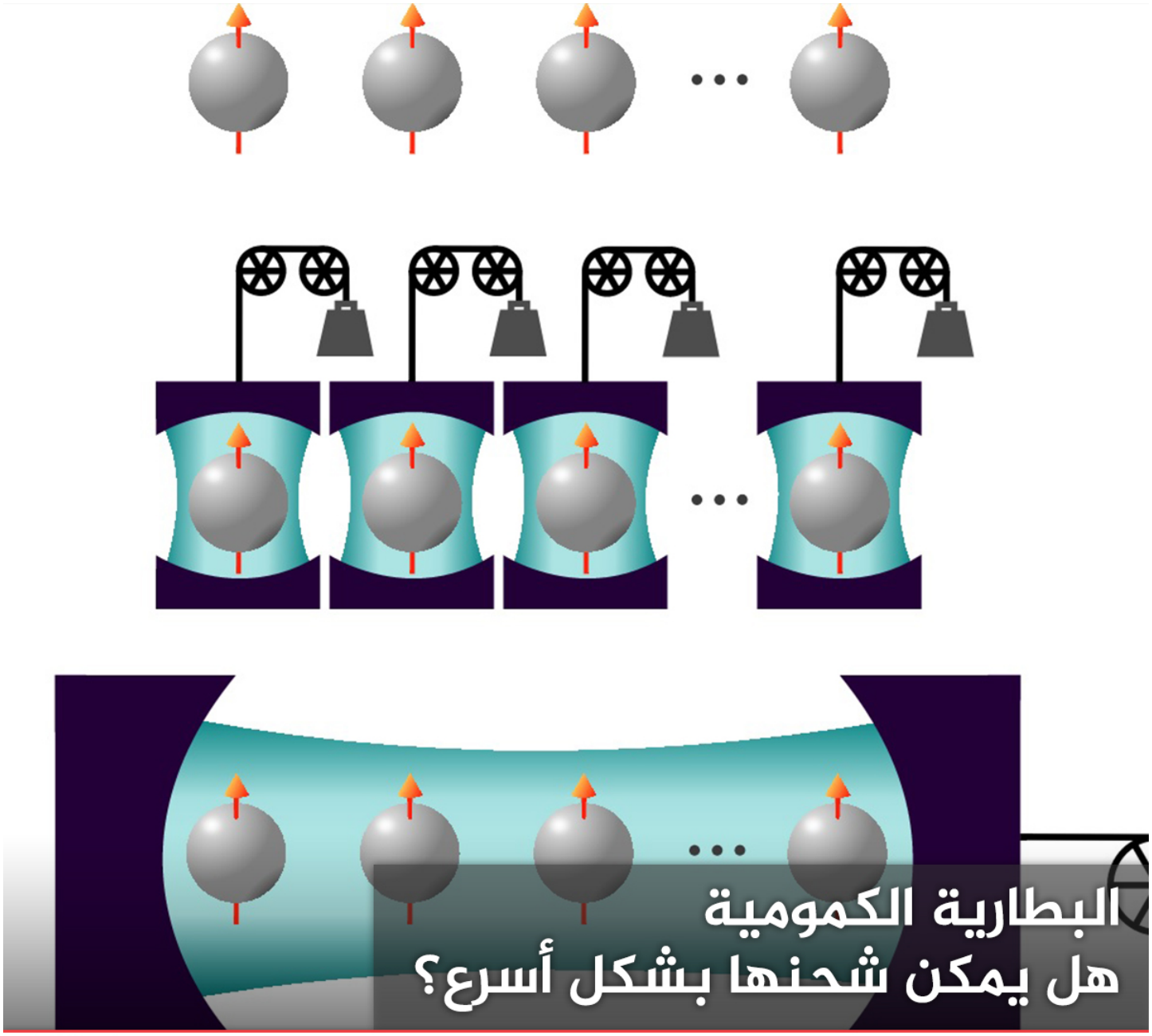
البطارية الكمومية: هل يمكن شحنها بشكل أسرع؟



صفيفة من البتات الكمومية يُمكن شحنها بالتوازي (B) أو بالمجمل (C). توضح النتائج أنه عندما يجري السماح بالعمليات المتشابكة في الصفيفة خلال الشحن، فإنّ معدل الشحن يزداد مع زيادة عدد البتّات الكمومية.

البطارية الكمومية هي عبارة عن نظام كمومي مثل البت الكمومي (**qubit**) يُخزن الطاقة داخل الحالات الكمومية. وقد برهن مجموعة من علماء الفيزياء مؤخراً على إمكانية شحن البطارية الكمومية (**quantum battery**) بسرعات أعلى مقارنةً مع البطاريات التقليدية.

وينتج هذا التسريع الكمومي عن التشابك الكمومي الحاصل بين مجموعة من البتات الكمومية المتشابكة، التي تقدم وبشكلٍ أساسي حلاً وسطاً بين حالات البتات الكمومية غير المشحونة وتلك المشحونة، ما يسمح بالشحن بشكل أسرع. وقد نشر الفيزيائي فليكس بيندر

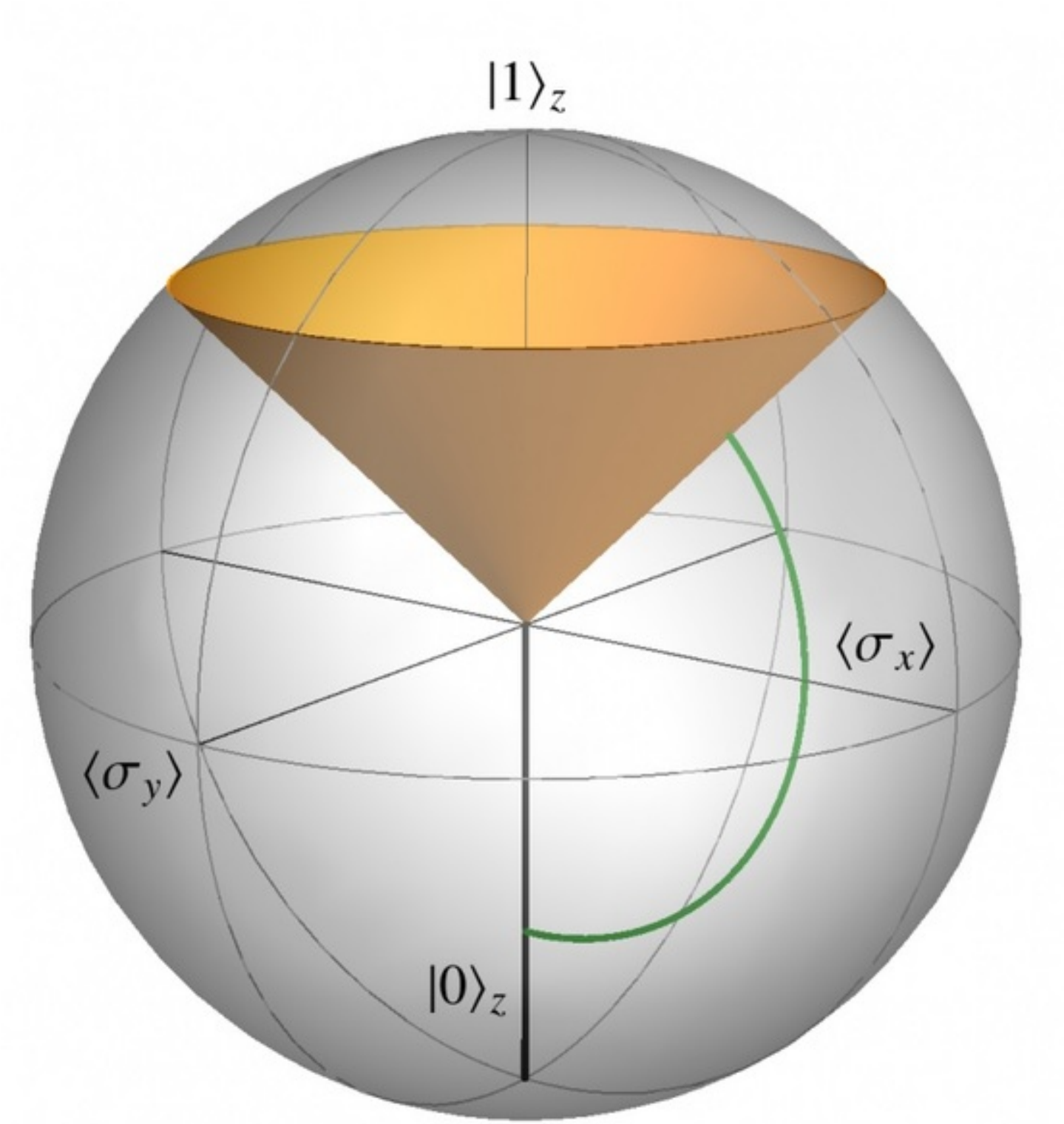
Felix C. Binder وآخرون ورقة علمية عن البطارية الكمومية في العدد الأخير من مجلة "**Physics**"، وأطلقوا على تلك البطارية اسم الخلية الكمومية (**quantacell**).

يقول بيندر وهو عالم فيزياء في جامعة أكسفورد لـ **Phys.org**: "كان هناك اهتمام كبير بالسؤال الذي يبحث فيما إذا كانت الفيزياء الكمومية قادرة على تقديم أي فائدة في مجال العمليات الترموديناميكية، "الترموديناميك هو العلم الذي يدرس العمل والحرارة والتحول بين هذين الشكلين من الطاقة".

ويتابع بيندر: "تُبرهن ورقتنا العلمية عبر استخدام مثال محدد عن الفائدة العظيمة التي يُمكن تحقيقها عندما نرغب بآلية مدتها قصيرة جداً، وفي هذا المجال تستطيع الترابطات الكمومية (**التشابك الكمومي**) أن تقود إلى تسريع معتبر".

درس العلماء بطارية كمومية مؤلفة من بتات كمومية تأخذ العديد من الأشكال الفيزيائية مثل الأيونات والذرات الحيادية والفوتونات. بإمكان البتات الكمومية أن تتواجد في حالة واحدة أو في حالتين في الوقت نفسه، وهو ما يُعرف بتراكب الحالات (**superposition**).

وفي هذا النوع من البطاريات تُمثل الحالتان سويات طاقية مختلفة، وبالتالي فإنّ شحن البطارية الكمومية يعني تغيير حالة البت الكمومي من سوية طاقية منخفضة إلى سوية طاقية أعلى، في حين أن تفريغ البطارية يعني العكس تماماً. يدعو العلماء هذه البتّات الكمومية الخاصة باسم بتّات العمل الكمومية (**work qubits**)، أو اختصاراً **wits**، لأنها قادرة على تخزين الطاقة وبعد ذلك استخدامها لتوليد عمل ما.



كرة بلوخ (Bloch shpere) توضح مخروط الحالات التي تصل إلى الاستطاعة الوسطية العظمى، أي أسرع زمن شحن. يحدث التسريع الكمومي نتيجة للمسافة الأقصر التي تم قطعها بين الحالات عندما يكون التشابك مسموحاً.

حتى الآن هذا الوصف مشابه لكيفية عمل البطارية التقليدية. على أي حال، يكمن الاختلاف الرئيسي في أن البتات الكمومية قد تتشابك، ما يعني أن تلك البتات قوية الترابط بحيث أنه يُمكن وصف صفيفة من البتات الكمومية بحالة كمومية واحدة. وعند هذه النقطة بيّن الباحثون أن إحدى عواقب التشابك تكمن في أن عملية الشحن تعني وجود مسافة أقصر يتوجب قطعها داخل فضاء الحالة ـأي بين السويّات

الطاقية المرتفعة وتلك المنخفضة- مقارنةً مع الحالة التي لا وجود للتشابك فيها.

إضافة إلى ذلك فقد برهن العلماء على أن وجود المزيد من البتّات الكمومية يعني وجود المزيد من التشابك (**entanglement**)، وبالتالي ستكون سرعة عملية الشحن أكبر. وفي البروتوكول التجريبي، يتناسب زمن الشحن عكساً مع عدد البتّات الكمومية. ولذلك، إذا احتاج شحنُ بت عمل كمومي واحد إلى ساعة واحدة، فمن الممكن شحن ست بتّات عمل كمومية خلال 10 دقائق.

ومع ذلك لا يُمكن في الواقع للحالات الكمومية النموذجية البقاء بطبيعتها الكمومية لأي فترة زمنية قريبة من تلك الفترات، وينتج ذلك عن عدم التماسك، فالتفاعلات الحاصلة مع البيئة المحيطة تؤدي إلى تدمير الآثار الكمومية (**quantum effects**).

إلى جانب عدم التماسك، فهناك عائقٌ آخر أمام استخدام البطاريات الكمومية في التطبيقات الواقعية، ويتمثل هذا العائق في أنّ كمية الطاقة التي يُمكن تخزينها صغيرة جداً مقارنةً مع الطاقة اللازمة، على سبيل المثال، لتشفير هواتف محمولة أو عربات كهربائية.

يقول جون غولد **John Goold** المؤلف المشارك في الدراسة وعالم الفيزياء من مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية في تريستا بإيطاليا: "تميل طاقات الأنظمة الكمومية إلى أن تكون أصغر بالعديد من المراتب من أصغر الطاقات المستخدمة في تطبيقات اليوم. والحجم هنا يعني الحديث عن مدى قيمة الطاقة. وتُعتبر دراستنا برهاناً على صحة المفهوم القائل بأن الفيزياء الكمومية تستطيع أن تُسرّع عملية إيداع الطاقة في النظام".

ويتابع: "ستمتلك تأثيرات التسريع هذه أهميةً في حالتين، ففي حالة الأجهزة الميكانيكية تصير الأخيرة صغيرة كفاية بحيث تكون شدة الطاقة قريبة من التطبيقات الحالية للأنظمة الكمومية، ومن الناحية الأخرى نجد أنه تم تكبير الأنظمة الكمومية وأصبحت قابلة للتحكم عن سلالم الطاقة المهمة للواقع العملي".

وللحصول على فهمٍ أفضل للتطبيقات المحتملة للبطاريات الكمومية، يُخطط الباحثون لإجراء دراسة مستقبلية للتأثيرات الكمومية على العمليات الترموديناميكية؛ والسؤال الأكبر في هذه الحالة هو التالي: هل تستطيع البطارية الكمومية إنتاج عمل (طاقة مباشرة) بدلاً عن الحرارة (طاقة عشوائية)؟

يقول بيندر: "ما ندعوه بالبطاريات الكمومية في الورقة العلمية موجودٌ في المختبرات فقط، ويُمكننا فهم كل الحالات المميزة على أنها بطارية في أي نظام كمومي يتمتع بطاقة مستقرة وقابلية للتحكم".

ويُضيف: "السؤال هو هل ستكون وجهة النظر الترموديناميكية مفيدة للتجارب الكمومية التي تحتوي أنظمة مثل الأيونات، والذرات الحيادية الباردة (على سبيل المثال: **تلك الموجودة على شبكة بلورية بصرية**)، وأنظمة المادة الكثيفة (على سبيل المثال: **البتّات الكمومية فائقة الموصلية وإلكتروديناميك الدارات الكمومية**)، أو الضوء؟".

- التاريخ: 2016-02-08
- التصنيف: فيزياء

#التشابك الكمومي #البتات الكمومية #البطاريات الكمومية #الخلية الكمومية

المصطلحات

- **البت الكمومي (الكيوبت) (qubit)**: هو أصغر وحدة معلومات كمية، وهو الذي يقابل البت في الحواسيب العادية، ويستعمل في حقل الحوسبة الكمية.

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - فراس الصفدي
- تحرير
  - سارية سنجقدار
  - منير بندوزان
- تصميم
  - صلاح الحجي
- نشر
  - مي الشاهد