مفاهيم فيزياء الكم وتفاعل الجسيمات

من أهم الأفكار التي تبحث فيها الفيزياء الحديثة، مفهوم الفراغ وتفاعله مع الجزئيات المتناهية الصغر لاستكشاف أسرار المادة

هشام حدانة

على سبيل المثال، هل يجب اعتبار الحجم أو الفضاء عنصراً تجب إزالته للوصول إلى الفراغ؟ أو هل يجب التسليم بأن الحجم هو عنصر من الفراغ بعد إزالة كل مادة منه؟ ويتوضح من هذا الطرح، أهمية تحديد ما يجب أن يزال لتحديد الفراغ. ولتبسيط الفكرة، نسوق المثال التالي: إذا نزعنا كل شيء من قارورة ما وأحدثنا داخلها فراغاً، فقد نعتبر بعدها أن القارورة حاملة لهذا الفراغ. ومن جهة أخرى، إذا استبعدنا القارورة فإنه مع ذلك يبقى مكاناً أو فضاءً موجوداً. فما هي الحدود التي يجب أن نقف عندها؟ وما هي العناصر التي ينبغي أن نزيلها للوصول إلى الفراغ؟

إن طرح هكذا سؤال، يجعلنا نفهم أن «كل» في عبارة «الفراغ هو ما تبقى بعد نزع كل ...» يختلف باختلاف مرجعية النظرية الفيزيائية المختارة. ومن خلال ما تعترف بوجوده النظرية، يصبح من الممكن تحديد، من خلال النقيض، فراغ معين. وهكذا يظهر أن الفراغ قد تحرر من الغلاف الأنطولوجي الوجودي لدى النظرية الفيزيائية المعتمدة كمرجع.

فمثلاً في فيزياء الكم، الفراغ ليس الفضاء الخالي من كل شيء، حيث إنه وفق مرجعية نظرية الكم، فإن الفراغ يعتبر مملوءاً بما يسمى المادة الخاملة والتي بدورها تتكون من جسيمات حقيقية ولكن ليس لها وجود فعلياً، ويرجع هذا لعدم احتوائها طاقة كافية تسمح لها بالظهور أو أن تتجسد مادياً. وانطلاقاً من هذا المبدأ، فإنه لا يمكن رؤية هذه الجزيئات مباشرة. فهذه الأخيرة جزيئات «افتراضية» واقعة في سبات ضمن وجود مختفٍ. ومن أجل أن تظهر إلى الوجود الحقيقي، تحتاج إلى تزويدها بالطاقة التي تنقصها حتى يكتمل تجسدها. فهنا يمكن أن يلعب الفراغ دور البنك المقرض المتعجل: بمعنى أنه يقبل أن يقرض الجزيئات «الافتراضية» ما تحتاجه من الطاقة بشرط ملزم وهو استرجاعها بسرعة كبيرة. فبموجب هذا الشرط، تستطيع الجزيئات الخروج من الفراغ، بشرط العودة فوراً لتفنى أو تلتغى بعدما تسدد الطاقة التي اقترضتها بسرعة فائقة.

فلحسن الحظ، توجد طريقة فعّالة لإيقاظ الفراغ الكمي. وببساطة، يكفي إجراء تصادم لجسيمات عالية الطاقة، وهذا ما تقوم به مراكز البحوث التي تستخدم مسرعات الجسيمات مثل مركز CERN ومسرعه (LHC) الذي يقع عند الحدود الفرنسية-السويسرية. ففي هذه الحالة تتخلى الجزيئات عالية الطاقة بالمجان عن طاقتها إلى الفراغ، مما يسمح مباشرة لبعض الجسيمات «الافتراضية» أن تتجسد فعلياً وتنطلق بعيداً عن معلمها. هذه الجسيمات التي كانت في سبات منذ عدة مليارات من السنوات، تجد الحياة التي كانت متواجدة في الكون البدائي وتخرج أو تنزع من الفراغ الكمي بمستوى طاقة متباين.

واعتماداً على هذه الحيلة، تمكن الفيزيائيون من اكتشاف في مركز CERN جسيمات بوزون هيغز (Higgs boson). وقد جاء إعلان الاكتشاف في يوليو/تموز 2012، والذي يمثل اكتشافاً فيزيائياً وفلسفياً ذا أبعاد كبيرة، حيث إنها أحدثت ثورة في مفهومنا لأقدم أسس الفيزياء، ألا وهي مسألة كتلة المادة.

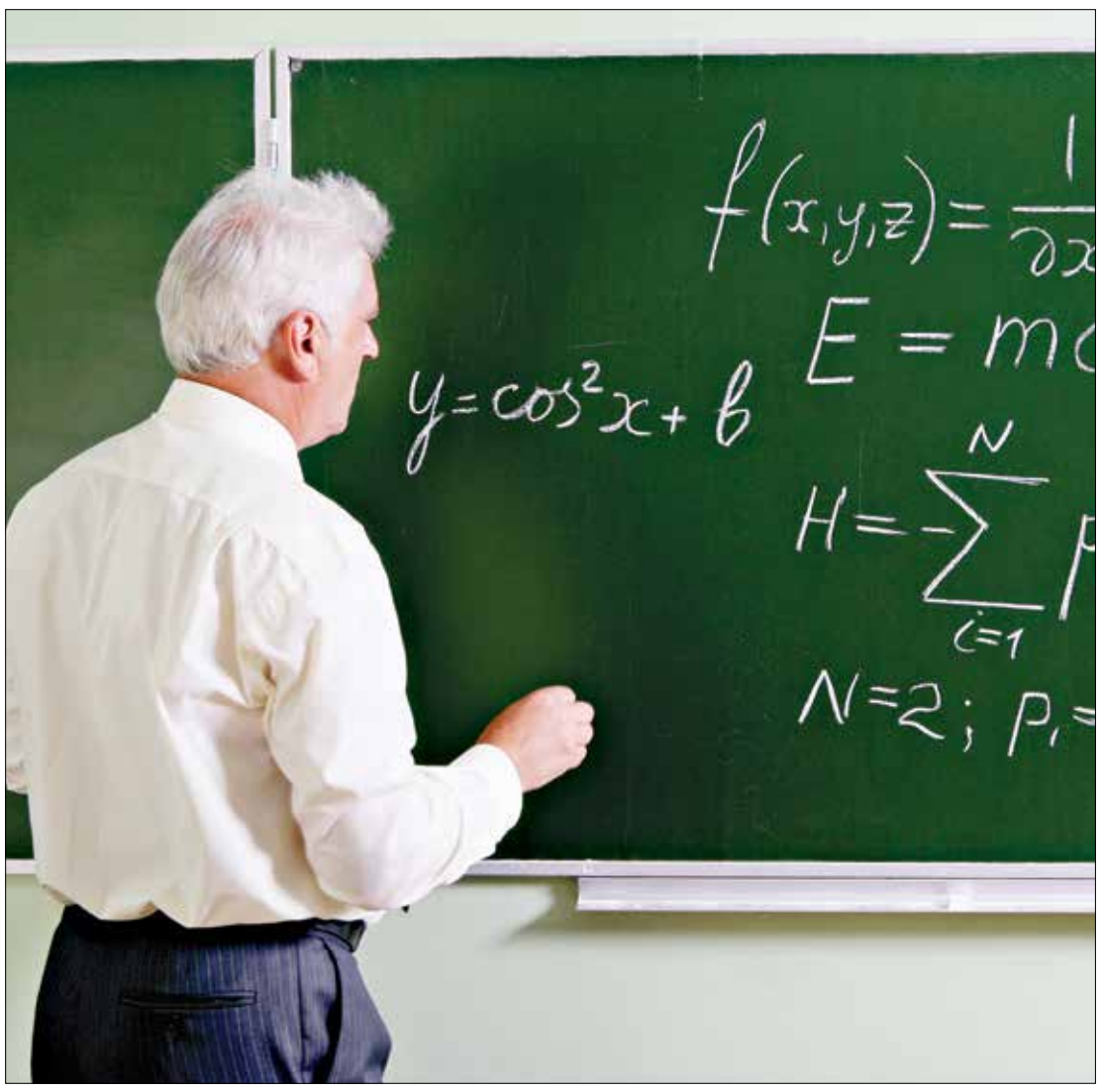
لقد كان المفهوم السائد عن الكتلة، هو تمثيلها لخاصية واضحة للأشياء المادية، باعتبارها وحدة فيزيائية خالية من الغموض. فهي في نفس الوقت للقياس (ويعبر عنها بالكيلوغرام)، وكذلك تحمل صفة المقاسة (تقيس درجة «مادية» الأجسام). فما هي الإضافة الجديدة عن الطريقة الكلاسيكية في التقدير والمفهوم؟

حسناً، هناك أشياء كثيرة، حيث ما جاء به اكتشاف البوزون هيغز يكمن في تغيير المفهوم، فبدلا من أن تكون الكتلة خاصية جوهرية في حد ذاتها للجسيمات الأولية، أو صفة تحملها في ذاتها، أصبحت الكتلة تبدو كخاصية ثانوية وغير مباشرة تحصل من جراء التفاعل مع «الفراغ»! في الحقيقة هذا الفراغ لا يعني أنه لا يتكون من شيء، بل يتكون من جسيمات تسكنه، وهو يحتوي على ما يعطي للمادة كتلتها، وبعبارة أخرى ما يمنح القصور الذاتي (مبدأ العطالة) للجسيمات الأولية لمقاومة القوى.

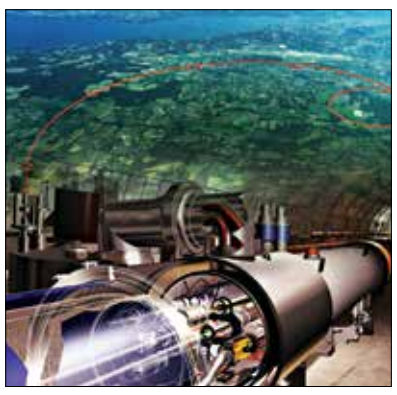
ومن أجل استيعاب هذا المفهوم، نحتاج للعودة إلى الطريقة المتعارف عليها حالياً لمفهوم التفاعل بين الجسيمات دون التوغل في تفاصيل التفاصيل. فوفقاً للفيزياء الكلاسيكية، يحصل التفاعل بين جسمين من جراء نشأة مجال ينتقل عبر الفضاء ليؤثر على الجسيم الآخر. وقد أعيد النظر في هذا المفهوم بناء على ما ورد من أفكار جديدة في فيزياء الكم، حيث في إطار هذه النظرية، يستوجب من أجل حدوث تفاعل بين جسمين أن يحصل تبادل شيء معين بينهما. وهذا الشيء هو عبارة عن جسيم يتم تبادله ويحمل خاصية التفاعل القائم بينهما. وبعبارة أخرى، لا يمكن أن يحصل تفاعل بين جسمين إلا بحصول تبادل جسيم ثالث بينهما، والذي يطلق عليه اسم بوزون التوازن لهذا التفاعل.

ولتقريب هذا المفهوم، لنتخيل وجود قاربين في نهر، وكلاهما لا يمتلك صاحبه أي شيء يمكنه من توجيه قاربه. ولنفرض أن هذين القاربين يتجهان نحو بعضهما البعض بطريقة مباشرة على نحو أنه لا مفر من التصادم بينهما!. فهل يمكن تفادي وقوع هذا الصدام؟ الجواب نعم، يمكن ذلك، إذا كان لدى أحد قائدي القاربين شيء ثقيل، مثل الكرة، ويتم ارساله إلى الشخص الذي يقود القارب الثاني، وهو بدوره تتم إعادته مرة أخرى له. فإذا استمر الطرفان على هذا المنوال، فالناتج لهذه الحالة تباعد القاربين عن بعضهما البعض وتفادي التصادم. فمن خلال استخدام وسيط في الفضاء البيني، وفي حالتنا الكرة، فإن استمرار التراسل والتبادل ينشىء قوة طاردة يمكنها من تغيير المسار.

فإذا كان هذا المثال، لا ينقل سوى صورة تقريبية لما هو عليه، فإنه يقرب مفهوما مهما جداً: فإذا كانت الكرة الثقيلة لا تمكننا سوى من تبادلها لمسافة صغيرة، فهذا يعني أن مجال التفاعل يكون ضئيلاً كلما زادت كتلة الجسيمات الوسيطة.



استطاعت مفاهيم ميكانيكا الكم شرح العديد من الخفايا الكونية (Getty)



التفاعل بين الجسيمات، يحدث بتبادل وسيط ثالث بينها لإحداث القوى والتوازن

كاميرا دقيقة لدراسة سلوك الحشرات

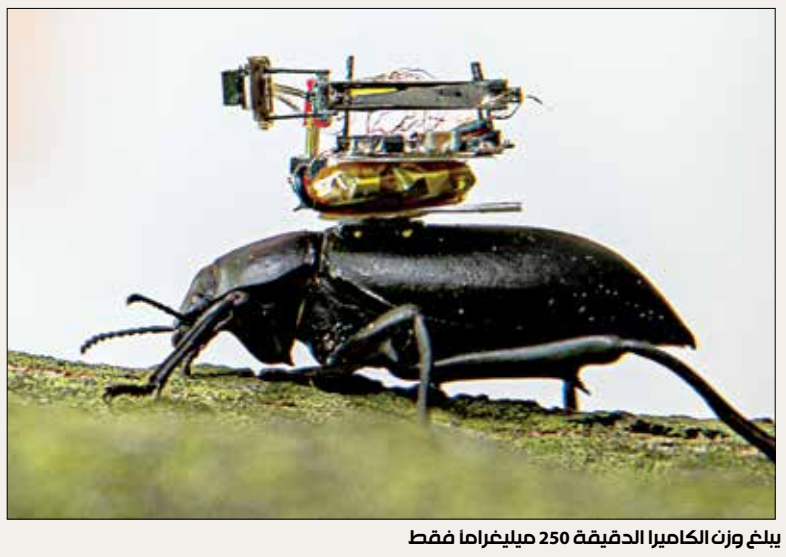
أحمد ماء العينين

نستطيع استخدام الروبوتات والشرائح الدقيقة في مراقبة ودراسة سلوك بعض الكائنات الحية في بيئات مختلفة، وقد قام باحثون من معهد ماساتشوستس للتقنية في وقت سابق بابتكار روبوت على شكل سمكة يمكنه الانضمام إلى أسراب الأسماك والكائنات البحرية بهدف رصدها وتصوير حياتها والبيئة التي تعيش فيها. إلا أنه من الصعب دراسة سلوك الحشرات، لأنها صغيرة وسريعة للغاية. غير أن هذا الأمر على وشك أن يصبح أقل صعوبة، وذلك بفضل ابتكار كاميرا صغيرة جداً قادرة على بث لقطات فيديو مباشرة لاسلكياً من على ظهر الحشرة ولفترة تمتد لساعات.

وفي دراسة جديدة، يعمل فريق من علماء الروبوتات العاملين في جامعة واشنطن على تطوير كاميرا دقيقة يمكن تثبيتها على ظهر الحشرات لدراسة سلوكها. ويبلغ وزن الكاميرا 250 ميليغراما فقط، إذ تحتوي على مستشعر صور منخفض الطاقة وشريحة بلوتوث وعدسة ومقياس تسارع، بالإضافة إلى بطارية صغيرة بسعة 10 ميلي أمبير. وتستطيع الكاميرا التصوير لمسافة تصل إلى 120 مترا لمدة 6 ساعات متواصلة. ويتم استهلاك كمية ضئيلة من الطاقة بفضل وجود مقياس التسارع الذي يرسل إشارة لتشغيل الكاميرا عندما تبدأ الحشرة بالتحرك. كما يمكن التحكم في الكاميرا بواسطة هاتف ذكي موجود على بعد مسافة قريبة. ويتصل الجهاز المبتكر بتطبيق هاتف ذكي عبر تقنية البلوتوث، ويمكن التحكم فيه من مسافة تصل إلى 120 مترا.

ويمكن لنظام التصوير التقاط ما بين إطار واحد وخمسة إطارات في الثانية. وعادة ما يتم تصوير الأفلام النموذجية بمعدل 24 إطاراً في الثانية، بينما تلتقط كاميرا الهاتف الذكي ما بين 30 و 120 إطارًا في الثانية. ومن المعروف أن المعدل العالي لالتقاط الصور يجعل الفيديو أكثر سلاسة وبصيغة سينمائية؛ ومع ذلك، فإنه يزيد بشكل كبير من استهلاك الطاقة. وللعلم أن البطارية التي تشغل معظم الهواتف تزن أكثر بقليل من أونصة واحدة. وعلى النقيض من ذلك، يزن هذا الجهاز بأكمله أقل من 1/100 من الأونصة.

تستطيع الكاميرا التصوير لمسافة 120 مترا لمدة 6 ساعات



يبلغ وزن الكاميرا الدقيقة 250 ميليغراما فقط

وفي هذا السياق، يقول شيام جولاكوتا، المؤلف الرئيسي للدراسة: «نجح فريقنا في إنشاء نظام لاسلكي ذي استهلاك منخفض للطاقة وخفيف الوزن يمكن استخدامه في مراقبة ودراسة أنواع مختلفة من الحشرات». وقام الباحثون باختبار التقنية الجديدة على نوعين من الخنفساء، واستطاعت الكاميرا خلال تتبعها تصوير تحركات الحشرة، كما أنها لم تتسبب في إعاقة حركتها. ويأمل فريق الباحثين من الإصدارات المستقبلية أن يتم تخفيض استهلاك طاقة الكاميرا وأن تكون خالية من أي بطارية أو مخزن للطاقة، إذ يمكن الاعتماد على الطاقة الشمسية.

تجدر الإشارة إلى أن بعض الأبحاث تعمل على تطوير تقنيات مشابهة، حيث تمكن الباحثون في جامعة واشنطن في وقت سابق من تطوير أجهزة تعقب متناهية الصغر، يمكن تثبيتها على بعض الحشرات الطائرة كالنحل. ويحتوي جهاز التعقب الدقيق على شريحة إلكترونية مزودة بدارات دقيقة، ومستشعرات بث واستقبال الإشارات اللاسلكية، وبطارية تكفي للعمل لسبع ساعات متواصلة، ولا يتعدى وزنه 102 ميليغرام.

جديد

شحن عالي السرعة للهواتف

أصبحت سرعة شحن الهاتف من بين أبرز التقنيات التي تعمل الشركات على تطويرها، حيث قامت شركة كوالكوم، بداية السنة الجارية، بالكشف عن الجيل الرابع من تقنية الشحن السريع Quick Charge 4,0، التي تتميز بقدرتها على شحن الهاتف بقوة 27 واطاً. ويبدو أن الشركات الصينية مصرة على رفع التحدي، إذ كشفت شركة أوبو رسمياً عن تقنية الشحن السريع 125W Flash Charge للهواتف الذكية بقدرة 125 واطاً، وهي التقنية التي تقول إنها تتيح شحن هاتف يحتوي على بطارية سعتها 4000 ميللي أمبير حتى 41% خلال خمس دقائق فقط، بالإضافة لشحن البطارية حتى 100% خلال 20 دقيقة فقط. وأكدت أوبو أن تقنية الشحن الجديدة تعتمد على جهد يصل إلى 20 فولتاً وتيار حتى 6,25 أمبير، وتمت مراعاة مميزات الأمان والسلامة

لضمان عدم تعرض الهاتف أو البطارية لأي مشاكل، وذلك من خلال إضافة 10 مستشعرات لمراقبة درجة الحرارة وتتبع حالة الشحن لضمان أقصى قدر من الأمان أثناء الشحن. وأعلنت الشركة كذلك عن شاحن لاسلكي جديد يدعم شحن الهاتف لاسلكياً بقدرة 65 واطا، وهو ما يتيح للمستخدم شحن البطارية كاملة خلال 30 دقيقة فقط. وتأتي هذه الخطوة من شركة أوبو في ظل المنافسة الشرسة بين الشركات الصينية، حيث أعلنت شركة iQOO التابعة لشركة فيفو الصينية، في وقت سابق، عن تقنية شبيهة، وهي تقنية الشحن فائق السرعة Super Flash charge بقدرة 120 واطاً، وقالت إن تقنيتها قادرة على شحن بطارية بسعة 4000 ميللي أمبير في مدة زمنية لا تتعدى 15 دقيقة. كما أعلنت شركة Realme التابعة لشركة أوبو عن تقنية جديدة للشحن السريع باسم UltraDART تصل قوتها إلى 125 واطاً.

روبوت كيميائي

تمكن الباحثون في جامعة ليفربول البريطانية من تطوير روبوت يمكنه مساعدة الباحثين في المختبرات الكيميائية، وقام الروبوت الكيميائي بمساعدة الباحثين في اكتشاف محفز ضوئي جديد، وهو

ما يستغرق من البشر شهوراً من العمل، إلا أن الروبوت تمكن من اكتشافه خلال أسبوع واحد، وذلك بعدما أجرى 98 مليون تجربة مختلفة. وتم تصميم الروبوت ليشبه الذراع البشرية، ويستخدم ماسحات ليزرية وحساسات ليحدد مكانه وحركته، ما يجعله قادرا على التقاط العناصر ووضعها في أماكن محددة وتشغيل الآلات في المختبر. وأكد الفريق الباحث أن ذراع الروبوت حساسة جدًا وقادرة على العمل بسلاسة دون أن يتسبب عملها بحوادث، كما يفعل الكيميائيون في هذا المجال، ويمكنها العمل على نحو متواصل لمدة عشرين ساعة في اليوم. وأشار آندرو كوبر، وهو أستاذ في جامعة ليفربول ومشرف على الدراسة، إلى أن الهدف من تطوير الروبوت ليس الاستحواذ على وظائف البشر، بل تقديم المساعدة والعمل إلى جانب العلماء في المختبر. ويطمح الباحثون إلى إضافة تقنيات التعرف على الصوت إلى الروبوت، لتسهيل التفاعل مع البشر، وإضافة بعض تقنيات الذكاء الاصطناعي التي ستتيح له التعلم من أخطائه الخاصة، ليصبح أكثر ذكاءً بمرور الوقت. ويتوقع كوبر تحقيق ذلك خلال الأشهر الثمانية عشر المقبلة.