سلوكٌ غريبٌ لجسيمات كموميّة قد يشير إلى وجود أكوانٍ متوازيةٍ أخرى

www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

بدأ الأمر قبل حوالي خمس سنوات، مع سؤالٍ عمليٍّ في الكيمياء، حيث أدرك بيل بواريه Bill Poirier عندما تعمّق في دراسة ميكانيكا الكمّ للجزيئات المعقّدة، أنه سيدخل في جحر الأرنب ليكتشف دليلاً على وجود عوالمَ أخرى موازية تتداخل مع عالمنا، لتظهر عند المستوى الكموميّ.

يقول أستاذ الكيمياء والكيمياء الحيويّة في جامعة تكساس التقنيّة أن ميكانيكا الكمّ هي جزءٌ غريبٌ من الواقع، حيث يمكن للذرّات عند هذا المستوى الذّريّ ودون الذّريّ أن تظهر في مكانَين في آنٍ واحد، ولأنّ نشاط هذه الجسيمات مشكوكٌ به كثيرًا، فإنّ العلماءَ يستطيعون وصف ما يحدث رياضيًّا فقط عن طريق رسم المشهد الصّغير كموجة احتمالات.

رسم الكيميائيّون "**أمثال بواريه**" هذه المشاهد من أجل فهم التّفاعلات الكيميائيّة بشكلٍ أفضل، وعلى الرّغم من حالة عدم اليقين عند تحديد موقع الجسيم، إلا أن ميكانيكا الموجة الكموميّة تسمح للعلماء بإجراء تنبّؤات دقيقة. والقواعد الموضوعة للقيام بذلك قواعد متينة، أو على الأقل كانت كذلك حتى اللّحظة التي اكتشف فيها بواريه وسيلةً جديدةً تمامًا لرسم المشاهد الكموميّة، حيث أصبحت وسيلته هي "**الأكوان المتوازية**" بدلًا من الأمواج.

وعلى الرغم من أنّ نظريّته التي تُدعى "**عوالم عديدة متفاعلة**" تبدو خيالًا علميًّا، إلا أنّها صحيحةٌ رياضيًّا، وقد نُشرت النّظريّة عام 2010، وأدّت إلى إقامة العديد من المؤتمرات، والمقالات في مجلّاتٍ مُحكّمة، كما نُشر لها حديثًا شرحٌ في مجلّة الفيزياء الرّائدة **Physical Review**.

يقول بواريه: "لقد حصل هذا الموضوع على الكثير من الاهتمام في مجتمع الميكانيكا التأسيسيّة، وفي الصّحافة الشّعبيّة أيضًا. وفي ندوةٍ في فيينا عام 2013، حيث كنت واقفًا على بُعد خمسة أقدام من أشخاصٍ مشاهير حائزين على جائزة نوبّل في الفيزياء، قدّمتُ عرضًا عن هذا العمل، متوقّعًا توجيه انتقاداتٍ له، وتفاجأت عندما لم يصلني أيّ انتقاد، كما كنتُ سعيدًا لأنّه كان من الواضح أنّه لم يكن هنالك أيّ خطأ في معادلاتي الرّياضيّة".

يَفترضُ بواريه في نظريّته أنّ هناك جسيماتٍ من عوالم عدّة تتسرّب نحو عالمنا وتتفاعل معه، وهذا التفاعل يسبّب الظّواهر الغريبة لميكانيكا الكمّ. وتشمل تلك الظّواهر جسيماتٍ تبدو وكأنّها موجودةٌ في أكثر من مكانٍ في نفس الوقت، أو تتواصل معًا عبر مسافاتٍ كبيرة جدًا دون أي تفسير لكيفيّة حدوث ذلك.

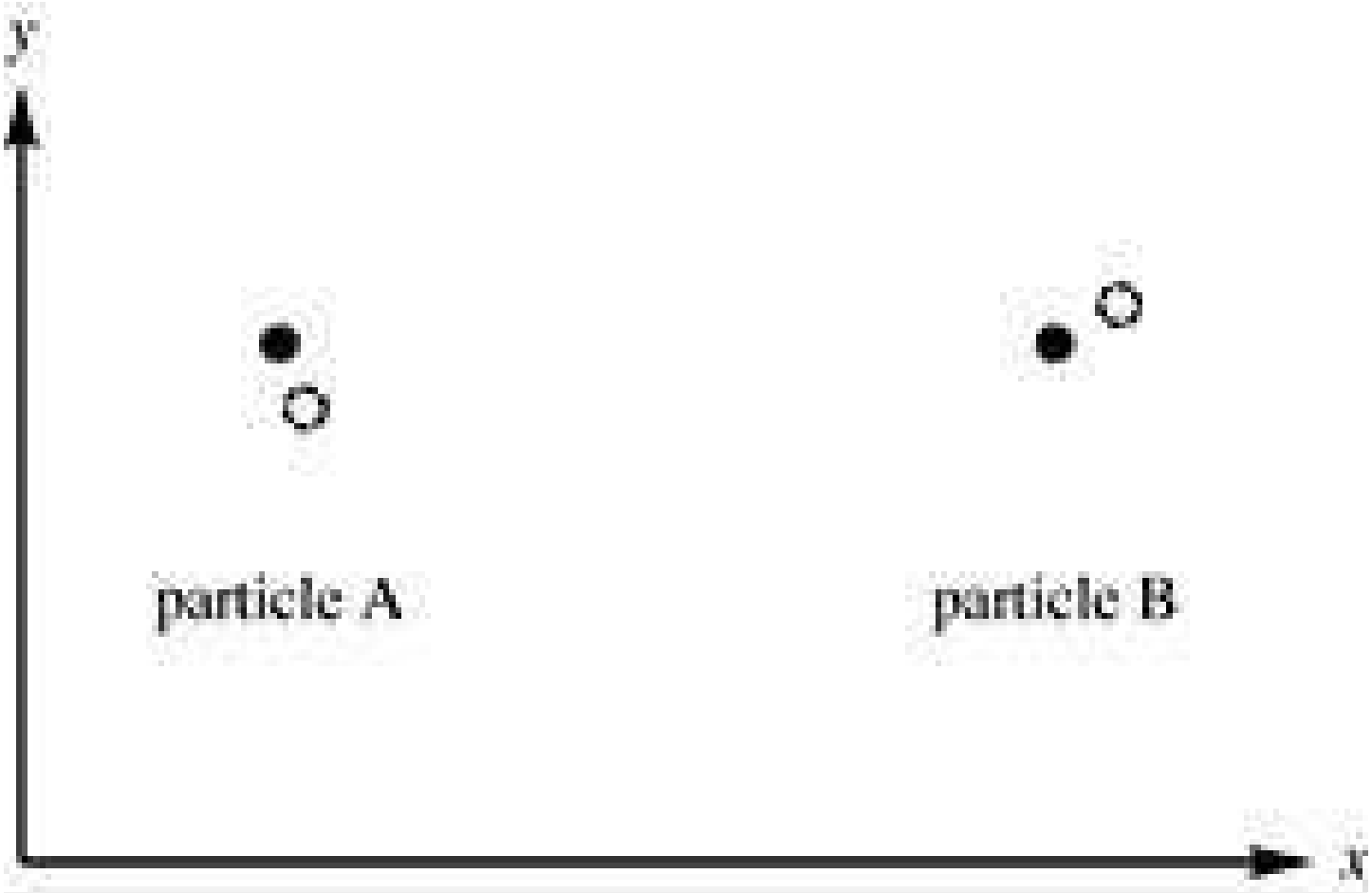
لا يوجد أيّ غموض في نظريته، فالجسيمات تحتلّ أماكن محدّدة ومعروفة في أي عالَم. إلا أنّ هذه الأماكن تختلف من عالمٍ إلى آخر، ما يفسّر سبب ظهورها في عدّة أماكن في الوقت ذاته. وعلى غرار ذلك، فإنّ التّواصل بين جسيماتٍ متباعدة – وهي ظاهرة سمّاها أينشتاين بـ "**الفعل المخيف عن بعد**" ـ ناتجٌ في الواقع عن تفاعلات مع عوالم قريبة.

هل نقول وداعًا؟

يقول بواريه إنّ نظريّة "**العوالم المتعدّدة المتفاعلة**" لا تُثبِت عدمَ وجود الموجة الكموميّة، أو أنّ العوالم المتعدّدة موجودة، إلا أنّ نظريّة التّابع الموجيّ جيّدة في معظم النّواحي، فهي تتّفق مثلاً مع التّجارب العمليّة.

ويقول بواريه: "على الرّغم من أنّ نظريّتنا تعتمد على معادلاتٍ رياضيّة مختلفة، إلا أنّها تخلُصُ إلى نفس التنبّؤات التجريبيّة."
ويضيف: "ما قمنا به هو أنّنا افترضنا إمكانيّة عدم وجود الموجة الكموميّة، حيث إنها تملك الآن فرصةً للوجود بنفس مقدار فرصة وجود العوالم العديدة المتفاعلة، لا أكثر ولا أقل. ولطالما أراد المرء أن يدلي برأيٍ قاطعٍ كهذا في موضوعٍ حيّر عقول أفضل الفيزيائيّين لمئات السّنين، ولا يزال مثيرًا للمزيد من الجدل."

عند هذا النّطاق النانويّ، لا تتصرّف الجسيمات مثل الأجسام الكبيرة التي يكون موقعها معروفًا على مدى الزمن، مثل طائرة أو تفّاحة تقع عن شجرة.



يمثّل كلٌّ من A و B جُسيمين كموميّين متشابكين، عند إجراء قياس على الجسيم A يرتبط فورًا مع قياس للجسيم B البعيد وهي ظاهرةٌ تبدو وكأنّها تخترق النّسبيّة. (إذ كيف يمكن لـ A أن يرسل إشارةً إلى B بسرعةٍ تفوق سرعة الضّوء؟)

يمثّل كلٌّ من A و B جُسيمين كموميّين متشابكين، عند إجراء قياس على الجسيم A يرتبط فورًا مع قياس للجسيم B البعيد وهي ظاهرةٌ تبدو وكأنّها تخترق النّسبيّة. (إذ كيف يمكن لـ A أن يرسل إشارةً إلى B بسرعةٍ تفوق سرعة الضّوء؟) تصف نظريّة العوالم المتعدّدة المتفاعلة الأمر كالآتي: يمثّل القرصان الأسودان الجسيمين A و B في عالمنا، وهناك أيضًا عالمٌ مجاورٌ يتواجد فيه A و B، ولكن في أماكن مختلفة قليلًا (الدوائر المفتوحة المتقطّعة). ويتفاعل العالَمان لأنّهما قريبان من بعضهما البعض، على الرغم من أن الجسيمين متباعدان.

بدلاً من ذلك، تتصرّف الجسيمات أحيانًا كجسيمات ثابتة، بينما تتصرّف في أحيان أخرى كالأمواج. والأغرب ممّا سبق، هو أنّه عندما ينظر العلماء إلى الجسيم الكموميّ، فإنّه يتصرف كجسيم، لكن عندما لا ينظرون إليه يبدأ فجأة بالتصرّف كموجة. ويقال إنّ ألبرت أينشتاين اختلف مع الفكرة الكموميّة القائلة بأنّ الجسيم يستطيع أن يتواجد في مكانٍ تقريبيّ أو ربما في أكثر من موقع في وقتٍ واحد بدلاً من مكان واحد فقط.

قال أينشتاين في جملته الشهيرة حول هذا الموضوع: "**أحبّ أن أعتقد بأن القمر موجودٌ هناك، حتى عندما لا أنظر إليه.**"

ولا يزال العلماء حتى يومنا هذا يحلّلون ويختلفون حول ما يحدث بالضبط في هذا النّطاق الصّغير، وعلى الرّغم من أنّهم قد لا يعلمون ماذا يحدث بالتأكيد، إلا أنّهم على الأقلّ يعلمون كيف يتنبّؤون بالسّلوك المشابه للموجة بالنسبة للجسيم الكموميّ عندما لا تتمّ مراقبته.

وللقيام بذلك، فإنّهم يستعملون معادلة "**شرودنغر**"، وهي وصفٌ رياضيّ تمّ ابتكاره في عشرينيّات القرن الماضي، وتصف كيفيّة تحرّك هذه

الجسيمات المجنونة كموجةٍ عبر الزمن، أو على الأقل، لم تزل تقوم بذلك حتى أخذ بواريه نظرةً أخرى على الموجة وقلب نظريّة الكمّ المعمول بها.

يقول بواريه إنّ بإمكان بعض الفيزيائيّين أن يقوموا بالكثير فيما يتعلّق بفلسفة ميكانيكا الكمّ، إلا أنّ كونه كيميائيٌّ، فهو أقلّ اهتمامًا بالفلسفة وأكثر اهتمامًا في حلّ معادلة موجة شرودنغر الكموميّة لمساعدته على فهم التّفاعلات الكيميائيّة.

ويقول أيضاً: "في الكيمياء الفيزيائيّة، نهتمّ بحلّ المسائل التي تتعلّق بجزيئاتٍ كبيرةٍ ومعقّدة بأكبر قَدرٍ من الدّقّة. نحن نبحث عن معدّل التّفاعل في التّفاعل الكيميائيّ، و الحالات الكموميّة المسموح بها للجزيء، والبصمة الطيفيّة التي يُطلقها أو يَمتصّها عندما نسلّط الضّوء عليه. وهنا تكمن المفارقة، فللإجابة عن هذه الأنواع من الأسئلة بدقّة، يتطلّب الأمر ميكانيكا الكمّ، لكنّ حلّ مسائل ميكانيكا الكمّ للأنظمة الكبيرة (**أكثر من ثلاثة أجسام**) يُعدّ أمرًا في غاية الصعوبة".

يستخدم الكيمائيّون لحل معادلة الموجة الكمومية أساليب تقليديّة تعتمد على الشّبكة، لكن كلّما كان الجزيء أكثر تعقيدًا، كانت الحسابات أكثر تعقيدًا كذلك. ومع كل ذرّةٍ تتمّ إضافتها إلى الجزيء، نحتاج إلى جهود حسابيّة أكثر بـ 10,000 مرّة، حسبما يقول بواريه.

ولتخفيف العبء الحسابيّ، استوحى الكيميائيّون فكرةً من المهندسين للسّماح لنقاط الشّبكة بالتحرّك كالسّائل والتّدفّق مع الموجة الكموميّة، وبمجرّد أن تبدأ نقاط الشّبكة بالتحرّك، تتّبع مساراتٍ مثل لعبة البيسبول. وبينما يستخدم المهندسون هذه التقنيّة لوضع نموذج لتدفّق السّوائل، يستخدمها الكيميائيّون للمساعدة في حساب حركة الموجة الكموميّة، ومن هنا يأتي المصطلح **"هيدروديناميكا الكمّ"**.

تساءل بواريه: عند نقطة معيّنة، ما الذي يمكن أن يحدث إذا تُركت حسابات الموجة، وعملت فقط مع المسارات الكمومية؟ هل ستبقى المحاكاة العدديّة البسيطة صحيحة؟ ويقول: "كانت الفكرة الرئيسيّة لديّ هي إدراك أنّ كلّ ما تحتاجه حقًّا هو المسارات الكموميّة المتحرّكة نفسها."

ويضيف: "الموجة الكموميّة ليست ضروريّة فعليًّا لإخبار مساراتك الكموميّة كيفيّة التّحرّك، إذ إنّ المسارات تخبر نفسها كيف تقوم بذلك. بالإضافة إلى ذلك، فأنت لست بحاجةٍ للموجة في أيّ شيءٍ آخر، حيث أنّ أيّ سؤالٍ علميٍّ يمكن الإجابة عنه عن طريق معرفة حركةٍ للموجة. كما يمكن الإجابة عنه بنفس السّهولة، عن طريق معرفة حركة المسارات وحدها، وهكذا تصبح الموجة دخيلة ويمكن الاستغناء عنها تمامًا".

نافذة على بلاد العجائب

لا يُعدُّ مفهوم العوالم العديدة مفهومًا جديدًا تمامًا، ففي خمسينيّات القرن الماضي، اقترح طالبُ دراساتٍ عليا من جامعة برنستون اسمه هيو إيفرت الثالث **Hugh Everett III** تفسيرًا مماثلاً للظواهر الغريبة في مكانيكا الكمّ.

يقول بواريه إنّ نظريّة إيفرت عن العوالم العديدة تستند إلى الحسابات التقليديّة للموجة الكموميّة، لذلك لم يكن واضحًا من أين تأتي هذه العوالم فعليًّا ولا كيف تُعرّف، حيث اختلف النّقّاد مع هذه النظرية لهذا السّبب، إلى جانب أنّ هذه الأكوان تتشعّب إلى أعداد لا تحصى في كل مرّة يُجري فيها العالم أيّ قياس.

في منهج العوالم المتعدّدة لبوارييه، بُنيت هذه العوالم على معادلات رياضيّة منذ البداية، لذلك لا يحتاج العلماء للقيام بأيّ شيءٍ خاص لتعريف هذه العوالم. يقول بواريه بأنّها صحيحة، ذلك لأنّ الرّياضيّات المبنيّة على الموجة لم تُستخدم. فالعوالم هنا لا تتشعّب ولا تندمج

أبدًا كما هو الحال في عوالم إيفرت، وعوالم بواريه تتفاعل معًا، على عكس عوالم إيفرت.

يقول بواريه: **"تعمل نظريّة العوالم العديدة المتفاعلة كسربٍ من الطّيور أكثرَ منها كشجرةٍ متفرّعةٍ بلا حدود."**

شبّه بواريه فهم ميكانيكا الكمّ دون التّابع الموجيّ، بعمليّة وضع السّقالات لبناء بناية، ثمّ تكتشف أنّك بحاجةٍ إلى السّقالات فقط. فمن النّاحية العمليّة، وجودُ أجزاء رياضيّة متحرّكة أقلّ يعني مزيدًا من البساطة.

كما طرحت النّظريّة أسئلةً مثيرةً للاهتمام في فلسفة الفيزياء حول الموجة، وماذا تعني إذا لم تكن في حاجتها، حسبما يقول بواريه. حيث أنّ المسارات الكموميّة قد تكون أكثر من مجرّد أداة حسابية، إذ إنّها في الواقع قد تفسّر ما يجري على مستوى الكمّ.

ويقول أيضًا: "لقد اختلف النّاس لفترةٍ طويلة حول ما يعنيه التّابع الموجيّ من النّاحية الفلسفيّة وكيف يمكن تفسيره، إلا أنّنا ندرك الآن وبشكلٍ مفاجئ أنّ هذه قد تكون طريقةً خاطئةً كليًّا لتأطير الخلاف، فالسؤال الجّوهريّ يجب أن يكون: **هل التّابع الموجيّ موجوٌد أصلًا؟**، وإذا لم يكن موجودًا، فما الذي يأخذ مكانه؟ في الوقت الحاضر، لا نستطيع الجزم بأنّ التّابع الموجيّ غير موجود. لا نستطيع إلا القول بأنّ وجوده غير ضروريّ؛ لأنّنا وجدنا طريقةً رياضيّةً أخرى توفّر لنا نفس المعلومات. لذلك، ما الذي تقوله هذه الحسابات الجديدة حول بديل التّابع الموجيّ؟ فناتجُ المعادلات الرياضيّة يشير إلى وجود أكوانٍ متوازية."

وأوضح بواريه أنّه في العالم الفيزيائيّ الكلاسيكيّ، حيث يتواجد البشر، يكون كلّ شيءٍ في حالةٍ معروفةٍ بالنّسبة للسّرعة والمكان، فلننظر إلى الطائرات والتفّاح الذي يتساقط من الشّجر مثلاً، حيث يمكننا حساب مكان تواجد هذه الأشياء والاتجاه الذي ستذهب إليه.

لكن في ميكانيكا الكمّ، يجب على العلماء نسيان ذلك! فهم يستطيعون حساب مكان الجسيم أو الاتجاه الذي سيسلكه، لكنّهم لا يستطيعون حساب الاثنين معًا؛ إذ تمّ استبدال مسارات المقذوفات الكلاسيكيّة ذات الصّفات الواضحة، بموجة الاحتماليّة الكموميّة التي تنتشر في العديد من الاحتمالات المتزامنة.

يقول بواريه، عبر وصف الحقائق الكموميّة بأنها تستخدم المسارات الكموميّة وحدها، فقد أصبح بالإمكان استعادة بعض المفاهيم الكلاسيكيّة. وحسب هذه الصّورة، فإنّ الجسيمات الكموميّة في الواقع تمتلك صفات معروفة جيدًا وتتبع مسارات كموميّة محدّدة.

لكنّ الأمر يكمن في أنّه يجب أن تتواجد عدّة عوالم متفاعلة، وفي الواقع، يمكن اعتبار السّلوك الكموميّ نفسه دليلًا على وجود جسيمات محدّدة من أكوان بديلة تعبر إلى كوننا، مسبّبةً هذه الصورة الضبابيّة عند المستوى الكموميّ.

ويضيف بواريه أيضاً: "هذا هو الجزء الأكثر تطرّفًا وإثارةً للاهتمام في هذا النّهج. فإذا افترضنا أنّه يمكن وصف الواقع عبر مساراتٍ عدّة بدلاً من موجة، فإنّ من الواجب علينا أن نسأل ماذا تعني هذه المسارات فيزيائيًّا. التفسير المنطقيّ الوحيد سيكون هو أن نفكّر في كلّ مسارٍ على أنّه يمثّل عالمًا مختلفًا، وأنّه في كلّ عالمٍ لا يوجد شيء شبيهٌ بالموجة أو شيء غير محدد، فكلّ شيءٍ واضح و محدّد جيدًا، إلا أنّ هنالك الآن عوالم متعدّدة، و الاختلافات بين هذه العوالم تشكّل في الواقع مصدرًا لعدم اليقين أو **"الضبابيّة"** بالإضافة إلى كلّ السّلوك الكموميّ."

يمكن اعتبار الغموض حول مواقع الجسيمات مظهرًا من مظاهر التّفاعل بين العوالم، يقول بواريه إنّه في حين أنّ التّابع الموجيّ لا يزال فاعلاً، إلا أنّه لم يعد باستطاعة العلماء القول بأنّه التّفسير الأكثر واقعيّة لما يحدث عند المستوى الكموميّ، بدلاً من فكرة الأكوان البديلة العديدة التي تتفاعل معًا عند المستوى الكموميّ.

تُعدُّ كلتا الطريقتين صالحتين بالقدْر ذاته لتفسير الواقع الذي ينسجم مع التجارب الحاليّة، أمّا بالنسبة لوصف الأمور التي قد تكون جارية حاليًّا في الأكوان الموازية، فيقول بواريه إن ذلك سيكون "مجرّد تكهّنات!".

ويضيف أخيرًا: "نحن لا نملك أيّ دليلٍ على أنّ هنالك بديلًا لي أو لك قد يكون رئيسًا في مكان ما، لا أستطيع القول في ما إذا كانت هذه العوالم موجودةً أم لا، فحسب النّظريّة، فإنّ العوالم الوحيدة التي يمكن التّفاعل معها مباشرة، قريبةٌ جدًا إلى عالمنا، بحيث أنّه بالكاد يمكن تمييزها عن بعضها إلا عند المستوى الكموميّ. لذا قد يبدو الأمر مملّاً قليلاً بالنسبة إلى الأشخاص الذين يحبّون التفكير في الخيال العلمي. ومن جهة أخرى، فذلك لا يستبعد إمكانية وجود عوالم أخرى أكثر بعدًا، تختلف عن عالمنا بشكلٍ كبير، حيث نعيش أنا وأنت حياةً مختلفة. نحن لا نملك أيّ دليلٍ مباشر على هذا، لكن ومرّةً أخرى، وحتّى لو أثبتت النّظريّة وجود عوالمَ مماثلة، فهذا لا يعني أنّها مختلفة."

- التاريخ: 2015-06-14
- التصنيف: فيزياء

#ميكانيكا الكم #الاكوان المتوزاية #معادلة شرودنغر #الموجة الكمومية

المصادر

- phys.org
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - أسماء مساد
- مُراجعة
  - آلاء محمد حيمور
- تحرير
  - عماد نعسان
  - معاذ طلفاح
- تصميم
  - نادر النوري
- نشر
  - مي الشاهد