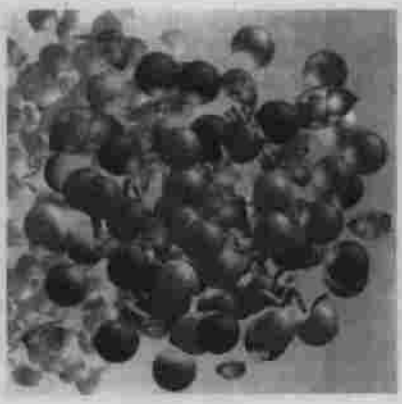
حركة نقطة الصفر.. والمتذبذبات الكمية

المعروف أن الأنفاق الكونية Wormholes يمكن أن يتم صنعها مسبقًا فى الطبيعة. فلقد اكتشف العلماء أن الجاذبية يمكن أن تخلق مناطق من «الفراغ المضغوط» Squeezed Vacuum تتميز بوجود الطاقة السالبة، التى يمكن أن تتكون داخلها أنفاق كونية طبيعية. ولكى نتفهم تلك النتيجة الجديدة، علينا أن نناقش «ضغط» حالات ميكانيكا الكم.



فى ميكانيكا الكم، يتطلب مبدأ اللايقين Uncertainty principle لها يزنبرج لبعض الأزواج «المترافقة» Conjugate من المقادير الممكن قياسها (مثلاً الموضع وكمية الحركة أو الطاقة والزمن) ألا يقل أبداً ناتج اللايقينيات من ضرب مقدارين مترافقين عن حد أدنى لا يمكن إنقاصه، ويحدده ثابت بلانك Planck's Constant. فعلى سبيل المثال، إذا حاولنا قياس موضع أحد الإلكترونات بدقة بالغة، فإننا نجد أنه بوسعنا إنجاز ذلك، ولكن على حساب كمية التحرك المقاسة لنفس الإلكترون التى تصبح لا يقينية كنتيجة لقياس الموضع بدقة.

وهناك طريقة أخرى تكون القياسات بموجبها مقيدة بميكانيكا الكم، تسمى «حركة نقطة الصفر» Zero - Point motion تخيل منظومة تقليدية بسيطة (أى منظومة ميكانيكية لا كمية) يمكنها أن تتذبذب - مثل بندول - يتأرجح إلى الأمام وإلى الخلف. يمكن لهذا البندول أن يتأرجح بقوة بطاقات كبيرة أو يتأرجح بضعف بطاقات أقل. إلا أن هذا البندول يكون له أدنى طاقة وقدرها صفر، عندما يتوقف تأرجحه ويثبت وزنه رأسيًا إلى

أسفل.

ويكون للمكافئ الميكانيكى الكمى للبندول المتذبذب، اختلاف هام عند الطاقة صفر. إذ لا يستطيع أن يتذبذب بأى طريقة يريدها، وإنما يسمح له بأن يتأرجح فقط فى بعض «حالات» أو أنماط التأرجح. وأنماط التأرجح هذه مكميّة Quantized أى مكونة من مجموعة من أجزاء منفصلة، لكل منها كيان قائم بذاته. ولا يمكن تغيير طاقة المنظومة إلا بقفزات كميّة تنقل منظومة البندول الكمى، من أحد أنماط التذبذب إلى نمط أخر، والجانب المثير فى هذا المتذبذب الكمى أنه لا يمكنه التوقف. إذ إن أدنى حالة من حالات الطاقة لا تتطابق مع الطاقة صفر، وإنما مع نصف فجوة الطاقة للحالة التالية. ومن ثم فإن المنظومة ذات الطاقة صفر، لا يمكن أن تكون فى حالة سكون أبداً، وحتى عند إزالة كل الطاقة الممكنة من المنظومة، فإنها تظل فى حالة «حركة نقطة الصفر» أى الحركة التى تحتفظ بها، بعد نزع كل الطاقة الممكن إزالتها منها.

المتذبذبات الكمية

وفى منظومة الكم الأكثر تعقيداً والتى تحتوى على العديد من المتذبذبات الكمية نصف المستقلة Semi - independent تعبر حركة نقطة الصفر عن «الضوضاء» (أى الاضطرابات التى لا رغبة فيها) الكميّة المتراكبة على أى قياس للمنظومة وإذا بذلت أى محاولة لتبريد المنظومة، بتصريف الطاقة الحرارية فيها،

فإن حركة نقطة الصفر تمثل أدنى مستوى أى الحد الذى لا يمكن استمرار التبريد أقل منه.

لكن ثمة حيلة لتبريد المنظومة أقل من هذا الحد. ففى ميكانيكا الكم تكون الطاقة وتردد المتذبذب الكمى قابلين للتبادل، أى يمكن وضع أحدهما أو استعماله مكان الآخر، وهما لا يختلفان عن بعضهما البعض إلا بمضاعف ثابت Con-stant Multiplier . والمضاعف هو أداة لمضاعفة أثر كالحرارة. كما أنه فيما يتعلق بمبدأ اللايقين لها يزنبرج، فإن المتغير المترافق للتردد هو «الطور» Phase (جزء متجانس من مادة ما، يوجد فى منظومة غير متجانسة ويمكن فصله عن هذه المنظومة ميكانيكيا) وبتعبير آخر، زاوية البدء لذبذبة كمّ منفرد.

ولأنه من الصعب قياس زاوية الطور، يتم تجاهلها فى وصف المنظومات الكميّة المعقدة، ومع ذلك فإن لزاوية الطور استخداماتها، فلقد اتضح مؤخراً، أنه فى كثير من المنظومات الكميّة يمكن خرق حدود دقة القياسات التى تفرضها حركة نقطة الصفر، عن طريق تحويل ضوضاء التردد إلى ضوضاء الطور

مع الاحتفاظ بالنتيجة فى الحدود التى يوجبها مبدأ اللايقين، مع تقليل التغيرات فى التردد (وبالتالى فى الطاقة).

ولو طبقنا هذا الأسلوب على شعاع ضوئى، فإن النتيجة تسمى «الضوء المضغوط» Squeezed Light . ولقد أوضحت الأبحاث العلمية الحديثة فى مجال البصريات الكميّة Quantum Optics باستخدام الضوء المضغوط أن القياسات القديمة لحدود الضوضاء – التى لم يكن من الممكن خرقها من قبل – أصبح الآن من السهل تجاوزها، إلا أن تأثير الضغط الذى استقصاه العلماء، لم يكن للضوء ولكن للفراغ.

كيف حدث هذا الأمر؟

تخبرنا نظرية «الديناميكا الكهربائية الكمية» Quantum Electeodynamics أن الفراغ (أى الفضاء الخالى من كل شئ) عند دراسته بإمعان عند قرب شديد، يتضح أنه ليس خاليًا على الإطلاق، وإنما يضطرب بنوع من «الألعاب النارية» الفضائية تسمى «تقلبات الفراغ» Vacuum Fluctuations إذ تظهر ومضات أزواج الجسيمات الإفتراضية Virtual (جسيمات تنبعث وتمتص فى العمليات الإفتراضية أى غير المحققة) والتى لا تخضع لقاعدة بقاء الطاقة التى مفادها أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى، مثال ذلك تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية، وتكون هذه الجسيمات الإفتراضية من أنواع متعددة تنبعث إلى الوجود باستمرار، ثم تعيش لفترات بالغة القصر على حساب طاقتها - وفقًا لمبدأ اللايقين - بعدها تفنى وتختفى، عندما تستحق فاتورة ديونها من الطاقة السداد، بعد بضع بيكوات من الثانية (بيكو ثانية = واحد على مليون من مليون من الثانية أى $١٠^{-١٢}$) أو فيمتوات من

الثانية (فيمتو ثانية = واحد على بليون من مليون من الثانية أى $١٠^{-١٥}$).

ضغط تقلبات الفراغ

ومن الممكن ضغط تقلبات الفراغ، بنفس الطريقة التى يتم بها ضغط أشعة الضوء أو المنظومات الذرية، والنتيجة هى الحصول على فراغ تقل طاقته عن الصفر، أو بتعبير آخر الحصول على منطقة من الطاقة السالبة Negative Energy ، من النوع المطلوب تماماً لجعل النفق الكونى Wormhole مستقراً.

واستخدام العلماء أسلوباً مستخلصاً من النظرية النسبية العامة، لبيان أنه فى غضون فترة زمنية معينة يتم ضغط الفراغ فى وجود مجال تجاذبى، وأنه بالقرب من الأجسام ذات الجاذبية الهائلة – مثل الثقوب السوداء – يحدث ضغط مروّع لتقلبات الفراغ لكل الأطوال الموجية، لأكبر من نحو نصف قطر شفارز شيلد Schwarzschild الذى يساوى ضعف ثابت الجاذبية × كتلة النجم على ضعف سرعة الضوء ولو أخذنا شمسنا كمثال فإن

نصف قطر شفارز شيلد بالنسبة لها = ثلاثة كيلو مترات (إذا فرضنا أنها ستتحول إلى ثقب أسود) مع العلم بأن نصف قطرها فى الوقت الحاضر نحو ٦٩٦,٠٠٠ كيلو متراً. وبالنسبة لثقب أسود تعادل كتلته نجم متوسط الحجم (وهناك ثقب أسود فى مركز مجرتنا «الطريق للبنى»)، فإن هذا الضغط لا يكون مثيراً للاهتمام، لأن الأطوال الموجية التى تزيد على ٥ كيلو مترات (مثل الموجات اللاسلكية ذات الأطوال الموجية الكبيرة) هى التى تتأثر.

ومع هذا، فإن المراحل الأولى من الأنفجار الأعظم Big Bang الذى ميّز بداية خلق الكون – خلقت عدداً هائلاً من الثقوب السوداء الكميّة Quantum Black Holes التى تعادل كتلتها «كتلة بلانك» Planck Mass (والتى تبلغ نحو 10^{-8} كيلو جرامات) وبالقرب من هذه الثقوب السوداء الكمية البالغة الضآلة، يمكن ضغط جميع الأطوال الموجية الأكبر من «طول بلانك» Plank Length (والذى يبلغ نحو 10^{-33} سم)، أو بتعبير آخر كافة الأطوال الموجية التى تهمنا فى تقلبات الفراغ، ويخلق هذا منطقة هائلة من الطاقة السالبة من نفس النوع الذى يمكن أن يؤدى إلى استقرار النفق الكونى، ومن ثم استخدامه بأمان.

وربما تكون تلك الأنفاق الكونية – التى خلقت فى الانفجار الأعظم أثناء مرحلة تمدد الكون وما بعدها – مازالت موجودة حولنا فى الوقت الحاضر وتنتشر عبر مسافات صغيرة أو هائلة فى الفضاء، فى انتظار اكتشافنا لها وتوسيعها إلى الحجم المناسب، وربما تعمل على توصيل أحد الأكوان بكون آخر، والذى يكون منفصلاً تماماً عنه.

لكن ليس من الممكن أن يكون للطرفين المنفصلين للنفق الكونى نفس المواصفات من السرعة والتسارع والتباطؤ الزمنى النسبى، وبالتالى يكون ثمة فرق حتمى فى مواضع مدخلىّ النفق الكونى فضائيًا وزمنيًا، وعلى ذلك إذا أمكن العثور على تلك الأنفاق الكونية الطبيعية، التى لا يبتعد مدخليها كثيراً عن بعضها البعض وأمكن توسيعها، فإنه يمكن استخدامها فى السفر عبر الزمن.