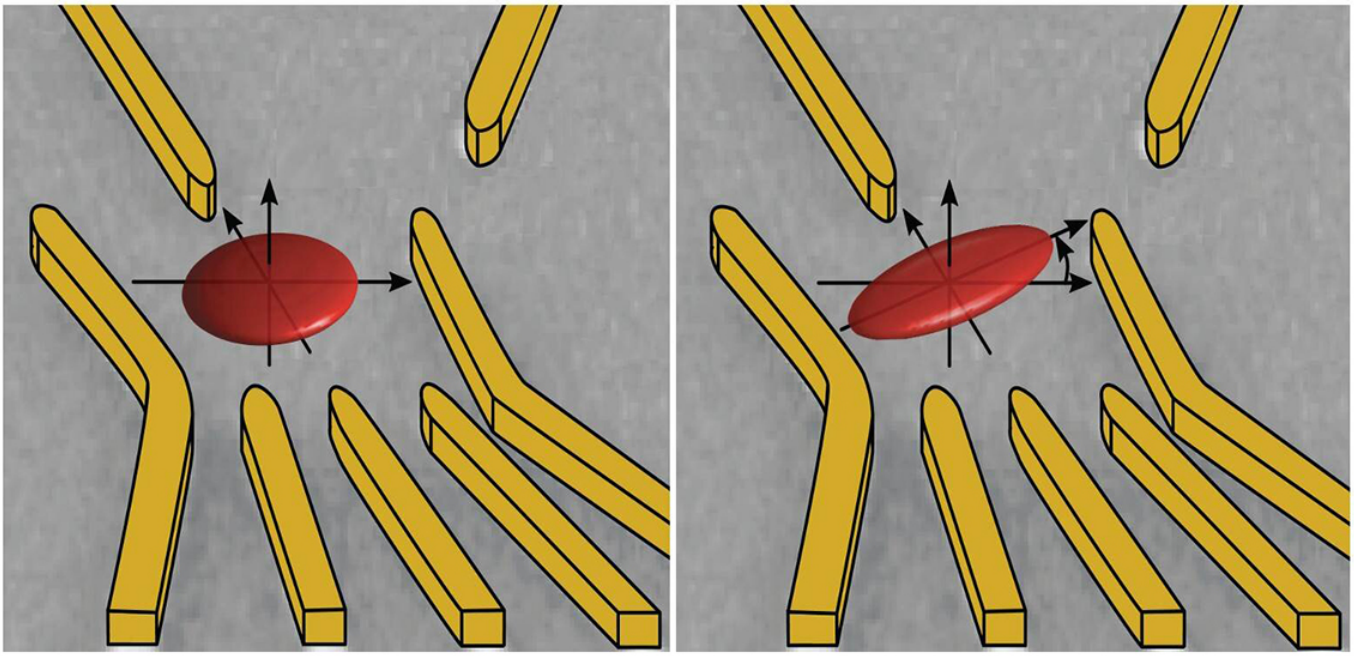
تحديد هندسة الإلكترون لأول مرة



فيزياء وفلك

تحديد هندسة الإلكترون لأول مرة

www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

توضح الصورة كيف يتم احتجاز الإلكترون في نقطة كمية Quantum Dot ، والتي تتشكل في غاز ثنائي الأبعاد في رقاقةٍ شبه موصلة. ومع ذلك، يتحرك الإلكترون داخل الفضاء، مع احتمالات مختلفة تتوافق مع دالته الموجية Wave Function، ويبقى في أماكن معينة داخل الأبواب الذهبية (في الاشكال البيضاوية الحمراء تحديداً). وباستخدام الحقول الكهربائية المطبقة على البوابات الذهبية، يمكن تغيير هندسة دالته الموجية هذه. (حقوق الصورة: جامعة بازل، قسم الفيزياء)

أظهر فيزيائيون من جامعة بازل **University of Basel** للمرة الأولى كيف يبدو الإلكترون المفرد في ذرة اصطناعية. تسمح الطريقة المبتكرة حديثًا للفيزيائيين بإظهار احتمالية وجود الإلكترون في المكان، وهو ما يسمح لهم بتحسين التحكم في اللف المغزلي spin للإلكترون. ويمكن للف المغزلي أن يقوم مقام أصغر وحدة معلومات في الحواسيب الكمومية المستقبلية. نُشرت الدراسة في مجلة

Physical Review Letters والنظرية التي تؤسس للتجربة في مجلة **Physical Review B**

للاطلاع على الدراسة: https://journals.aps.org/.../10.1103/PhysRevLett.122.207701
وللاطلاع على الدراسة النظرية للتجربة: https://journals.aps.org/.../10.1103/PhysRevB.99.085308

يعتبر اللف المغزلي للإلكترون مرشحًا واعدًا ليكون أصغر وحدة معلومات، أي ما يسمى كيوبت أو البت الكمي **qubit**، في الحواسيب الكمومية. لكن التحكم في هذا اللف وتبديل اتجاهه، أو إقرانه مع غيره ما يزال تحديًا على الفيزيائيين التغلب عليه، لهذا تعمل عليه مجموعاتٍ عدة من الباحثين في أرجاء العالم. ويعتمد استقرار اللف أو تشابك اللف لعدة إلكترونات مع بعضها على عدة عوامل، من أبرزها هندسة الإلكترونات، وهي التي استعصت على التحديد التجريبي الدقيق حتى الآن.

تحديد الهندسة متاحٌ فقط في الذرات الاصطناعية

يعمل العلماء المشتغلون في الفِرق التي يقودها الأستاذ دومينيك زومبُل **Dominik Zumbül** والأستاذ دانيال لوس **Daniel Loss** من قسم الفيزياء ومعهد علوم النانو في جامعة بازل على حل هذه المسألة. وقد ابتكروا طريقةً يمكنهم بها تحديد الهندسة المكانية للإلكترونات في النقاط الكمومية.

وما النقاط الكمومية إلا مصائد كمومية **potential trap** تسمح بتقييد وحصر الإلكترونات الحرة في مساحةٍ محددة، تبلغ ألف ضعف مساحة الذرة العادية. ولكون الإلكترونات في النقاط الكمومية تتصرف كما لو أنها مقيدة في الذرات فتسمى أحيانًا – أي النقاط الكمومية – بالذرات الاصطناعية.

وتبقى الإلكترونات ممسوكةً ضمن النقاط الكمومية عن طريق الحقول الكهربائية، وتتجول هذه الإلكترونات ضمن المساحة الخاصة بالنقطة ولكن باحتمالاتٍ متباينة من نقطةٍ لأخرى تتعلق بدالتها الموجية، لكنها لا تُغادر محبسها.

توزيع الشحنة يُلقي ضوءًا على الهندسة

يستخدم العلماء القياسات الصغرية (الميكروسكوبية) لقياس مستويات الطاقة في النقاط الكمومية ودراسة ما سيطرأ على هذه المستويات من تبدلات في حال وقوعها في حقولٍ مغنطيسيةٍ متغيرة الشدة والاتجاه. فوفقًا للنموذج النظري الذي بنَوْه سيكون من الممكن تحديد الكثافة الاحتمالية للإلكترون، وبالتالي الدالة الموجية له بدقةٍ تصل إلى أقل من النانومتر.
ويشرح لوس تلك العملية بقوله: "إذا أردنا التبسيط فإننا يمكننا باستخدام هذه العملية إظهار ما يبدو عليه الإلكترون للمرة الأولى".

فهم وتحسين أفضل

بذلك يحصل الباحثون على فهمٍ أفضل للترابط ما بين هندسة الإلكترونات وبين لف الإلكترون، الذي ينبغي أن يبقى مستقرًا أطول فترة ممكنة، وقابلًا لتغيير اتجاهه بأسرع ما يمكن حتى يكون قابلًا للاستفادة منه في الكيوبت.

وقد تمكن الباحثون ليس من رسم شكل الإلكترون وتحديد توجهاته فحسب، بل إنهم استطاعوا التحكم بالدالة الموجية له من خلال ترتيب الحقول الكهربائية المطبَّقة، وهو ما يُعطيهم الفرصة لتحسين التحكم باللف بطريقة انتقائيةٍ تمامًا.

كما أن التوجهات المكانية للإلكترونات تؤدي دورًا في تشابك اللف لعدة إلكترونات. إذا إن التشابك لإلكترونين حتى يتحقق ينبغي أن تقع دوالهم الموجية في مستوٍ، مثلما هو الحال في حال ارتباط ذرتين لتشكيل جزيء.

وبالاستعانة بهذه الطريقة المبتكرة يمكن فهم العديد من الدراسات السابقة بصورةٍ أفضل، ويمكن رفع أداء كيوبتات اللف في المستقبل

- التاريخ: 2019-05-26
- التصنيف: فيزياء

#ميكانيك الكم #البت الكمومي #الإلكترون

المصطلحات

- **التابع الموجي (wave function)**: يصف هذا التابع في ميكانيك الكم الحالة الكمومية لنظامٍ معزول مكون من جسيمٍ او أكثر.
- **البت الكمومي (الكيوبت) (qubit)**: هو أصغر وحدة معلومات كمية، وهو الذي يقابل البت في الحواسيب العادية، ويستعمل في حقل الحوسبة الكمية.

المصادر

- phys.org

المساهمون

- ترجمة
  - أحمد ميمون الشاذلي
- مُراجعة
  - سلمان عبود
- تصميم
  - سلمان عبود
- نشر
  - Azmi J. Salem