

Press release

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

Dr. Ina Helms

05/11/2020

<http://idw-online.de/en/news747177>

Research results, Scientific Publications
Energy, Information technology, Physics / astronomy
transregional, national



Zukünftige Informationstechnologien: Dreidimensionale Quanten-Spin-Flüssigkeit entdeckt

Quanten-Spin-Flüssigkeiten sind Kandidaten für den Einsatz in zukünftigen Informationstechnologien. Bisher sind Quanten-Spin-Flüssigkeiten meist nur in ein- oder zweidimensionalen magnetischen Systemen zu finden. Nun hat eine internationale Kooperation unter der Leitung eines HZB-Teams Kristalle aus $\text{PbCuTe}_2\text{O}_6$ mit Neutronenexperimenten untersucht. Sie fanden Spin-Flüssigkeits-Verhalten in drei Dimensionen, bedingt durch ein sogenanntes Hyper-Hyperkagome-Gitter. Die experimentellen Daten passen sehr gut zu theoretischen Simulationen, die am HZB durchgeführt wurden.

IT-Bauelemente basieren heute auf elektronischen Prozessen in Halbleitern. Der nächste wirkliche Durchbruch könnte darin bestehen, dass andere Quantenphänomene genutzt werden, zum Beispiel Wechselwirkungen zwischen winzigen magnetischen Momenten im Material, den Spins. So genannte Quanten-Spin-Flüssigkeitsmaterialien könnten Kandidaten für solche neuen Technologien sein. Sie unterscheiden sich deutlich von herkömmlichen magnetischen Materialien, da Quantenfluktuationen die magnetischen Wechselwirkungen dominieren: Aufgrund geometrischer Zwänge im Kristallgitter können Spins nicht alle zusammen in einem Grundzustand "einfrieren" - sie sind gezwungen zu fluktuieren, selbst bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt.

Seltenes Quantenphänomen

Quanten-Spin-Flüssigkeiten sind selten und wurden bisher vorwiegend in zweidimensionalen magnetischen Systemen gefunden. Dreidimensionale isotrope Spinflüssigkeiten werden meist in Materialien gesucht, bei denen die magnetischen Ionen Pyrochlor- oder Hyperkagome-Gitter bilden. Ein internationales Team unter der Leitung der HZB-Physikerin Prof. Bella Lake erforschte nun Proben von $\text{PbCuTe}_2\text{O}_6$. Sie besitzen ein dreidimensionales Gitter, das als Hyper-Hyperkagome-Gitter bezeichnet wird.

Theoretische Modellierung der magnetischen Wechselwirkungen

HZB-Physiker Prof. Johannes Reuther berechnete mit theoretischen Modellen das Verhalten eines solchen dreidimensionalen Hyper-Hyperkagome-Gitters mit vier magnetischen Wechselwirkungen. Diese Betrachtungen zeigten, dass das System Quanten-Spin-Flüssigkeitsverhalten mit einem spezifischen magnetischen Energiespektrum aufweist.

Neutronenexperimente zeigen 3D-Quantenspinflüssigkeitsverhalten

Mit Neutronenexperimenten am ISIS, UK, ILL, Frankreich und NIST, USA konnte das Team die sehr subtilen Signale dieses vorhergesagten Verhaltens nachweisen. „Wir waren überrascht, wie gut unsere Daten zu den Berechnungen passen. Das gibt uns die Hoffnung, dass wir wirklich verstehen können, was in diesen Systemen geschieht“, erklärt Erstautorin Dr. Shravani Chillal, HZB.

Bildunterschrift: Eine der vier magnetischen Wechselwirkungen führt zu einem dreidimensionalen Netz von Dreiecken mit gemeinsamen Ecken, das auch als Hyperkagomgitter bekannt ist. Kombiniert bilden die magnetischen Wechselwirkungen ein Hyper-Hyper-Kagome-Gitter, das das 3D-Quantenspin-Flüssigkeitsverhalten ermöglicht.

contact for scientific information:

Dr. Shravani Chillal

E-Mail: shravani.chillal@helmholtz-berlin.de

Prof. Dr. Bella Lake

E-Mail: bella.lake@helmholtz-berlin.de

Original publication:

DOI: 10.1038/s41467-020-15594-1

<http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-15594-1>

URL for press release: https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=21301;sprache=de;seitenid=1