إرهاصات كونية عاجلة

د. جواد بشارة

الكون الذي نعيش فيه:

الكون يتوسع: نعيد لف الفيلم ، وصلنا في وقت ، حوالي 13.8 مليار سنة ، عندما كان الجو حارًا جدًا (بلايين مليارات المليارات من الدرجات) ، وكثيف جدًا (كل الكون في مساحة صغيرة جدًا تقريبًا) . بعد 379000 سنة ، أدى توسع الكون إلى تبريده. تبلغ درجة الحرارة حوالي 3000 درجة ، وهي شديدة الحرارة بحيث لا تتحد الإلكترونات والنواة لتكوين ذرات. لدينا سحابة من الإلكترونات: مثل سحابة من الماء عندما يكون هناك ضباب ... فالضوء لا يستطيع الهروب!

يقدر الحجم المرئي للكون بحوالي 93 مليار سنة ضوئية.

الكون عبارة عن كيان واسع ومعقد بشكل لا يصدق وقد أبهر العلماء والناس العاديين على حد سواء لعدة قرون. في هذا المقال ، سوف نستكشف حجم الكون ، وعدد المجرات المعروفة ، وبعض الحقائق المثيرة للاهتمام حول الكون.

حجم الكون:

الكون شاسع ويصعب فهم حجمه. يقدر الحجم المرئي للكون بحوالي 93 مليار سنة ضوئية. ومع ذلك ، يعتمد هذا التقدير على افتراض أن الكون مسطح ، والذي لا يزال موضوعًا للنقاش في المجتمع العلمي. يمكن أن يكون الحجم الفعلي للكون أكبر بكثير من الكون المرئي الذي نعرفه.

عدد المجرات المعروفة:

المجرات هي لبنات بناء الكون. إنها هياكل ضخمة تحتوي على بلايين أو مليارات النجوم والغازات والغبار الكوني. يتغير عدد المجرات المعروفة في الكون باستمرار حيث مايزال علماء الفلك يكتشفون مجرات جديدة.

أحدث تقدير لعدد المجرات في الكون المرئي هو حوالي 2 تريليون. يعتمد هذا الرقم على الملاحظات التي قام بها تلسكوب هابل الفضائي والتلسكوبات الأرضية الأخرى. ومع ذلك ، من المهم أن نلاحظ أن هذا الرقم من المحتمل أن يكون أكثر من الواقع ، حيث أن بعض المجرات باهتة جدًا بحيث لا يمكن اكتشافها بواسطة التلسكوبات الحالية.

الكون يتوسع: الكون ليس ساكنًا ، بل يتمدد. تم اكتشاف هذا التوسع في أوائل القرن العشرين من قبل إدوين هابل ، الذي لاحظ مجرات بعيدة تبتعد عنا. أدت هذه الملاحظة إلى تطوير توسع نظرية الكون ، مما يشير إلى أن الكون يتوسع منذ نشأته.

يتكون الكون بشكل أساسي من المادة العادية المرئية والطاقة العادية الملموسة إلى جانب المادة المظلمة أو السوداء والطاقة المظلمة أو المعتمة أو الداكنة: لا يتأثر توسع الكون بالمادة المرئية فحسب ، بل يتأثر أيضًا بالمادة المظلمة أو المعتمة والطاقة المظلمة أو السوداء. وهذه الأخيرة هي مادة غير مرئية تشكل حوالي 27٪ من الكتلة الكلية للكون. من ناحية أخرى ، فإن الطاقة المظلمة أو المعتمة هي قوة غامضة يُقال إنها تمثل حوالي 68٪ من كثافة الطاقة في الكون. تعد المادة المظلمة أو السوداء والطاقة المظلمة أو الداكنة معًا مسئولين عن تسريع تمدد الكون.

يُعتقد أن عمر الكون يبلغ حوالي 13.8 مليار سنة: يقدر عمر الكون بحوالي 13.8 مليار سنة. يعتمد هذا التقدير على ملاحظات إشعاع الخلفية الكونية الميكروووية ، والذي يُعتقد أنه من بقايا الانفجار العظيم.

الكون موطن للثقوب السوداء الهائلة: الثقوب السوداء هي من بين أكثر الأشياء غموضًا وإثارة للفضول في الكون. يُعتقد أن الثقوب السوداء الهائلة تقع في مركز معظم المجرات ، بما في ذلك مجرتنا درب التبانة. يمكن أن يكون لهذه الثقوب السوداء كتل أكبر بمليارات المرات من كتلة الشمس.

يحتوي الكون على أشعة كونية: الأشعة الكونية هي جسيمات عالية الطاقة تأتي من مصادر خارج نظامنا الشمسي. يمكن أن تأتي من مجموعة متنوعة من المصادر ، بما في ذلك المستعرات الأعظم السوبرنوفا ونواة المجرة النشطة.

يحتوي الكون على الموجات الثقالة الجاذبية: موجات الجاذبية هي تموجات في الزمكان تنتج عن بعض الأحداث الأكثر عنفًا في الكون ، مثل اصطدام الثقوب السوداء. في عام 2015 ، اكتشف مرصد مقياس التداخل بالليزر (LIGO) موجات الجاذبية الأولى ، مما يؤكد التنبؤ الذي قدمه ألبرت أينشتاين منذ أكثر من 100 عام.

الكون موطن للمادة الغريبة: يحتوي الكون على مجموعة متنوعة من المواد الغريبة ، مثل المادة المضادة ، والمادة الغريبة، والكتل السالبة ، والمادة المظلمة أو السوداء. المادة المضادة هي عكس المادة الطبيعية وتتكون من جسيمات مضادة ، مثل البروتونات المضادة والبوزيترونات. المادة الغريبة هي شكل افتراضي للمادة يعتقد أنها موجودة في أنواع معينة من النجوم النيوترونية. المادة المظلمة أو السوداء ، كما ذكرنا سابقًا ، هي مادة غامضة تتفاعل بشكل ضعيف جدًا مع المادة الطبيعية ولم يتم اكتشافها بشكل مباشر بعد.

يحتوي الكون على العديد من الكواكب الخارجية: الكواكب الخارجية هي كواكب تدور حول نجوم غير شمسنا. تم اكتشاف أول كوكب خارجي مؤكد في عام 1995 ، ومنذ ذلك الحين اكتشف علماء الفلك آلافًا أخرى. بعض الكواكب الخارجية يُحتمل أن تكون قابلة للسكن ، مما يعني أنه يمكن أن يكون لها ظروف مناسبة للحياة.

الكون موطن لعدد لا يحصى من النجوم: النجوم هي واحدة من أكثر الأشياء شيوعًا في الكون. تشير التقديرات إلى وجود حوالي 100 مليار نجم في مجرة درب التبانة وحدها، وهناك حوالي 2 تريليون مجرةفي الكون المرئي. هذا يعني أنه من المحتمل أن يكون هناك 200 سكستيليون نجم في الكون المرئي. الكون يتغير باستمرار: الكون مكان ديناميكي ومتغير باستمرار. تولد النجوم وتموت ، وتندمج المجرات وتتصادم ، ويستمر توسع الكون في التسارع. مع نمو فهمنا للكون ، نستمر في اكتشاف ظواهر جديدة مثيرة تتحدى نظرياتنا الحالية وتوسع فهمنا للكون.

كشف النقاب عن بنية الكون: المحاكاة المبتكرة تقدم رؤى جديدة في النظام الكوني والاضطراب. فمن خلال الجمع بين الأساليب الرياضياتية المعقدة والتقنيات الحسابية المبتكرة ، اكتشف العلماء رؤى غير مسبوقة في التوازن بين النظام الكوني والاضطراب. في هذه الفقرة ، سوف نتعمق في تفاصيل هذه الدراسة الرائدة ، ونلقي الضوء على كيفية إعادة تشكيل فهمنا للكون وكشف التفاعل المعقد بين النظام والفوضى عبر الامتداد الشاسع للكون.

تكشف التقنيات الجديدة في علم المواد عن نظرة ثاقبة لنظام الكون والفوضى الكونية الأنتروبي.

الكون هو امتداد شاسع مليء بالمجرات التي تظهر ، على نطاق واسع ، نمطا خيطيا يعرف باسم الشبكة الكونية. يمكن مقارنة هذا التوزيع غير المتكافئ للمادة الكونية بالتوت الأزرق في كعكة المافن ، حيث تُظهر بعض المناطق تركيزًا أعلى للمادة من غيرها.

تطبيق علم المواد على التركيب الكوني:

بدأ الباحثون مؤخرًا في دراسة البنية غير المتجانسة للكون من خلال معالجة توزيعات المجرات على أنها مجموعة من النقاط ، على غرار جسيمات المادة الفردية داخل المادة ، وليس كتوزيع مستمر. سمح هذا النهج المبتكر بتطبيق التقنيات الرياضياتية من علم المواد لتحديد الاضطراب النسبي للكون ، مما أدى في النهاية إلى فهم أعمق لبنيته الأساسية.

وفقًا للمؤلف المشارك في الدراسة أوليفر فيلكوكس ، "يختلف توزيع المجرات في الكون تمامًا عن الخصائص الفيزيائية للمواد التقليدية ، التي لها توقيعها الفريد." نُشرت الدراسة في مجلة Physical Review X.

تحليل بيانات المحاكاة العامة:

تمت الدراسة بقيادة سالفاتور توركواتو ، زميل متكرر وزائر في معهد الدراسات المتقدمة ، وأوليفر فيلكوكس ، طالب دكتوراه زائر. طالب في المعهد ، راجع بيانات المحاكاة العامة التي تنتجها جامعة برينستون ومعهد فلاتيرون. في كل من عمليات المحاكاة الألف ، تم تجميع مليار "جسيم" من المادة المظلمة معًا ، لتكون بمثابة بديل للمجرات التي تشكلت من خلال عملية تطور الجاذبية.

فحص النظام والفوضى في الكون:

يتعلق أحد النتائج الرئيسية للدراسة بالعلاقات بين أزواج المجرات التي ترتبط طوبولوجيًا بوظيفة الاتصال الزوجي. أظهر الباحثون أنه على المقاييس الأكبر (التي تمتد لعدة مئات من الميغا فرسخ) ، يميل الكون نحو التوحيد المفرط. على العكس من ذلك ، في النطاقات الأصغر (حتى 10 ميغا فرسخ) ، فإنه يظهر بالقرب من عدم التنظيم وعدم التجانس بشكل كبير.

كما يوضح Torquato توركواتو، "إن التغيير الملحوظ بين النظام والفوضى يعتمد إلى حد كبير على الحجم". يمكن رؤية تأثير مماثل في لوحة جورج سورات التنقيطية Un dimanche sur la Grande Jatte ، حيث يظهر العمل عن قرب بشكل غير منظم ولكنه منظم للغاية من مسافة بعيدة.

الأدوات الإحصائية والآثار المستقبلية:

باستخدام الأساليب الإحصائية مثل توزيعات الجوار الأقرب ، وتشخيص المجموعات ، وتوزيعات بواسون ، وعتبات الترشيح ، ووظيفة الاتصال الزوجي ، وضع الباحثون إطارًا متسقًا وغير متحيز لتقييم الترتيب. نتائج هذه الدراسة لها أهمية ليس فقط في مجال علم الكونيات ، ولكن أيضًا لمختلف الأنظمة الأخرى في الفيزياء الديناميكية.

هذا العمل متعدد التخصصات ، الذي يجمع بين تقنيات علم الكونيات وفيزياء المادة المكثفة ، لديه القدرة على التأثير في كلا المجالين. باستخدام هذه الأدوات ، يمكن للعلماء استكشاف ميزات مختلفة للكون ، بما في ذلك الفراغات الكونية وفقاعات الهيدروجين المتأين التي تشكلت خلال مرحلة إعادة التأين للكون. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن للظواهر الفريدة المكتشفة في الكون أن تقدم نظرة ثاقبة لأنظمة المواد المختلفة على الأرض. ولكن على الرغم من الحاجة إلى مزيد من العمل قبل التمكن من تطبيق هذه التقنيات على بيانات حقيقية ، فإن هذه الدراسة تقدم دليلاً دامغًا على المفهوم مع إمكانات كبيرة.

تشير دراسة جديدة إلى أن الطاقة المظلمة l'énergie noireيمكن أن تؤدي إلى انفجار كبيرBig Bang ثانٍ (وثالث ورابع).

اقترح العلماء طريقة يتوقف فيها الكون عن التوسع ، تنتهي بـ "إنكماش كبيرةBig Crunch" تعيد إنتاج وتحديد المكان والزمان كما نعرفه.

هل سينتهي الكون بانفجار أم أنينgémissement ؟ اقترح اثنان من علماء الفيزياء النظرية طريقة ثالثة: ربما لن ينتهي الكون أبدًا.

في دراسة تحاول تحديد طبيعة الطاقة المظلمة أو العتمة l'énergie noire- وهي ظاهرة غامضة يعتقد أنها تتسبب في توسع الكون بشكل أسرع وأسرع في كل لحظة - وجد الفيزيائيون أن التوسع الكوني ليس دائمًا أمرًا مفروغًا منه. وبدلاً من ذلك ، كتبوا أن الطاقة المظلمة أو المعتمة يمكن أن "تشتغلs'allumer " وتتوقف أو تخمد s'éteindre بشكل دوري ، مما يجعل الكون ينموcroître أحيانًا ، ويتقلصrétrécissant أحيانًا حتى تصبح الظروف مناسبة لحدوث انفجار كبير جديد - ولكي يولد كون جديد.

الهروب الكبير:

يمر كوننا حاليًا بمرحلة من التوسع السريعexpansion galopante: يتوسع الكون بشكل أسرع مع كل لحظة تمر. لا يفهم علماء الكونيات سبب هذا التسارعaccélération الذي يعتقدون أن سببه هو الطاقة المظلمة. إذا استمر هذا التسارع ، فسيتمدد كوننا في النهاية إلى الفراغ الكوني المهول ، مع تمزق كل المادة والإشعاع.

لن تكون هذه هي الفترة الأولى من النمو الجامح. في اللحظات الأولى من الانفجار العظيم ، كانت الطاقات والكثافة شديدة لدرجة أن الفيزياء الحالية لا تستطيع مواكبة ذلك - إنها تتنبأ بتفرد أو فرادةsingularité ، وهي نقطة كثافة لا نهائية حيث تتفكك الرياضيات. بعد ذلك ،يمر الكون بفترة توسع سريع بشكل لا يصدق يُعرف باسم التضخم inflation ، وهو أيضًا غير مفهوم جيدًا.

لطالما تساءل علماء الفلك عما إذا كانت هاتان المرحلتان من التوسع المتسارع والتضخم - واحدة في اللحظات الأولى من الانفجار العظيم والأخرى في الوقت الحاضر - مرتبطة ببعضها البعض ، وما إذا كان الكيان الذي يقوم بتدريبهما يتجنب مشكلة فرادة الانفجار العظيم.

شياطين ديناميكية:

للإجابة على هذا ، نشر عالمان من علماء الفيزياء النظرية دراسة في 7 فبراير في قاعدة بيانات ما قبل النشر arXiv والتي نظرت في نموذج للكون حيث لعبت الطاقة المظلمة أو المعتمة دورًا دائمًا. قامت الأبحاث السابقة بصياغة نموذج للطاقة الداكنة أو المظلمة في أوقات مختلفة لشرح التوسع الكوني ، لكن البحث الجديد يقدم نموذجًا أكثر واقعية يتضمن المادة والإشعاع.

لقد أرادوا معرفة ما إذا كانت الطاقة المظلمة أو المعتمة يمكنها تجنب فرادة الانفجار العظيم ، وتحفيز التضخم ، وتسريع الكون المتأخر. لتجنب هذا التفرد الأولي ، لا يمكن للكون أن يبدأ من نقطة ذات كثافة لا نهائية. بدلاً من ذلك ، يجب أن يكون الكون الذي نعيش فيه جزءًا من سلسلة لا نهاية لها من تكرار "الارتدادات الكبيرةBigBounces" والانفجارات المتعاقبة.

في هذا السيناريو ، تقود الطاقة المظلمة أو المعتمة الكون حتى يصل إلى حجم معين. ولكن بعد ذلك تتحول الطاقة المظلمة إلى جاذب عكسي، مما يجبر الكون على الانكماشse contracter. ثم يتعرض الكون لصدع كبير ، ولكن قبل أن يصل إلى حالة من الكثافة اللانهائية ، تستدير الطاقة المظلمة مرة أخرى ، مما يتسبب في فترة من التضخم السريع بشكل لا يصدق وبدء الدورة من جديد.

آلية مضبوطة بدقة:

وجد الباحثون نمط الطاقة المظلمة الذي حقق الرهان الرابح تريفيكتاle tiercé gagnant. ولكن قبل كل شيء ، لا يمكن للمادة والإشعاع أن يكونا موجودين في الكون البدائي للغاية l'univers extrêmement primitif، وإلا فإنهما يفسدان التضخم. وبدلاً من ذلك ، لا بد أن المادة والإشعاع قد ظهرا بعد التضخم مباشرةً ، حيث تلاشت بعض الطاقة المظلمة ، مما أدى إلى إغراق الكون بالضوء والمادة.

على الرغم من نجاحهم في البداية ، لم يتمكن الباحثون من العثور على فئة عامة من أنماط الطاقة المظلمة أو المعتمة d'énergie sombreالتي يمكن أن تؤدي إلى نفس النتائج. بدلاً من ذلك ، كان عليهم وضع قيمة أصغر للتوسع المتسارع الحالي بشكل مصطنع مما توقعته ميكانيكا الكم la mécanique quantique من أجل الحصول على النتيجة الصحيحة بالضبط.ومع ذلك ، يشير هذا البحث الجديد إلى اتجاه واعد ، حيث يوفر منصة قابلة للتطبيق لمواصلة استكشاف أنماط مثل هذه. ليس بالضرورة أن يعيش البشر في كون بارد وفارغ cosmos froid et vide، لأن الطاقة المظلمة قد تتصرف بشكل مختلف في المستقبل البعيد. فقط المزيد من البحث سيكتشف مصيرنا النهائي.

الثقوب السوداء في الكون يمكن أن ترسل المادة إلى المستقبل: في الأساس ، إنه السفر عبر الزمن.

الثقوب السوداء كأدوات للسفر عبر الزمن: يستكشف علماء الفلك إمكانية انتقالات الثقب الأسود إلى الثقب الأبيض.

يشير اكتشاف حديث إلى أن الثقوب السوداء يمكن أن تكون بمثابة أدوات محتملة للسفر عبر الزمن ، حيث اكتشف علماء الفلك أن منحنيات الزمكان تقترب من مركز الثقوب السوداء ولكنها لا تنكسر ، وتتحول في النهاية إلى هياكل من الثقوب البيضاء.

الطبيعة الغريبة للثقوب السوداء:

تعتبر الثقوب السوداء من أكثر الأشياء غموضًا في الكون ، ووفقًا لنظرية النسبية العامة لأينشتاين ، فإن أي شيء يدخل الثقب الأسود يتم سحبه نحو مركزه بفعل الجاذبية المتزايدة القوة. في النهاية يضغط في التفرد أو الفرادة، وهي نقطة ذات كثافة لانهائية حيث لم تعد قوانين الفيزياء المعروفة قابلة للتطبيق ، ويكون الزمن فيها ثابت أو متجمد، ويختفي الواقع. ومع ذلك ، فإن بعض العلماء يختلفون مع هذه الفكرة.

تحدي نظرية التفرد أو الفرادة:

نشر كل من أبهاي أشتيكار وخافيير أولميدو من جامعة ولاية بنسلفانيا ،وبارامبريت سينغ من لويزيانا ، مؤخرًا ورقتين في مجلة Physical ReviewLetters and Physical Review D تقترحان منظورًا مختلفًا للثقوب السوداء. يجادلون فيها بأن فهمنا لمراكزهم يمكن أن يساء تفسيره بشكل خطير ويقترحون بدلاً من ذلك أن تتحول الثقوب السوداء إلى ثقوب بيضاء.

حلقات الجاذبية الكمومية والثقوب السوداء:

المشكلة الرئيسية هي مفهوم الفرادات أو التفردات التي يعتبرها العديد من الباحثين انحرافًا لا يمكن أن يوجد في الطبيعة. تحت مظلة "الجاذبية الكمومية" ، طور العلماء رياضيات جديدة لوصف الجاذبية على المستويات الكوانتية دون الذرية. أحد هذه الأساليب هو "الجاذبية الكمومية الحلقية" ، والتي تتنبأ بإمكانية تحديد مقدار الزمكان ، مما ينتج عنه وحدة دنيا لا يمكن بعدها تقسيمه إلى أجزاء.

من خلال تطبيق الجاذبية الكمومية الحلقية على النقاط المركزية للثقوب السوداء ، يقول الباحثون إن النتيجة ليست تفردًا بل شيء مختلف تمامًا.

الانتقال إلى الثقوب البيضاء:

تشير الحسابات الجديدة إلى أن الزمكان ينحني بشكل ملحوظ بالقرب من مركز الثقب الأسود. ومع ذلك ، فإنه لا يتفكك ، لكنه يستمر في منطقة مستقبلية بهيكل ثقب أبيض. الثقوب البيضاء ، على عكس الثقوب السوداء ، تدفع المادة إلى الفضاء بدلًا من سحبها للداخل.

مع تباطؤ الزمن في حقول الجاذبية القوية واحتواء الثقوب السوداء على أقوى حقول الجاذبية في الكون ، يشير هذا العمل الجديد إلى أن المادة تسقط في ثقب أسود ثم "ترتد" ، مطاردة الكتلة في جميع أنحاء الكون. من منظور خارجي ، ستستغرق هذه العملية وقتًا طويلاً جدًا.

اختبار النظرية:

إذا كان الباحثون على حق ، فإن الثقوب السوداء لا تتبخر كما قال ستيفن هوكينغ بل ستنفجر في النهاية في المستقبل البعيد ، وتشتت المادة عبر الكون من خلال الثقوب البيضاء. يجب التحقق من صحة هذه الفكرة المثيرة للاهتمام بشكل تجريبي قبل قبولها.

هناك عدة طرق لاختبار النظرية. على سبيل المثال ، اكتشف العلماء أشعة كونية عالية الطاقة تتصادم مع الغلاف الجوي للأرض وانفجارات الراديو السريعة (FRBs) التي تطلق كميات هائلة من الطاقة الراديوية في فترة زمنية قصيرة. وفقًا لمؤلفي الأوراق البحثية الجديدة ، يمكن أن تكون هذه الظواهر ، من حيث المبدأ ، بمثابة إشارات لثقب أسود ينتقل إلى ثقب أبيض.

مراجعة كتاب الثورة الكمومية في الفلسفة

في هذا الكتاب المثير للتفكير، هناك اقتراح لنظرية الكم المستوحاة من الفلسفة البراغماتية. يطرح المقترح

التفسير كبديل لنظريات الكم الواقعية من ناحية مثل ميكانيكا بوم، ونظريات الانهيار التلقائي، وتفسيرات العوالم المتعددة، وهي مقترحات مختلفة لوصف شكل العالم الكمومي وما هي القوانين الأساسية للفيزياء، والتفسيرات غير الواقعية من ناحية أخرى مثل النظرية البايزية الكمومية، التي تقترح فهم نظرية الكم على أنها وصف الحالات المعرفية الذاتية للوكلاء. الفكرة المركزية لهذا الاقتراح هو فهم نظرية الكم على أنها لا تقدم وصفًا فيزيائياً للعالم ولكن مجموعة من الوصفات الموثوقة والصحيحة موضوعيا حول كيفية عمل الوكلاء.ويقدم الكتاب تطويرًا تفصيليًا لهذه الفكرة والدفاع عنها، ويحتوي على مناقشات مثيرة للاهتمام حول مجموعة واسعة من القضايا الفلسفية مثل التمثيل، والاحتمال، والتفسير، والسببية، والموضوعية، والمعنى، والأساسية.

تتركز القراءة عند تقاطع الفيزياء والفلسفة. الكتاب مقسم الى جزئين. ويناقش الجزء الأول من الكتاب الأسئلة التأسيسية في نظرية الكم من منظور التفسير التوجيهي. في الجزء الثاني،

يناقش الكتاب الآثار الفلسفية لوجهة النظر. كلا الجزأين مكتوبان بطريقة في متناول غير المتخصصين إلى حد كبير. في هذه المراجعة الموجزة للكتاب، سأقوم بذلك

ركز على سؤالين:

(1) كيف تعمل فكرة المؤلف؟

(2) ما هي الأسباب التي تدعو إلى الإيمان به؟

لفهم أفكار المؤلف هيلي، يجب علينا تقديم بعض المعلومات الأساسية لغير المتخصصين. لقد خضعت نظرية الكم لتدقيق شديد وفلسفي و للعديد من التحقيقات في القرن الماضي. لقد تم إحراز تقدم هائل في العديد منها الجبهات، بما في ذلك الاختبارات التجريبية حول عدم مساواة بيل والتنمية من عدة تفسيرات واقعية. وقد اقترح أن ما هو ثوري حول نظرية الكوانتم وما يميزها عن الفيزياء الكلاسيكية هو الكم التشابك والتراكب واللامكانية الكمومية. بالنسبة للعديد من الواقعيين، يبدو هذا الكم وكأنه لغز، وتتطلب النظرية منا أن نفترض نوعًا مختلفًا من الأنطولوجيا ونوعًا مختلفًا من الوجود ومن قوانين الطبيعة.

يصف التشابك الكمومي الظواهر الشمولية التي توجد وخصائصه الفيزيائية التي يمكن أن تعزى إلى نظام مركب وليست نتاجا له خصائص أجزائه. على سبيل المثال، يتشابك إلكترونين A وB عندما يكون الزوج لديه حالة كمومية ليست نتاج الحالة A والحالة B.

وينعكس التشابك الكمومي في طريقة الحالات الكمومية التي تكون عادة ممثلة بـ "الدوال الموجية"، التي يتم تخصيصها لأنظمة مختلفة.

تصف اللامكانية الكمومية (وتسمى أيضًا "الفعل المخيف عن بعد") حالة الظواهر التي يمكن للأحداث المتباعدة بشكل تعسفي أن تؤثر على بعضها البعض وعلى قوة التأثير التي لا تعتمد على بعدها الكمومي غير المحلي وهي ميزة غريبة، وافترض زيفها في آينشتاين-بودولسكي-روزن (1935)، وكانت حجة لعدم اكتمال نظرية الكم. ومن اللافت للنظر أن بيل (1964) أثبت أنه إذا كانت التنبؤات الكمومية دقيقة، فإن الطبيعة غير محلية. وبالتالي فقد أثبتت الاختبارات التجريبية منذ الثمانينات من القرن العشرين صحة التنبؤات الكمومية إلى أعلى مستوياتها، وبأعلى مستوى من الدقة، مما يعزز الاستنتاج بأن الطبيعة غير محلية. لذا فإن كلا من ميكانيكا بوم ونظريات الانهيار التلقائي غير محلية. وتؤكد النظريات الواقعية الثلاث حقيقة التشابك الكمي. إذ إن التشابك الكمي ينبع من واقع الحالة الكمومية. بعد كل ذلك، فإن الحالة الكمومية ناجحة جدًا في التطبيق. إذا أراد المرء أن يكون واقعيًا، فليفعل ما يبدو أنها الطريقة الأكثر طبيعية وهي قبول حقيقة الحالة الكمومية وما يترتب عليها من عواقب. لكن ما الذي تمثله الدالة الموجية؟ ما هي طبيعة دالة الموجة؟ وكيف ترتبط بالأشياء في العالم المادي؟ إنه موضوع ساخن في البحوث الأخيرة في فلسفة الفيزياء التي تتعلق بالضبط بهذه الأسئلة.

أعتقد أن المفتاح لفهم فكرة هيلي هو التفكير فيها كاقتراح للأساس الصحيح لنظرية الكم – اقتراح لاستبدال الحقائق الوصفية بـالحقائق المعيارية كأساس، واستبدال "ما هو موجود" بـ "ما نحن".

ينبغي أن نتوقع،" قد يبدو نهج هيلي غريبًا بالنسبة لكثير من الناس، لأنه كذلك بالفعل، بأن النتائج ليست واقعية بأي معنى تقليدي. من الشائع الاعتقاد بأنه في الفيزياء الأساسية fondamentale، وعلى وجه الخصوص، تعمل نظرية الكم على تحديد شكل العالم (على الرغم من أنه قد يكون من الصعب تمييز ما يقوله). صحيح أننا يمكن أن نتعلم نصيحة مفيدة جيئة وذهابا من نظرية فيزيائية صحيحة، مثل:

• ينبغي للمرء أن يتجنب الوقوع في الثقب الأسود.

• يجب وضع أجهزة الكشف بعيدًا عن مصادر التداخل.

• يجب على المرء أن يبتعد عن الانفجار النووي.

• يجب أن يكون المرء على يقين من رؤية هذا الجسيم يتحلل خلال شهر واحد.

انظر مودلين (2011) لمناقشة تفصيلية لهذه القضايا.

انظر تشن (2018) للحصول على نظرة عامة.

النظرية الفيزيائية الصحيحة قد تشرح صحة النصائح العملية المفيدة مثل ما ذُكر أعلاه. وهذه النصائح صحيحة موضوعياً بقدر ما تكون مستمدة منها اقتران بعض الأوصاف الدقيقة للواقع المادي وبعضها صحيحة كنظريات العقلانية البشرية. بالنسبة لهيلي، قد يكون هذا تفسيرًا جيدًا لـ "الفيزياء الكلاسيكية"، ولكن هذا ليس التفسير الصحيح "لنظرية الكم".

فالنظرية، بالنسبة لهيلي، تقدم بشكل مباشر نصائح موثوقة حول ما يجب أن نؤمن به وتوقعات، وهذه النصيحة ليست مستمدة بأي حال من الأحوال من بعض أساسيات الحقائق الوصفية. ومع ذلك، فإن مثل هذه النصيحة يمكن أن تكون صحيحة من الناحية الموضوعية (على عكس نظرية الكم تركيز بايزي على الحالات المعرفية الذاتية). النصيحة لها شكل "واحد".

ينبغي تعيين الحالة الكمومية ψ للنظام الفيزيائي s"، و"يجب أن يكون لدى المرء 0.5 الثقة في M"، حيث M هي نوع من المطالبة بالحجم المادي لنظام ق. وفقًا لتفسير هيلي، فإن نظرية الكم تدور حول هذه النصيحة، وليس حول بعض الأوصاف أو حول ما هي الطبيعة. على الرغم من حجم المطالبات بمعرف ماهية الطبيعة وأوصافها، وهي ليست واردة في نظرية الكم. بدلا من ذلك، من المفترض أنها ان تكون أهدافًا للتفسير، وهم إلى حد ما سابقون لـتطبيق نظرية الكم. ومع ذلك، سيتم تقييدهم بشكل مناسب بنظرية الكم، ولن يكون سوى فئة فرعية منها ذات أهمية تجريبية.

هناك أجزاء كثيرة لاقتراح هيلي. لتبسيط مناقشاتنا أدناه،

فيما يلي ملخص قصير للنقاط الرئيسية (معظمها من الفصل الخامس):

• المشورة بشأن مهام الدالة الموجية: يجب على الوكلاء اتباع الممارسات القياسية في فيزياء الكم وتعيين حالة كمومية مناسبة (على سبيل المثال، دالة موجية ψ) لنظام متعلق بوضعهم المادي الفيزيائي.

• مطالبات الحجم: المطالبة بالحجم القانوني لها شكل "قيمة المتغير الديناميكي M في النظام الفيزيائي يقع في المجموعة Δ." مثال واحد سيكون "موضع الجسيم على الجانب الأيسر من الصندوق." يدعي الحجم، المفترض في النظرية وهي أهداف التفسير.

• الأهمية التجريبية: يكون ادعاء الحجم ذا أهمية تجريبية إذا كانت الحالة الكمومية ذات الصلة التي يجب على الوكيل تعيينها للنظام بشكل صحيح قد شهدت فك الترابط بسبب التفاعلات مع البيئة، حيث

فك الترابط هو خاصية رياضياتية للحالة الكمومية.

• نصيحة بشأن الاعتمادات: يجب على الوكلاء تبني اعتمادات حول الأهمية التجريبية مطالبات الحجم وفقًا لقاعدة بورن (تحديد مصداقية الفرد حول كون الحجم ذو الأهمية التجريبية أنه المعامل التربيعي للدالة الموجية المناسبة).

• أوصاف الطبيعة: لا شيء مما سبق، باستثناء مطالبات الحجم، يصف أي شيء في الطبيعة. ومع ذلك، لم يتم احتواء مطالبات الحجم أو التي تنطوي عليها نظرية الكم. يتم تقديمها قبل النظرية.

على سبيل المثال، ينبغي للمرء تجنب الأنشطة الخطرة، وتقليل الأخطاء، وتعظيم المعرفة الدقيقة.

دعونا نسير عبر مثال بسيط. لنفترض أن الفيزيائية أليس قامت بإعداد تجربة قياس موضع جسيم s. أليس تريد أن تشرح بعض الادعاءات المتعلقة بالحجم حول موضع الجسيم (لنفترض أنه على الجانب الأيسر من الصندوق). تخبرها نظرية الكم أنه يجب عليها تعيين موجة دالة موجةψ للجسيم.

(إن المطالبة بالحجم حول موضع الجسيم سوف تكون كذلك، أي سوف تصبح ذات أهمية تجريبية فقط عندما يتفاعل الجسيم بشكل مناسب مع البيئة بحيث تكون أجزاء مختلفة من الدالة الموجية تقريبًا مفصولة إلى مناطق متميزة مجهريا كما هو موصوف من خلال فك الترابط.) كما يجب أن تتطابق التوقعات حول مطالبة الحجم (ذات الأهمية التجريبية) مع الاحتمالية المعطاة بواسطة قاعدة بورن، وهي المعامل التربيعي للدالة الموجية بهذه اللحظة.

أسئلة كثيرة تثار في هذه المرحلة. على سبيل المثال: ما الذي يجعل الكم يعين مهمة الدالة الموجية المناسبة؟ ومن المعياري أن نفترض أن مهمة الدالة هي مناسبة أو صحيحة بحكم الدقة التمثيلية، أي إن النظام بالفعل لديه الحالة الكمومية الخاصة. لكن هيلي لا يتفق مع ذلك. إنها أساسية وإلى حد ما حقيق،ة وإذا أردنا شرحها يمكننا اللجوء إلى الممارسة داخل المجال العلمي، وليس بعض الحقائق الميتافيزيقية حول ماهية الطبيعة. يبدو لي أن في مشروع هيلي، تعد صحة تخصيصات الدالة معيارًا أساسيًا حقيقياً، وأي استفسار آخر حول هذا الموضوع قد يكون مشروعًا معياريًا فوقيًا. هذا يلقي الضوء على كيفية محاولة هيلي حل (أو حل) المشكلات المؤسسة التقليدية في الكم. في ما يلي، نناقش كيفية تطبيق هيلي وتفسيره لمشكلة القياس الكمومي، والتشابك الكمي، وعدم محلية بيل.

غالبًا ما يتم تقديم مشكلة القياس الكمومي على أنها عدم اتساق من بين ثلاثة افتراضات: (1) الحالة الكمومية هي وصف كامل للطبيعة؛ (2) تتغير الحالة الكمومية دائمًا وفقًا لبعض المعادلات الوحدوية (على سبيل المثال معادلة شرودنغر)؛ (3) التجارب لها نتائج محددة (فريدة).

وبتطبيق هذا على المجموعة التجريبية المذكورة أعلاه والتي تتضمن أليس، يمكننا استخلاص ألتناقض. إذا كانت الحالة الكمومية كاملة وتتغير بشكل وحدوي، فالكمومية تشير، حسب النظرية، إلى عدم وجود نتيجة محددة لقياس موضع الجسيم، لأنه سيكون دائمًا في حالة تراكب ، دالة موجية يسارية ψleft ودالة موجية يمينية ψright، وهو غير متوافق مع (3) - يتم قياس الجسيم ليكون إما على الجانب الأيسر أو على الجانب الأيمن من الصندوق. بالنسبة إلى هيلي، (1) و(2) هما ببساطة غير مبتدئين، ومن الواضح أن (3) صحيح كذلك، مما يعني أنه لا توجد مشكلة في البداية. (انظر الفقرة 6 وخاصة ص 99.) نظرية الكم هي نظرية توجيهية ومن الخطأ الاعتقاد بأن الكم تصف حالة العالم، ناهيك عن وصفه بالكامل ، وبشكل نموذجي، في سياقات القياس، كما هو الحال في حالة أليس، فإن الحالة الكمومية المناسبة لها يتم فك تشفيرها بعد القياس، مما أعطى أليس الإذن بتطبيق قاعدة بورن عليها وجعل التنبؤات إحتمالية. هناك نتيجة محددة للقياس، ولكن فهو لا يتضمن أو يحتوي على نظرية الكم. وبدلا من ذلك، هناك نتائج حاسمة وهو أمر تؤكده تجاربنا المباشرة. وعلاوة على ذلك، إذا كانت النتيجة لم تكن محددة، فإن نظرية الكم ستفقد مبررها التجريبي. هكذا بالترتيب لتطبيق نظرية الكم، علينا أن نفترض أن النتائج التجريبية فريدة من نوعها ومحددة (في الحالات النموذجية). وهذا يتناقض بشكل حاد مع العالم الفردي الآخر نظريات مثل ميكانيكا بوم ونظريات الانهيار التلقائي التي تهدف إلى تبرير (3) من الناحية المادية. إنهم يسعون إلى استخلاص (3) كنظرية، بواسطة تطبيق المعادلات الرياضياتية الدقيقة على الأنطولوجيا المجهرية.

بالنسبة لهيلي، لم يعد التشابك الكمومي ثوريًا من الناحية الميتافيزيقية.

ولأن التخصيصات قد تكون متشابكة وغير قابلة للفصل بمعنى أنها كاملة في حالة النظام ولا تشرف على حالات أجزائه. ومع ذلك، على ما يبدو أن هيلي سيقول أن الإشراف ليس له أهمية ميتافيزيقية بعد الأهمية المعيارية فقط. النصيحة حول الحالة التي يجب تخصيصها للكل.

لا يشرف النظام، بشكل عام، على أي نصيحة بشأن ما يجب تخصيصه للأجزاء.

يعتقد هيلي أن عدم محلية بيل يصبح أكثر قابلية للهضم في عرض التوجيهات. لا يجادل هيلي في إثبات بيل كدليل على وجود الارتباطات غير المحلية، أي احتمالات الأحداث التي تحدث في المنطقة (أ) قد تعتمد على الأحداث التي تحدث في المنطقة B والتي يمكن أن تكون بعيدة بشكل تعسفي عن A. لكن لا يعتقد هيلي أن الارتباطات غير المحلية تنطوي على تأثيرات أو علاقة سببية غير محلية.

ما تظهره نظرية بيل (والاختبارات التجريبية اللاحقة) حقًا هو أن الاحتمال الكمي لحدث محدد في منطقة ما يجب أن يكون "نسبيًا". أماكن وأوقات بعيدة بشكل تعسفي." ولكن لماذا يجب أن نعتقد أن مثل هذا الشيء صحيح؟ من المعتاد أن نستنتج أن هناك بعض الأحداث التي تحدث في العالم والتي تمثل السبب وراء كون الارتباطات غير المحلية – نوع من الآلية الفيزيائية الأساسية للارتباطات غير المحلية، لها تأثير. على سبيل المثال، يتم حساب الآلية بتفاصيل مادية صريحة، بواسطة معادلة التوجيه في ميكانيكا بوم وآلية الانهيار للدالة الموجية في نظريات الانهيار العفوي لكن هذا خطأ من وجهة نظر هيلي.

تفترض نظرية الكم مثل هذه الارتباطات غير المحلية باعتبارها وصفات موثوقة لـالوكلاء الذين يريدون استخدام نظرية الكم بنجاح، ومن الخطأ محاولة ذلك أي القيام بوصف بحكم ما تحصل عليه هذه الارتباطات.

ما هي أسباب قبول تفسير هيلي الجديد بنظرية للكم؟ أعتقد أن السبب الرئيسي، بالنسبة لهيلي، هو أنه يسمح لنا بتجنب المفاجأة في النتائج الميتافيزيقية مثل اللا محلية وواقع الحالة الكمومية.

ولكن بأي ثمن؟ إذا كان هيلي على حق، فإن نظرية الكم لم تعد موجودة في هذا المجال من وصف الطبيعة. أعتقد أن ذلك سيكون مكلفًا للغاية بالنسبة لمعظم الناس.

ماذا عن بدائل نظرية هيلي؟ كيف يمكن مقارنتها به؟ يقدم هيلي أسبابًا للاعتقاد بأنها غير كافية. فهو يعتقد ان نظريات الانهيار التلقائي هي نظريات تأملية للغاية، وهي غير مؤهلة لتلك "التفسيرات". ويشير إلى أن نظريات العوالم المتعددة لا تزال تواجه مفاهيم مشاكل الاحتمالية وظهور الفروع العيانية.

تواجه الميكانيكا البومية، نسبة لبوم Bohm مشاكل في السياقات النسبية. ومن المثير للاهتمام، يبدي هيلي الاعتراض على ميكانيكا بوم هو أنها تفترض البنية النظرية (على سبيل المثال. ترقيم الأوراق المفضل للزمكان، وحركة الجسيمات، والدالة الموجية العالمية)

وهذا أمر لا يمكن الوصول إليه تجريبيا. هيلي لا يناقش ما إذا كان هناك المزيد ربما يكون ذلك أفضل من التخلي عن الدور الوصفي لنظرية الكم، لكنني أعتقد أنه سيفعل ذلك. ومن المهم أن نلاحظ أن كل منهم ليس فقط أوصاف مرشح الطبيعة ولكنها تنطبق أيضًا من حيث المبدأ على الكون ككل، في حين أن نظرية هيلي لن يكون فيها التفسير ممكنا، لأنه في نظريته، يتم تطبيق قاعدة بورن فقط يكون ذلك مناسباً عندما يكون هناك عدم ترابط بيئي (والكون ككل بحكم التعريف ليس لديه بيئة خارجية للتفاعل معها) .

كما هو الحال مع كتب هيلي السابقة، يحتوي هذا الكتاب على العديد من الأشياء المثيرة للاهتمام والأفكار المثيرة للجدل، والتي سوف تولد الكثير من الجدل في السنوات القادمة.

قبل كل شيء، يجب الإشادة بهيلي لكتابته كتابًا واضحًا وسهل المنال وجذابًا يكون بمثابة مقدمة للتفسير التوجيهي لنظرية الكم. هناك العديد من القضايا التي يناقشها هيلي باستفاضة في الكتاب والتي لا أملك مساحة للتعليق عليها. ورغم أننا قد لا نتفق على حقيقة الأمر، إلا أننا بالتأكيد نتفق أن كتاب هيلي سيكون مفيدًا لأي شخص مهتم بتقاطع الفيزياء والفلسفة.

مراجع

بيل، ج.س. (1964). حول مفارقة أينشتاين بودولسكي روزين. فيزياء فيزياء فيزيكا,

.195:(3)1

تشين، إي كيه (2018). الواقعية حول الدالة الموجية. القادمة في الفلسفة

بوصلة. طبعة أرشيفية PhilSci: 15153.

أينشتاين، أ.، بودولسكي، ب.، وروزن، ن. (1935). يمكن وصف ميكانيكا الكم

من الواقع المادي تعتبر كاملة؟ المراجعة الجسدية، 47(10):777.

هيلي، ر. (2017). الثورة الكمومية في الفلسفة. مطبعة جامعة أكسفورد.

مودلين، ت. (2011). الكم غير المحلية والنسبية: التلميحات الميتافيزيقية ل

الفيزياء الحديثة. جون وايلي وأولاده.

نورسن، ت. (2017). أسس ميكانيكا الكم: استكشاف المادية

معنى نظرية الكم. سبرينغر.

للحصول على مقدمة مفصلة ومحدثة للنظريات الواقعية التي تعتبر بدائل لنظرية هيلي، انظر نورسن (2017).

المصدر: Live Science