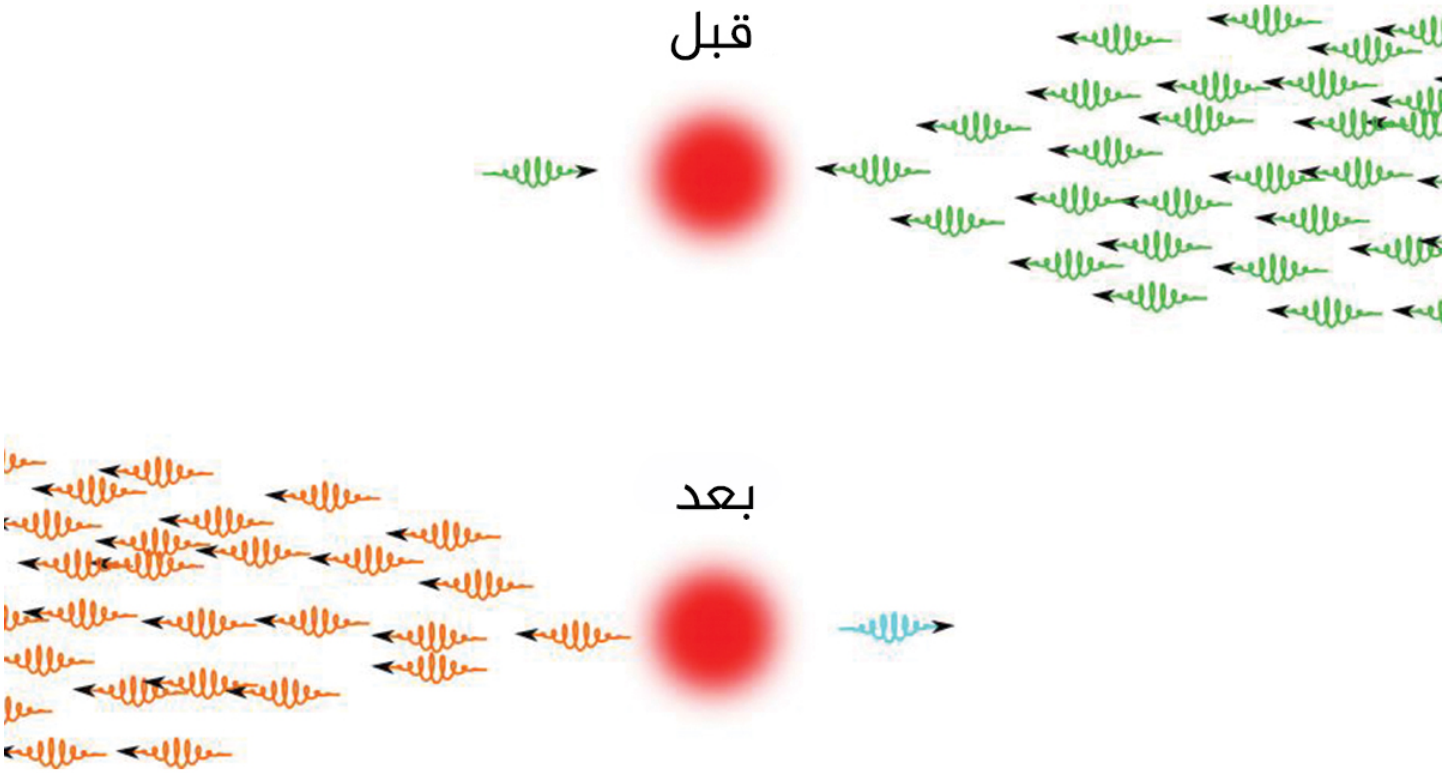
علماء فيزياء الكم يبتهجون بتفاعل ضوئي صغير



رسم فني لما يمكن أن يحدث عندما يمر فوتون واحد عبر وسيط ذري مُعد بعناية، في نفس الوقت الذي تمر به دفقة (pulse) تحوي عدة فوتونات. يمثل تغير الألوان الانزياحات الطورية غير الخطية (nonlinear phase shifts)، التي التقطتها كل دفقة بنفس قدر عدد الفوتونات في الدفقة الأخرى. ويستطيع الانزياح الطوري غير الخطي، والذي يسببه فوتونٌ واحد في دفقة تحتوي عدة فوتونات، تمكين البوابات الحتمية ثنائية الكوانتم بت (two-qubit)[1]، وهذه البوابات هي جزء مهم مفقود من أدوات معالجة المعلومات البصرية الكمومية.

المصدر: Amir Feizpour

تمكن فريق من علماء الفيزياء في جامعة تورنتو من التقدم خطوة نحو صُنع مكون أساسي للحواسيب الكمومية من الضوء النقي. يتعلق تقدمهم هذا، والذي تم وصفه في ورقة بحثية نُشرت هذا الأسبوع في مجلة **Nature Physics**، بجزء معين من دوائر الحاسوب الكهربية التي تعرف باسم "البوابة المنطقية" (**logic gate**) [2] .

تُجري البوابات المنطقية عمليات على المُدخلات البيانية لإنتاج مُخرجات جديدة. وفي الحواسيب التقليدية، تأخذ البوابات المنطقية شكل الصمامات الثنائية (**diodes**) أو الترانزستورات. أما مكونات الكمبيوتر الكمومي (**quantum computer**) فتُصنع من ذرات فردية وجسيمات دون ذرية. وتتم معالجة المعلومات فيها عندما تتفاعل الجسيمات مع بعضها البعض وفقاً لقوانين فيزياء الكم الغريبة.

تتمتع جسيمات الضوء ـ والتي تُعرف باسم "الفوتونات" (**photons**)ـ بعدة مزايا في مجال الحوسبة الكمومية، لكنها سيئة السمعة فيما يتعلق بصعوبة حملها على التفاعل مع بعضها البعض على نحو مفيد. وقد أثبتت هذه التجربة كيفية إحداث مثل هذه التفاعلات.

"لقد شهدنا تأثير جسيّم واحد من الضوء على حزمة شعاع ضوئي آخر"، كما يقول إبراهيم شتاينبرغ (**Aephraim Steinberg**) كبير زملاء المعهد الكندي للبحوث المتقدمة (**CIFAR**)، وأحد معدِّي الورقة البحثية، وهو باحثٌ لدى مركز المعلومات الكمومية والحوسبة الكمومية التابع لجامعة تورونتو. ويضيف شتايتبيرغ: "عادة ما تمر حزم الأشعة الضوئية عبر بعضها البعض دون أي تأثير على الإطلاق. لكن بناء تقنياتٍ مثل الحواسيب الكمومية البصرية (**optical quantum computers**) يتطلب أن تتحدث حزم أشعتك مع بعضها البعض، وهذا لم يحدث سابقاً باستخدام فوتون واحد قط".

لقد كان التفاعل عبارة عن عملية من خطوتين. فقد أطلق الباحثون فوتوناً واحداً على ذرات الروبيديوم (**Rubidium**)، والتي برَّدوها إلى درجة جزء من المليون فوق الصفر المطلق. مما أدى إلى "اشتباك" (**entangled**) الفوتونات مع الذرات، الأمر الذي أثر في طريقة تفاعل الروبيديوم مع حزمة شعاع ضوئي منفصلة. وقد غير الفوتون مؤشر انكسار الذرات (**refractive index**)، مما تسبب في "انزياح طوري" (**phase shift**) ضئيل، ولكن يمكن قياسه، في حزمة الشعاع.

ومن الممكن استخدام هذه العملية باعتبارها بوابة منطقية كمومية بصرية بالكامل (**all-optical quantum logic gate**)، والتي تسمح بتمرير المُدخلات ومعالجة البيانات والمُخرجات.

ويرى شتاينبرغ أن: "البوابات المنطقية الكمومية هي التطبيق الأكثر وضوحاً لهذا التقدم". ويضيف: "إلا أن التمكن من مشاهدة هذه التفاعلات يُعد صفحة البداية لحقل جديد تماماً من البصريات. إذ أننا نفهم جيداً معظم ما يفعله الضوء، لدرجة أنك لن تفكر به كحقل للأبحاث الحديثة. ولكن، هناك استثناءان كبيران: ما الذي يحدث حين تتعامل مع جسيم واحد من الضوء في كل مرة؟ وما الذي يحدث عندما يكون هناك وسط ما، مثل ذراتنا الباردة، يسمح لحزم مختلفة من أشعة الضوء بالتفاعل مع بعضها البعض؟".

ويقول شتانيبيرغ أن كلا السؤالين قد دُرسا كلٌ على حدة، لكنهما لم يُدرسا معاً حتى الآن.

ملاحظات

[1] الكوانتم بت، هي وحدة قياس المعلومات الكمومية. .

[2] البوابة المنطقية، في مجال الإلكترونيات، هي جهاز مثالي أو مادي يُطبق الدالة البوليانية لإجراء العمليات المنطقية على واحد أو أكثر من المُدخلات المنطقية، لينتج مُخرجاً منطقياً واحداً.

- التاريخ: 2015-09-11
- التصنيف: فيزياء

#الفوتونات #البت الكمومي #الحواسب الكمومية #الحواسيب الكمومية البصرية

المصطلحات

- **الحواسيب الكمومية (Quantum computers)**: هي الحواسيب التي تعتمد على مبادئ ميكانيك الكم وظواهره مثل التراكب الكمي والتشابك الكمي لمعالجة البيانات. تُقاس البيانات في الحواسيب التقليدية بواحدة البت، أما في الحواسيب الكمومية فتقاس بالكيوبت Qubit
- **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
  - هدى الدخيل
- مُراجعة
  - فراس الصفدي
- تحرير
  - هبة الأمين
  - سومر عادلة
- تصميم
  - أنس شحادة
- نشر
  - مي الشاهد