

ANZEIGE



07.10.2024

Andreev-Qubits über makroskopische Distanz kohärent gekoppelt

Forschern gelingt erstmals starke Kopplung über einen Mikrowellenresonator.

Physikern der Uni Basel ist es erstmals gelungen, zwei Andreev-Qubits über eine makroskopische Distanz kohärent miteinander zu koppeln. Sie erreichten dies mithilfe von Mikrowellen-Photonen, die in einem schmalen supraleitenden Resonator generiert werden. Die Forscher haben damit die Basis für die Nutzung von gekoppelten Andreev-Qubits in der Quantenkommunikation und im Quantencomputing gelegt.

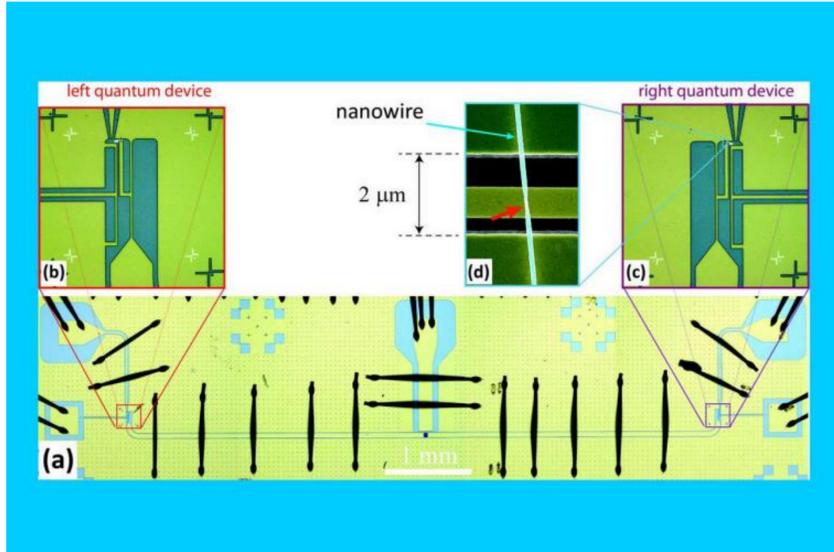


Abb.: Andreev-Qubit-Koppler: Der lange Mikrowellenresonator (a) koppelt zwei Andreev-Qubits (links (b), rechts (c)). Der Anschluss im mittleren Teil von Bild (a) ist der Ausleseanschluss. Die Vergrößerung eines einzelnen Nanodrahts (d) gibt eine Vorstellung über die Winzigkeit eines einzelnen Qubits. Der Nanodraht ist mit einem Supraleiter (Cyan) beschichtet. Der eigentliche Andreev-gebundene Zustand, der die Qubit Zustände bildet, befindet sich in dem durch den roten Pfeil gekennzeichneten zentralen weißen Abschnitt. Auch auf dem linken Quantenbauelement befindet sich ein ähnlicher Nanodraht.

Quelle: C. Schönenberger, U. Basel

Andreev-Paar-Qubits entstehen an Grenzflächen zwischen einem Metall und einem Supraleiter durch einen als Andreev-Reflexion bezeichneten Vorgang. Dabei gelangt ein Elektron aus dem Metall in den Supraleiter und wird dort Teil eines Cooper-Paars – während ein Loch, das sich wie ein positives Teilchen verhält, ins Metall zurück reflektiert wird. Durch die Wechselwirkung zwischen den Elektronen im Metall und den Cooper-Paaren im Supraleiter entstehen an den Grenzflächen der beiden Materialien Andreev-Zustände, die als Basiszustände des Qubits dienen. Sie sind relativ robust gegenüber Störungen von außen und die Kohärenzzeit, während der eine Überlagerung bestehen bleibt, ist vergleichsweise lang. Zudem lassen sie sich recht gut in moderne elektrische Schaltkreise einbauen und steuern – alles Faktoren, die für die Entwicklung zuverlässiger und skalierbarer Quantencomputer von Vorteil sind.

Die Forscher haben jetzt erstmals zwei Andreev-Qubits, die sich beide in einem halbleitenden Nanodraht befinden, quantenmechanisch stark miteinander gekoppelt. Die Ergebnisse stimmen dabei sehr gut mit theoretischen Modellen überein.

„Wir haben die beiden Andreev-Qubits auf eine große Distanz voneinander an den beiden Enden eines langen supraleitenden Mikrowellenresonators gekoppelt. Dies erlaubt den Austausch von Mikrowellenphotonen zwischen dem Resonator und den Qubits“, erklärt Christian Schönenberger von der Uni Basel, dessen Team die Experimente durchgeführt hat.

Der Mikrowellenresonator kann dabei auf zwei verschiedene Arten eingesetzt werden. In einem Modus lassen sich die Qubits über den Resonator auslesen. Dabei gewinnen die Forscher Informationen über ihren Quantenzustand. Der zweite Modus wird genutzt, um die beiden Qubits miteinander zu koppeln. Sie können so miteinander kommunizieren, ohne Mikrowellenphotonen zu verlieren. Die beiden Qubits sind dann nicht mehr unabhängig voneinander, sondern teilen einen gemeinsamen neuen Quantenzustand – was für die Entwicklung von Quantenkommunikation und Quantencomputer unerlässlich ist.

„Mit unseren Arbeiten verbinden wir drei Quantensysteme, sodass diese untereinander Photonen austauschen können. Unsere Qubits selbst sind nur je etwa hundert Nanometer groß und wir koppeln sie über eine makroskopische Distanz von sechs Millimetern“, sagt Team-Mitglied Andreas Baumgartner. „Wir konnten damit zeigen, dass sich Andreev-Paar-Qubits als kompakte und skalierbare Festkörper-Qubits eignen.“

U. Basel / RK

Weitere Infos

- Originalveröffentlichung
L. Y. Cheung et al.: Photon-mediated long-range coupling of two Andreev pair qubits, Nat. Phys., online 3. Oktober 2024; DOI: 10.1038/s41567-024-02630-w
- Swiss Nanoscience Institute, Universität Basel, Schweiz



Sonderhefte



Sonderausgaben

Physics' Best and Best of

Die Sonderausgaben präsentieren kompakt und übersichtlich neue Produktinformationen und ihre Anwendungen und bieten für Nutzer wie Unternehmen ein zusätzliches Forum.

EnergyViews

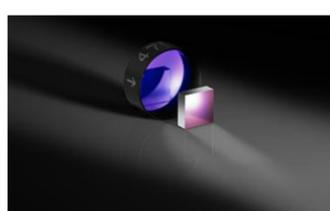


Dossier

EnergyViews

Die neuesten Meldungen zu Energieforschung und -technologie von pro-physik.de und Physik in unserer Zeit.

Produkte des Monats



Edmund Optics GmbH

Fluoreszenz-Bandpassfilter ab Lager

Meist gelesen



22.05.2024 • Nachricht • Forschung

Zeitmessung beim Tunneleffekt

Vorschlag für eine neue Geschwindigkeitsmessung von Quantenteilchen.



28.05.2024 • Nachricht • Forschung

Sonnenzyklen neu gedacht

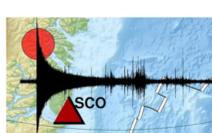
Rossby-Wellen können die verschiedenen Aktivitätszyklen der Sonne erklären helfen.



26.08.2024 • Nachricht • Forschung

Kagome-Supraleiter schlägt hohe Wellen

Theorie eines exotischen Quantenphänomens experimentell bestätigt.



13.08.2024 • Nachricht • Forschung

Megatsunami in schmalen Fjord

Bergsturz löste offenbar eine bis zu 200 Meter hohe Flutwelle aus.



15.05.2024 • Nachricht • Forschung

Eine Funkenverbindung mit Atomen

Quantenfunken eröffnen Einblicke in Vorgänge, die auf Längenskalen einzelner Atome und auf Zeitskalen von weniger als einer Billionstel Sekunde ablaufen.

pro-physik Newsletter!

Top Meldungen, exklusive Stellenangebote und viele weitere aktuelle Nachrichten aus der Physik!

Mit Ihrer Anmeldung stimmen Sie unseren **Datenschutz-Bestimmungen** zu.

Absenden

