

Contenu archivé le 2024-06-18

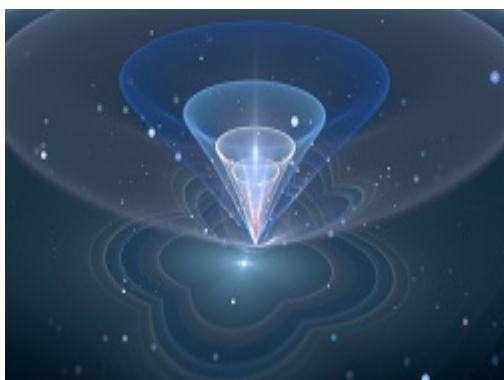


Emulators of Quantum Frustrated Magnetism

Résultats en bref

Des qubits stables nous rapprochent de l'informatique quantique

Des scientifiques financés par l'UE ont annoncé l'observation de nouvelles phases de la matière pour les atomes ultra-froids en utilisant des simulations quantiques. Les qubits basés sur des ensembles stables d'atomes ultra-froids, se déplaçant lentement, offrent une plateforme évolutive prometteuse pour l'informatique quantique.



© sakkmasterke, Shutterstock

La simulation quantique consiste à utiliser un système quantique dans des conditions de laboratoire contrôlées afin de simuler un autre système quantique, dont la description dépasse les capacités des ordinateurs classiques. Cette approche est bien résumée par la phrase mémorable de Richard Feynman, physicien théoricien réputé: «La nature n'est pas classique, et si vous voulez faire une simulation de la nature, vous feriez mieux de la faire par le biais de la mécanique

quantique.»

Les atomes ultra-froids et les ions froids piégés constituent l'un des outils les plus prometteurs pour simuler le comportement de systèmes complexes à plusieurs corps. Le haut niveau de contrôle et les nouvelles possibilités de détection

permettent d'étudier de nouveaux états quantiques de la matière qu'il est presque impossible d'obtenir à l'échelle macroscopique. «Jusqu'ici, des progrès significatifs ont été réalisés en ce qui concerne le développement de simulateurs quantiques capables de prédire le comportement de systèmes quantiques complexes ayant été mis au point. Cela implique de modéliser, de façon contrôlée, les opérateurs hamiltoniens d'un système à plusieurs corps d'une complexité croissante», explique le professeur Fabrizio Illuminati, du projet [EQuaM](#), financé par l'UE.

Du chaos surgit l'ordre

EQuaM a ouvert la porte à une meilleure compréhension des phénomènes physiques qui semblent avoir un rapport avec les propriétés quantiques collectives de certains matériaux. Les chercheurs travaillant sur le projet ont étudié attentivement les ensembles d'atomes ultra-froids en interaction et les ont manipulés afin de simuler le comportement d'aimants quantiques frustrés.

«La frustration joue un rôle central dans les états exotiques de la matière tels que les liquides de spins quantiques», note le professeur Illuminati. Les aimants frustrés empêchent l'agencement ordonné des spins des électrons, et ils s'effondrent dans un état semblable à un liquide. Les spins des électrons continuent à pointer dans des directions différentes, même à des températures proches du zéro absolu.

Pourtant, les chercheurs ont remarqué que les atomes semblaient se positionner spontanément selon un ordre de nature différente, régulé par des structures ordonnées d'intrication quantique à longue distance à de plus grandes échelles – du moins à l'échelle examinée lors de l'expérience. «Pour les chercheurs, un défi majeur consistait à recréer les conditions requises pour développer des matériaux sous forme de liquides de spins quantiques en laboratoire et de développer des outils appropriés pour leur détection et leur contrôle, censés permettre une compréhension parfaite de leurs propriétés», ajoute le professeur Illuminati.

La frustration se transforme en aubaine

L'observation des caractéristiques d'un liquide de spins dans une structure d'aimant quantique frustré offre des opportunités fondamentales pour comprendre la physique au carrefour de la matière condensée et du traitement de l'information quantique. «Un aspect central de ce nouvel état quantique étrange de la matière ordonnée réside dans son caractère topologique. En d'autres termes, il sépare ses propriétés géométriques globales des formes géométriques locales attribuées à l'interaction entre les composants microscopiques. Cela le rend particulièrement résistant aux perturbations induites par les imperfections locales et les influences extérieures», explique le professeur Illuminati. Mais en quoi cela concerne-t-il d'éventuelles applications quantiques?

La réalisation de qubits avec de longs temps de cohérence est au cœur de l'ensemble des technologies de l'information quantique. La capacité des qubits à rester superposés et à s'intriquer est sévèrement compromise par les imperfections intrinsèques du système et par toute fluctuation provoquée par l'interaction avec l'environnement externe. En utilisant le mouvement collectif des atomes simulant l'aimant frustré, il est possible de créer des qubits topologiques protégés des interactions avec l'environnement.

L'objectif ambitieux de l'informatique quantique topologique consiste à développer un matériel insensible à la décohérence, atténuant ainsi la nécessité d'une correction active des erreurs. «EQuaM a mis en place une approche passive des technologies quantiques efficaces au lieu d'une technologie active basée sur la correction d'erreurs, ce qui constitue une première européenne. Tous les systèmes et configurations de matière quantique topologique sont intrinsèquement stables et résistent ainsi aux effets néfastes du bruit environnemental», souligne le professeur Illuminati.

EQuaM a démontré qu'il était possible de créer en laboratoire des phases stables et ordonnées de matière quantique avec des ensembles d'atomes ultra-froids et a amélioré notre compréhension théorique des propriétés quantiques collectives de ce type de matière. Ces résultats constituent un pas en avant «de plusieurs bits» dans le domaine des atomes ultra-froids. Ils seront d'un grand intérêt pour la vaste communauté de chercheurs qui explorent les domaines de la cohérence et de l'information quantique, en particulier en ce qui concerne la conception d'ordinateurs quantiques et de mémoires quantiques topologiques stables et fiables.

Mots-clés

EQuaM, qubit, calcul quantique, atome ultra-froid, aimant frustré, liquide de spins, ordre topologique

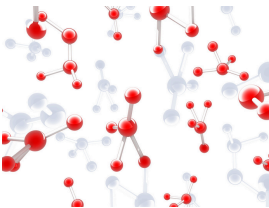
Découvrir d'autres articles du même domaine d'application



Les polymères magnétiques, un matériau d'avenir



Superposition des ordres d'opération pour un calcul quantique plus performant



Capter les premières étapes du transfert d'électrons dans les molécules organiques



Le prix Nobel de physique 2023 décerné à deux chercheurs financés par l'UE



Informations projet

EQuaM

N° de convention de subvention: 323714

[Site Web du projet](#)


Projet clôturé

Date de début
1 Octobre 2013

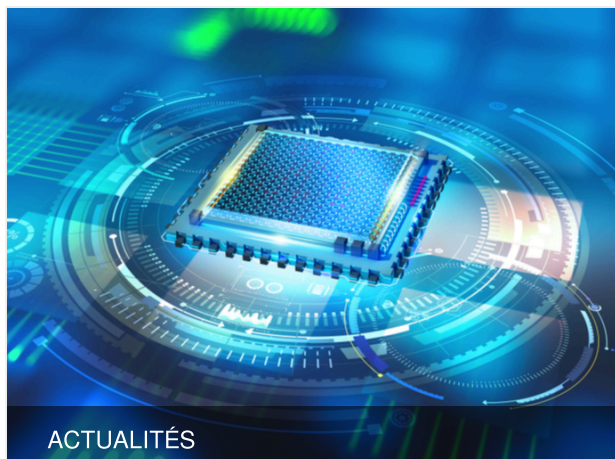
Date de fin
30 Juin 2017

Coût total
€ 2 621 829,00

**Contribution de
l'UE**
€ 1 945 900,00

Coordonné par
**UNIVERSITA DEGLI STUDI DI
SALERNO**
 Italy

Articles connexes



PROGRÈS SCIENTIFIQUES

**L'informatique quantique fait un pas en
avant grâce aux nouveaux qubits-trous**



6 Juillet 2021

Dernière mise à jour: 24 Septembre 2018

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/239654-stable-qubits-draw-quantum-computing-closer/fr>

European Union, 2025