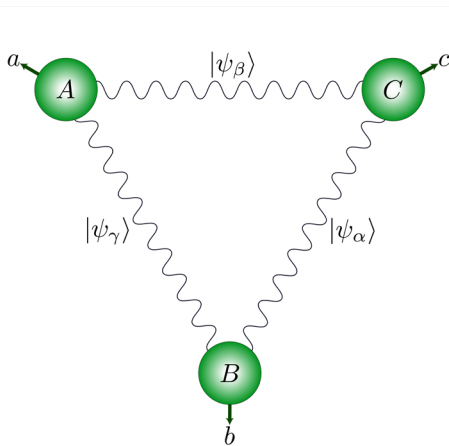




Quand les photons font ménage à trois

Des physiciens de l'UNIGE ont découvert une nouvelle propriété quantique: en plaçant trois paires de photons en réseau, il est possible de les intriquer entre eux et de créer de nouvelles corrélations ultra fortes.



Un réseau quantique avec une structure triangulaire présente des corrélations quantiques nonlocales d'un type fondamentalement nouveau.

Illustrations haute définition

Une des propriétés propres aux particules quantiques est l'intrication: par exemple, lorsque deux photons sont intriqués, l'état quantique du premier sera parfaitement corrélé à l'état quantique du second, même s'ils sont éloignés l'un de l'autre. Mais que se passe-t-il lorsque l'on place en réseau trois paires de photons intriqués que l'on sépare de leur jumeau? Des chercheurs de l'Université de Genève (UNIGE), en collaboration avec l'Institut de recherche en sciences fondamentales (IPM) de Téhéran, ont prouvé théoriquement qu'une nouvelle forme de corrélations quantiques en réseau est possible : en forçant deux photons de paires distinctes à s'intriquer, la liaison se fait également avec leur photon jumeau présent ailleurs dans l'espace du réseau, formant un triangle ultra corrélé. Ces résultats, à lire dans la revue *Physical Review Letters*, ouvrent de nouvelles perspectives d'applications en cryptographie, tout en offrant un renouveau de la physique quantique à son niveau le plus fondamental.

L'intrication signifie que deux particules quantiques, par exemple des photons, ne forment qu'un seul système physique, malgré la distance les séparant. Chaque action sur l'un des deux photons se répercute alors sur son photon «jumeau». Ce principe d'intrication donne lieu à la non-localité quantique: les mesures et statistiques des propriétés observées sur un des photons sont intimement corrélées aux mesures effectuées sur l'autre photon. «La non-localité quantique a été découverte théoriquement par John Stewart Bell en 1964 et a permis de démontrer que les corrélations des photons sont de nature purement quantique, et ne peuvent donc pas être expliquées par la physique classique, explique Nicolas Brunner, professeur associé au Département de physique appliquée de la Faculté des sciences de l'UNIGE. Ce principe pourrait être utilisé pour générer des clés de chiffrement ultra sécurisées.»

Forcer l'intrication de photons en réseau: est-ce possible?

Mais est-ce que ce principe de non-localité quantique fonctionne toujours si l'on place plusieurs paires de photons en réseau? «Pour répondre à cette question, nous avons imaginé une expérience comprenant trois paires de photons qui sont ensuite séparées et dispersées en trois points formant un triangle: à chaque sommet, deux photons d'une paire différente se retrouvent ensemble», explique Marc-Olivier Renou, chercheur au Département de physique appliquée de la Faculté des sciences de l'UNIGE.

Dans un deuxième temps, les physiciens ont forcé les deux photons de chaque sommet du triangle à s'intriquer en les faisant interagir

entre eux, puis ils ont effectué une mesure sur eux. Enfin, ils ont démontré que les statistiques résultants de ces mesures ne peuvent pas s'expliquer par une théorie physique locale. Qui plus est, ces statistiques sont si fortement corrélées, qu'elles pourraient représenter une nouvelle forme de corrélations quantiques. «Cela pourrait devenir une nouvelle version du théorème de Bell, propres aux réseaux quantiques», s'enthousiasme Nicolas Brunner.

Cette importante découverte théorique souligne la puissance des corrélations quantiques dans les réseaux, qui dépasse largement ce qu'imaginaient les chercheurs. L'étape suivante consistera à observer ces phénomènes au laboratoire. «Ceci ne va pas être un jeu d'enfant, car la réalisation d'une telle expérience reste pour l'instant extrêmement ardue», conclut Nicolas Gisin, professeur au Département de physique appliquée de la Faculté des sciences de l'UNIGE.

contact

Nicolas Brunner

Professeur associé au Département de
physique appliquée
Faculté des sciences
+41 22 379 43 68
Nicolas.Brunner@unige.ch

DOI: 10.1103/PhysRevLett.123.140401

UNIVERSITÉ DE GENÈVE **Service de communication**

24 rue du Général-Dufour
CH-1211 Genève 4

Tél. +41 22 379 77 17
media@unige.ch
www.unige.ch