

 Zawartość zarchiwizowana w dniu 2024-04-23

Wiadomości ERBN - Jak spleść dwa elektrony, a następnie powtórzyć to wielokrotnie

Teoria kwantowa, chociaż jest jedną z najbardziej udanych teorii naukowych w historii, zawiera w sobie kilka zaskakujących idei, takich jak spin kwantowy, zasada nieoznaczoności, dualność korpuskularno-falowa, splećanie kwantowe oraz nielokalność, określona przez Einsteina jako "upiorne oddziaływanie na odległość". Jednak nie są to wyłącznie abstrakcyjne, czysto teoretyczne koncepcje: Dr Szabolcs Csonka pracuje nad odseparowaniem pojedynczych cząsteczek, w celu zbadania powyższych zjawisk w przypadku elektronów, przybliżając tym samym o krok wizję stworzenia komputerów kwantowych.



GOSPODARKA
CYFROWA



"W nadprzewodnikach elektrony znajdują się w interesującym stanie", mówi dr Csonka.

"Pragniemy wykorzystać nadprzewodniki do stworzenia splećanych, odseparowanych przestrzennie par elektronów, które będą się

zachowywać jak pojedynczy obiekt kwantowy". Wewnątrz atomu elektrony krążą wokół umiejscowionego centralnie jądra. Co więcej, podobnie jak Ziemia kręci się wokół własnej osi okrążając Słońce, elektrony posiadają spin. Na tym jednak kończą się podobieństwa. Spin elektronowy jest pojęciem kwantowym, którego praktycznie nie da się zilustrować, jednak ze względu na to, że informacja na temat spinu jest zachowywana podczas przesyłania elektronów, zjawisko to mogłoby stać się podstawą komputerów kwantowych oraz kwantowego przetwarzania informacji. Cząsteczki takie jak elektrony mogą ponadto ulec "splećaniu" ('entanglement'). W przypadku splećania elektronów spin jednego z nich zawsze odpowiada spinowi drugiego - niezależnie od odległości, która je dzieli. "Nielokalność" powyższego splećania oznacza, że dwie cząsteczki można traktować jak pojedynczy obiekt, nawet jeśli dzieli je pewna odległość. Naukowcy pragną bardziej dokładnie zbadać to zaskakujące zjawisko.

Jako konkretny przykład może posłużyć "para Coopera", powstająca wśród elektronów w sposób naturalny w nadprzewodnikach – materiałach o zerowej lub bliskiej zera oporności elektrycznej. "Pragniemy rozdzielić elektrony w parze Coopera i sprawić, by jeden z nich znalazł się w pobliżu jednego z biegunów (lub elektrod), a drugi w pobliżu drugiego z nich", mówi dr Csonka. By osiągnąć powyższy cel dr Csonka wykorzystuje tranzystory jedno-elektronowe ('single-electron transistor' – SET), zlokalizowane na poszczególnych krańcach nadprzewodnika, które "wyłapują" splątane elektrony. "Mechanizm działania powyższego rozwiązania jest podobny do drzwi obrotowych, przez które ludzie mogą przechodzić wyłącznie pojedynczo", tłumaczy dr Csonka. Tranzystor SET pozwala dodawać elektrony wyłącznie pojedynczo, uwalniając tym samym drugi elektron z pary w nadprzewodniku. "Jednak nadprzewodniki nie lubią pojedynczych elektronów", dodaje dr Csonka, "dlatego wolny elektron natychmiast przemieszcza się na drugi koniec materiału nadprzewodnikowego, gdzie przechodzi przez drugi tranzystor SET, dzięki czemu na każdym końcu nadprzewodnika mamy jeden splątany elektron". Po podłączeniu biegunów do tranzystorów SET, powyższy przyrząd staje się "urządzeniem do splątывania", które pozwala wydajnie tworzyć splątane pary i kontrolować je. "Zanim rozpoczęliśmy swe prace wydajność tego rodzaju urządzeń oscylowała wokół 3 %", mówi dr Csonka, "udało nam się jednak osiągnąć wydajność rzędu 20 %, a obecnie pracujemy nad dalszym zoptymalizowaniem tranzystorów i zwiększeniem wydajności systemu".

Wciąż splątani?

Celem drugiej części projektu jest udowodnienie, że po rozdzieleniu pary elektronów nie zanika zjawisko splątania, a także sprawdzenie maksymalnej odległości, na jaką można rozdzielić elektrony oraz maksymalnego czasu separacji, bez utraty splątania. "Jeśli uda nam się zoptymalizować rozdzielenie, to splątane pary elektronów będzie można wykorzystać w komputerach kwantowych", tłumaczy dr Csonka, "w których splątane, kwantowe bity będą musiały znajdować się stosunkowo daleko od siebie". "Co więcej, będziemy mogli połączyć nasz generator splątanych par elektronów z "konwerterem elektronowo-fotonowym", dodaje Csonka. "W takim rozwiązaniu informacje na temat spinu elektronów znajdują odzwierciedlenie w polaryzacji fotonów, a ponieważ elektrony są splątane, fotony również ulegają splątaniu". W związku z powyższym szybki i wydajny generator splątanych elektronów może stać się wydajnym generatorem splątanych fotonów. Dr Csonka ma nadzieję, że "masowa produkcja" splątanych par elektronów i fotonów zapewni surowiec niezbędny do przeprowadzania dalszych eksperymentów i przybliży o krok praktyczną implementację komputerów kwantowych.

Szczegółowe informacje o projekcie:

- Kierownik naukowy: Dr Szabolcs Csonk
- Siedziba projektu: Uniwersytet Techniczno-Ekonomiczny w Budapeszcie, Węgry
- Projekt: Pary Coopera jako źródło splątania kwantowego ('Cooper pairs as a source of entanglement' - Coopairment)
- Wezwanie ERC: Grant początkowy 2011
- Wsparcie ERC: 1,5 milionów euro
- Czas trwania projektu: pięć lat

Pozostałe informacje

- [strona internetowa zespołu badawczego, któremu przewodzi Dr Szabolcs Csonka](#)


Słownik

- Interpretacja kopenhaska – powszechnie uznany sposób postrzegania mechaniki kwantowej, w którym bada się wyłącznie prawdopodobieństwo obserwacji i pomiaru właściwości "cząstek", które zachowują się jak fale.
- Spin elektronu lub "spin kwantowy" - podobnie jak Ziemia obraca się wokół własnej osi poruszając się jednocześnie po orbicie wokół Słońca, elektrony posiadają "spin", jednocześnie krążąc wokół jądra atomu. Na tym jednak kończą się podobieństwa, gdyż "spin kwantowy" nie jest zjawiskiem analogicznym do obrotu w klasycznej przestrzeni fizycznej.
- Splątanie kwantowe - powstaje jako efekt takiego wzajemnego oddziaływania pomiędzy dwoma cząstkami (np. fotonami lub elektronami), że tę parę cząstek (ich pozycję, ruch, spin, polaryzację itd.) można ująć za pomocą pojedynczego, nierozzerwalnego opisu kwantowego. Zgodnie z interpretacją kopenhaską wartość obserwowalnego, wspólnego stanu powyższych cząstek jest nieokreślona do czasu jej zmierzenia, po którym jeden z członków pary przyjmuje wartość oznaczoną ('spin up'), natomiast drugi członek pary wartość z nią skorelowaną ('spin down'). Wyniki pomiarów przeprowadzanych na poszczególnych członkach pary są wówczas powiązane i nie zależą od odległości dzielącej splątane cząstki.

Powiązane projekty



European Research Council
Established by the European Commission

ARCHIVED

Cooper pairs as a source of entanglement

COOPAIRENT

1 Sierpnia 2019

PROJEKT

Ostatnia aktualizacja: 16 Grudnia 2013

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/90196-erc-stories-how-to-entangle-two-electrons-and-do-it-again-and-again/pl>

European Union, 2025