطة لمراقبتها. لا تفسر النظرية هذا التحول، ولا لهذا الأمر سبب ظهور إمكانية واحدة بدلاً من واحدة من العديد من الاحتمالات الأخرى. تصف ميكانيكا الكموم ما يمكن أن يحدث عندما يأخذ العلماء القياس، لكن ليس ما سيحدث. بمعنى آخر، لا توفر النظرية آلية تشرح الانتقال من المحتمل إلى المثبت.

من أجل "حدوث الأشياء" في ميكانيكا الكموم، يعتبر أحد مؤسسي النظرية أنه من الضروري وجود خطأ ميتافيزيقي. في أواخر العشرينيات من القرن الماضي، صاغ فيرنر هايزنبيرغ "فكرة أن القياس "يقلل من الحزمة الموجية" للجسيم: العديد من المخرجات والحلول المحتملة تختزل فوراً على نتيجة واحدة مرصودة.

العيب الوحيد في هذه الفكرة هو أن لا شيء يقول في معادلات نظرية الكموم أن الاختزال يحدث. لا توجد عملية فيزيائية معروفة توضح ذلك. يقدم حل هايزنبرغ في الواقع لغزًا جديدًا: ماذا يحدث بالضبط عندما يتم تقليل الحزمة الموجية؟ في الوقت الحاضر، تُعرف هذه المعضلة الكمية باسم "مشكلة أو معضلة القياس".

اعتاد الفيزيائيون على فكرة الاختزال على مدار التسعين عامًا الماضية، لكنهم لم يتبنوها أبدًا. فكرة أن العمل البشري - القياس - يلعب دورًا مركزيًا في واحدة من أكثر النظريات الأساسية لكيفية عمل الكون بالكاد يرضي أي شخص ممن يؤيد مفهوم الواقع الموضوعي المستقل عن القياس والرصد.

إختيار التفسير:

"في الأساس، لدي فكرة مثالية عن ماذا يجب أن تكونه نظرية فيزيائية، كما يقر ستيفن واينبرغ، الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء، بجامعة تكساس في أوستن. يجب أن يكون شيئًا لا يشير إلى البشر بأي شكل من الأشكال. يجب أن يكون أساسًا يمكن من خلاله اشتقاق كل شيء آخر - بما في ذلك أي شيء يمكن أن تقوله بشكل منهجي عن الكيمياء أو علم الأحياء أو الشؤون الإنسانية. يجب ألا تبدأ قوانين الطبيعة بعامل بشري. ومع ذلك، لا أرى كيفية صياغة ميكانيكا الكم دون افتراض تفسري يشير إلى ما يحدث عندما يختار الناس لقياس كذا وكذا ". خفة اليد تجعل من الممكن الخروج من مشكلة القياس: إنها تتمثل في افتراض أن ظاهرة الاختزال لا تحدث. في أوائل السبعينيات، اقترح هاينز ديتر زيه Heinz- Dieter Zeh ، الأستاذ الفخري بجامعة هايدلبرغ بألمانيا ، عملية تعطي مظهر الاختزال مع الحفاظ على التعدد الكم l;ي لدالة الموجة. .

يجادل أنه في العالم الحقيقي، تصبح دالة الموجة لأي جسيم مرصود متشابكة مع أي شيء في بيئته، مما يجعل من المستحيل تتبع التفاعلات الكمومية التي لا تعد ولا تحصى التي تحدث حولها. من الناحية الكمومية، تصبح الدوال الموجية متشابكة، ولا يمكن للمراقب إلا أن يأمل في رؤية جزء صغير من هذا النظام المتشابك الشاسع. وبالتالي، فإن قياسًا معينًا لا يلتقط سوى جزء من العالم الكمومي.

هذه العملية، التي يسميها هاينز ديتر زيه بفك الترابط la décohérence ، تم تبنيها بسرعة من قبل الفيزيائيين لشرح سبب عدم إدراكنا للظواهر الكمومية على المستوى العياني. يصف انهيار دالة موجية

سليمة تتضمن جميع الحالات الفيزيائية المحتملة التي يمكن أن يمتلكها الجسيم عندما يتفاعل مع أنظمة الكموم المجاورة الأخرى. إذا كان هذا النموذج صحيحًا، فإننا نعيش في منتصف هذه الشبكة الكمومية المتشابكة التي لا نرى سوى جزء منها.

لا يحل فك الترابط مشكلة القياس لجميع الفيزيائيين. على سبيل المثال، لا يفسر لماذا نرى خيطًا واحدًا من الويب الكمومي وليس الآخر. يوضح مايلز بلينكو Miles Blencowe من كلية دارتموث بالولايات المتحدة: "لا يزال يتعين التذرع بالتخفيض، والذي وفقًا له يجب اختيار إحدى الحالات المتشابكة".

بالنسبة له ولغيره، لا تعكس هذه العملية تجربتنا للأشياء، لا سيما جانبها الزمني. ويضيف: "كيف ننتقل من حالة التشابك إلى تصور للعالم يتطور بمرور الوقت على طول مسار واحد؟" يعتقد العديد من المتخصصين أنه من الضروري المرور عبر الاختزال لإعادة تأسيس هذه الوحدة في العالم أثناء تطوره بدلاً من هذه الشبكة المعقدة التي تستمر في التوسع. ستيفن أدلر أكثر صراحةً بعض الشيء بشأن فك الترابط: "إنه لا يوفر أي آلية [للتقليل] لا يحل المشكلة. قبل ستين عامًا، اقترح طالب في جامعة برينستون حلاً أكثر جذرية لمشكلة الاختزال. في أطروحته عام 1957؛ أوضح هيوغ إيفريت Hugh Everett أن الدالة الموجية لا تقلل أو تخضع لفك الترابط. على العكس من ذلك، فإن جميع مكوناته حقيقية فيزيائيًا، وتشكل أجزاء من مجموعة من الأكوان ذات التشعبات اللانهائية. أصبحت "نظرية الأكوان المتعددة" هذه شائعة بين علماء الكونيات، الذين لديهم أسباب أخرى للاعتقاد بأننا نسكن في كون متعدد. لكن لم ينجح أي شخص على الإطلاق في اختبار فكرة العوالم المتعددة هذه تجريبيًا وتمييزها عن نظرية الكم القياسية.

الشيء نفسه ينطبق على التفسيرات الأخرى لميكانيكا الكم. سعى الفيزيائي الفرنسي لويس دي برولي Louis de Broglie ، أحد مؤسسي نظرية الكموم، إلى إزالة الحاجة إلى تقليل حزمة الموجة من خلال إدخال مفهوم `` الموجات التجريبية " التي توجه مسارات الإلكترونات وكل الجسيمات الأخرى.

في هذه النسخة من نظرية الكموم، والتي طورها الفيزيائي الأمريكي ديفيد بومDavid Bohm في الخمسينيات من القرن الماضي، لا يوجد اختزال غامض. تُظهر القياسات ببساطة تفاعلات الموجات الدليلية والجسيمات المرتبطة بها. لكن، مرة أخرى، لم يتمكن أحد من إثبات ذلك بشكل تجريبي. إن نظرية الموجات التجريبية لـ Louis de Broglie و David Bohm ، ونظرية Everett متعددة العوالم ، وعشرات الطرق الأخرى لميكانيكا الكم هي في نفس المرحلة.

أخيرًا، يختار الفيزيائيون وصفهم المفضل للواقع بناءً على معايير جمالية. "أعود إلى حقيقة أن لدينا عالمًا واحدًا يتطور، كما يصر مايلز بلينكوMiles Blencowe . لذلك، تحتاج حقًا إلى نوع من الاختزال، وهو أكثر من مجرد قاعدة للنتائج التجريبية، إنها عملية حقيقية جدًا. "

المدينة متكاملة

يمكن وصف مدينة دلفت بأنها نظام كمي متشابك. تتداخل قنواتها البسيطة ومبانيها المبنية من القرون الوسطى في المكان والزمان مع السيارات وراكبي الدراجات ومتاجر الهواتف المحمولة والطلاب الذين يسيرون في نفس الشوارع الضيقة التي كان يعمل بها الرسام يوهانس فيرميرJohannes Vermeer .

يقع مختبر Simon Groblacher سيمون غروبلاشر على بعد 2 كيلومتر تقريبًا جنوب المركز التاريخي و ... إلى مئات السنين في المستقبل! في صباح ربيعي دافئ يظهر للزائر واحدًا من "الكبار جدًا

من أحد الإبداعات "الرائعة والعظيمة جدًا" التي قام هو وزملاؤه بتأليفها: غشاء من رتبة المليمتر، مرتبط بشريحة سيليكون، بالكاد يمكن رؤيته عند بالعين المجردة.

وعند رؤيته عن قرب (أو مكبر إلى حد كبير على ملف ملصق في الردهة)، يشبه الغشاء الترامبولين الصغير. يتكون من نيتريد السيليكونnitrure de silicium، وهو مادة خزفية تستخدم في محرك المكوكات الفضائية، ولها مرآة عاكسة للغاية في وسطها. قد يتسبب اهتزاز أحد المكونات في اهتزاز الغشاء لعدة دقائق. يشرح الفيزيائي أن هذه الأغشية "مذبذبات ممتازة". سيكون الأمر مثل دفع شخص ما مرة واحدة على أرجوحة للتأرجح ذهابًا وإيابًا لمدة عشر سنوات ". على الرغم من أبعاده اللبتونية، فإن الغشاء قوي للغاية. " نخضعه لتوتر شديد الأهمية - من أجل 6 غيغا باسكال، كما يحدد ريتشارد نورتي Richard Norte، أحد المتعاونين مع سيمون غروبلاشر. هذا يعادل حوالي عشرة آلاف ضعف الضغط في إطار دراجة، في شيء بالكاد يبلغ ثمانية أضعاف عرض خيط من الحمض النووي ". هذه المقاومة تجعل الغشاء مثاليًا لدراسة الظواهر الكمومية: يهتز بشكل موثوق في درجة حرارة الغرفة ودون أن ينكسر. ينوي سيمون غروبلاشر وريتشارد نورتي يومًا ما استخدام الليزر لدفع الغشاء إلى حالة التراكب (سيتأرجح الغشاء في وقت واحد عند سعتين مختلفتين). يجب أن تسمح قدرة الغشاء على الاهتزاز لعدة دقائق، من حيث المبدأ، لهذه الحالات الكمومية بالاستمرار لفترة كافية حتى نتمكن من رؤية ما يحدث عندما - أو إذا - يتقلص الغشاء إلى حالة واحدة كلاسيكية. يعلق الغشاء على رقاقة السيليكون قد يهتز لدقائق طويلة. يخطط العلماء لاستخدام الليزر لوضع الغشاء في حالة تراكب كمي: يمكن للغشاء أن يهتز بسعتين مختلفتين في نفس الوقت. يريد الباحثون مراقبة التخفيض المحتمل لحزمة موجات النظام (يعتمد الغشاء على سعة واحدة). في الاختبارات المستقبلية للجهاز يوضح سيمون غروبلاشر: "هذا هو بالضبط ما نحتاجه لإنشاء نظام يحتفظ بخصوصياته الكمية". إنه معزول جيدًا ولا يتفاعل مع بيئته، في خطر التسبب في عدم الترابط المفترض. بمجرد وصولك إلى الحالة الكمومية، يمكنك التحكم في فك تماسكها بالليزر. نأمل في إنشاء تراكب لتذبذبات النظام قريبًا ".

التأخيرات الكمية لا ينوى سيمون غروبلاشر وزملاؤه التوقف عند هذا الحد في نهاية المطاف، إنهم يأملون في وضع كائن حي على الغشاء ثم وضعه، وبالتالي راكبه، في حالة تراكب كمي. المرشحون الرئيسيون لهذه الرحلة الاستكشافية في الفضاء الكمومي هم بطيئات المشية، الكائنات الحية الدقيقة ذات الثمانية أرجل التي يطلق عليها أحيانًا "دببة الماء". "إنها مخلوقات رائعة، متحمسًا لسيمون غروبلاتشر. إنهم يتحملون التبريد الشديد، ودرجات الحرارة المرتفعة، والفراغ العالي ... "ولكن قبل الحصول على بطيئات المشية الكمومية، فإن الخطوة الأولى هي وضع الجهاز الذي لا يسافر في حالة من التراكب.

مع أو بدون بطيئات السير، مثل هذه التجربة ستوفر العلم للفيزيائيين الفرصة لاختبار ما إذا كانت الطبيعة تراقب بطريقة ما التأثيرات الكمومية التي تتجاوز نطاق حجم معين. اقترح بعض الفيزيائيين أن الاختزال هو ظاهرة فيزيائية حقيقية، لها تأثيرات قابلة للقياس. إحدى الأفكار المعروفة باسم "التحديد الموقعي التلقائي المستمر" أو CSL، والذي ينص على أن تقليل حزمة الموجة هو ببساطة حدث عشوائي يحدث باستمرار في العالم المجهري. وفقًا لهذه النظرية، فإن احتمال حدوث أي اختزال للجسيمات أمر نادر للغاية (سيحدث مرة واحدة كل مائة مليون سنة)، ولكن بالنسبة للتجمعات الكبيرة من الجسيمات، يصبح الاختزال مؤكدًا.

يستمر الاتصال المحلي التلقائي:

يجب أن ينتظر بروتون واحد حوالي 10^{16} ثانية (ما يزيد قليلاً عن 317 مليون سنة) ليخضع لعملية تصغير. لذلك لم يظهر ذلك سوى مرات قليلة في تاريخ الكون "، يشرح أنجيلو باسي. لكن العدد الهائل من الجسيمات في كائن ماكروسكوبي يجعل الاختزال أمرًا لا مفر منه. "إذا اخذت جدولاً يحتوي على عدد من الجسيمات حول Avogadroاعداد افاغادرو من الجسيمات، أي 10^{24}، فان الاختزال يحدث على الفور تقريبًا. >> مع نظرية مثبتة للتوطين التلقائي، لن يلعب القياس والمراقبة أي دور في تقليل الحزمة الموجية. بأي مقياس، يصبح جسيم معين وأداة التسجيل أجزاء من جسم كمي كبير تتقلص حزمته الموجية بسرعة كبيرة. يبدو أن الجسيم ينتقل من تراكب الحالة إلى القيمة الدقيقة لتلك الحالة أثناء القياس، لكن هذا التحول يحدث بمجرد تفاعل الجسيم مع الأداة، حتى قبل القياس. الاختزال الذي يتضح أنه ظاهرة فيزيائية حقيقية سيكون له عواقب عملية مهمة. أولاً، يمكن أن يحد من التكنولوجيا الناشئة لأجهزة الكمبيوتر الكمومية. يعترف أنجيلو باسي: "من الناحية المثالية، نود إنتاج أجهزة كمبيوتر كمومية أكبر من أي وقت مضى". لكننا لم نتمكن من تشغيل الخوارزميات الكمومية لأن الاختزال، الذي لا مفر منه على نطاق واسع، سيدمر كل شيء. " لعقود من الزمان، كان معظم الفيزيائيين ينظرون إلى الاختزال باعتباره جانبًا من جوانب نظرية الكموم لا يمكن الوصول إليه من خلال التجارب. لكن التوطين العفوي مستمر وقد غيرت نماذج الاختزال الأخرى الوضع. يتنبأ التوطين التلقائي المستمر، على سبيل المثال، أن الاختزال ينقل رعشة طفيفة إلى الجسيمات، مما يخلق خلفية اهتزازية في كل مكان ويمكن اكتشافها. يوضح أنجيلو باسي: "في هذا النموذج، يكون الاختزال شيئًا عالميًا للأنظمة الدقيقة والكليّة".

يستمر التوطين التلقائي:

النتيجة لم تفاجئهم. إذا كان الاختزال الكمومي ظاهرة فيزيائية حقيقية، فهو ضعيف جدًا. ولكن إلى أي درجة؟ وضع الفيزيائيون الآن حدودًا دقيقة للغاية للتأثير. كما قاموا بتعقب مظاهر الاختزال في التجارب المصممة لاكتشاف المادة المظلمة - وهي جسيمات افتراضية يُقدر أنها تشكل 85٪ من المادة في الكون. إحدى هذه التجارب، التي تم تركيبها في جبال البرانس الإسبانية، تستخدم كاشفات الجرمانيوم للبحث عن علامات مرور جسيمات المادة المظلمة من خلالها بأقصى سرعة لتوليد وميض الأشعة السينية. لكن لم يتم اكتشاف أي منها حتى الآن. قام علماء فيزياء آخرين، بالبحث عن أدلة في أماكن مدهشة متتبعين حركة الجسيم لرصد الاختزال. على سبيل المثال، قاموا بتمشيط بيانات المعايرة من مرصد موجات الجاذبية بواسطة مقياس عدم انتظام الليزر (Ligo)، وهي أداة قادرة على تسجيل حركات أصغر بـ 10000 مرة من عرض البروتون.

في فبراير 2016، اكتشف Ligo موجة جاذبية لأول مرة. قامت الموجة بتمديد وضغط المساحة بين مرآتين في الموقعين التوأمين للتجربة في واشنطن ولويزيانا. كان هذا التحول بالكاد يبلغ أربعة آلاف من قطر البروتون، وهو ما يتفق تمامًا مع تنبؤات نظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين. ولكن في بيانات ليغو ، لم يجد أنجيلو باسي وزملاؤه أي دليل على الحركة الإضافية الناتجة عن الطفرات الكمية الصغيرة التي تنبأ بها ومع ذلك، فإن مرايا مرصد ليغو Ligo الحساسة للغاية لم تتحرك تحت التأثير الاهتزازات الكمومية التي تنبأت بها نظرية التوطين التلقائي المستمر. اختبارات جديدة وأكثر دقة قيد الدراسة. كما قاموا بتعقب مظاهر الاختزال في التجارب المصممة لاكتشاف المادة المظلمة - وهي جسيمات افتراضية يُقدر أنها تشكل 85٪ من المادة في الكون. إحدى هذه التجارب، التي أُجريت في جبال البرانس الإسبانية، تستخدم كاشفات الجرمانيوم للبحث عن علامات مرور جسيمات المادة المظلمة عبرها بأقصى سرعة، مما يؤدي إلى توليد وميض من الأشعة السينية. بنفس الطريقة، قاموا بإنشاء وميض. ولكن لم يتم اكتشاف

أي شيء حتى الآن، وقد شددت هذه التجارب إلى حد كبير القيود المفروضة على نماذج الاختزال، ولكن ليس إلى درجة استبعاد المبدأ. في سبتمبر 2017، اكتشف أندريا فينانتي، من جامعة ساوثهامبتون بإنجلترا، مع أنجيلو باسي وثلاثة زملاء آخرين، جنينًا من الأدلة لصالح التوطين التلقائي المستمر. قاموا ببناء ناتئ مصغر (شعاع أفقي صغير متصل بطرف واحد) بالكاد يبلغ طوله نصف ملليمتر وسمكه 2 ميكرومتر، بمغناطيس صغير. قام الباحثون بحماية التثبيت بعناية ضد أي اهتزاز خارجي وقاموا بتبريد الجهاز إلى درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق، من أجل القضاء على أي حركة أصلية.

في ظل هذه الظروف ، يهتز الكابولي بشكل طفيف للغاية بسبب الحركة الحرارية لجزيئاته. لكن تبين أن التذبذب كان أكبر من المتوقع. اهتز الكابول ومغناطيسه مثل لوح الغوص على مدى بضعة تريليون من المتر (10-18. تتوافق هذه القيم مع حسابات ستيفن أدلر لتقليل حزمة الموجة.

يتذكر Andrea Vinante قائلاً: "كان من الممكن أن نرى ضوضاء غير مبررة هناك، بما يتفق مع ما نتوقعه من نموذج الاختزال. لكن يمكن أن يخون تأثيرًا لم نفهمه تمامًا ". يعمل مع زملائه على تحسين حساسية التجربة بمعامل لا يقل عن 10 أو حتى 100."يجب أن نكون قادرين على تأكيد وجود حالة شاذة أو، على العكس من ذلك، استبعاد الطابع المثير للاهتمام لما لوحظ". سنة أو سنتين ستكون ضرورية قبل الحصول على بيانات جديدة.

ماذا سيحدث إذا كانت إحدى هذه التجارب العلمية تؤكد ظاهرة الاختزال الكمومي؟ هل سيتم حل مفارقات النظرية؟ يقول إيغور بيكوفسكي من مركز هارفارد سميثسونيان للفيزياء الفلكية: "إذا كان الاختزال موجودًا بالفعل، فسيتم تقسيم العالم إلى مقاييس مختلفة". خارج نطاق معين، ستكون ميكانيكا الكموم هذه هي النظرية الصحيحة. لكن دون هذا الحد، كل ما نعرفه عن ميكانيكا الكموم سيظل صحيحًا. لذا فإن نفس الأسئلة والتفسيرات الفلسفية ستستمر في شغلنا.

لا يزال هناك العديد من الموجات المستعرضة للإلكترونات والذرات - ولكن ليس للقمر! لذلك لن يؤدي ذلك إلى حل جميع المشكلات، ولكنه سيجعل الأمور أكثر غرابة.

نماذج مثل تلك الخاصة بالتوطين التلقائي المستمر ليست سوى جهود لتوحيد هذين العالمين. على الرغم من أنها ليست نظريات مكتملة التأسيس بعد، إلا أنها يمكن أن تساعد الفيزيائيين في تطوير نموذج أوضح للواقع من النموذج الذي تقترحه ميكانيكا الكم حاليًا.

يعترف ستيفن أدلر: "شخصياً يعتقد أن ميكانيكا الكموم تحتاج إلى القليل من عمليات تجميل الوجه". لا أرى مشكلة في التفكير في الأمر.

ظهرت ميكانيكا نيوتن صحيحة لمائتي عام، بينما لم تكن كذلك. معظم النظريات تعمل في مجال واحد، لكنها تتوقف عن أن تكون كافية لتطبيقها على مجال آخر.

لكن، في الوقت الحالي، يبدو أن ميكانيكا الكموم لا تفي بجميع الاختبارات. ينفي العلماء ذلك ويقولون نحن لا نواجه أي أزمة. المشكلة كلها موجودة في الماضي! كما صرخ ستيفن واينبرغ. وواصل القول"، حققنا تقدمًا مستمرًا عندما واجهت النظريات القائمة صعوبات. لكن لا يوجد شيء مثله في ميكانيكا الكموم. لا يتعارض مع الملاحظات. المشكلة هي أنه يفشل في إرضاء الأفكار الفلسفية المسبقة والرجعية لأشخاص مثلي. "

في كلتا الحالتين، لا يهتم معظم العلماء بغرابة ميكانيكا الكموم. استمروا في استخدام النظرية في أجهزتهم التجريبية، أو مصادمات الذرة أو كاشفات المادة المظلمة، ونادرًا ما يتوقفون عن التفكير فيما تقوله ميكانيكا الكموم - أو لا تقوله - فيما يتعلق بالطبيعة. وتعريفها للواقع.

يقول ستيفن واينبرج: "يعتقد أن غالبية الفيزيائيين يتمتعون بموقف صحي للغاية، من خلال الاستمرار في استخدام النظرية، ودفع حدود معرفتنا، وترك الأسئلة الفلسفية للأجيال القادمة. " هناك عدد من الإدخالات، ومع ذلك، لا تحسب. وعلينا أن نتظر طويلا. يعلق أنجيلو باسي قائلاً: "سيخبرك البعض أن ميكانيكا الكموم علمتنا أن العالم غريب وأنه يجب علينا قبوله". أنا أرفض القيام بذلك. إذا كان هناك شيء غريب، فنحن بحاجة إلى التأكد من فهمنا له بشكل أفضل.

مصادر

A. VINANTE ET AL. ، اختبار غير متداخل محسّن لنماذج الانهيار باستخدام ناتئ فائق البرودة ، رسائل المراجعة الفيزيائية ، المجلد. 119، المادة 110401، 2017.

R. NORTE ET AL. ، الرنانات الميكانيكية لتجارب ميكانيكا البصريات الكمومية في درجة حرارة الغرفة ، رسائل المراجعة الفيزيائية ، المجلد. 116،

فن. 147202، 2016.

H. C. VON BAEYER ، الغرابة الكمية ، مجرد انطباع؟ للعلم

عدد 435 لسنة 2013.