

Medieninformation der Universität Innsbruck

6. Oktober 2016

SPERRFRIST: 6. Oktober 2016, 20:00 Uhr

Geburt von Quasiteilchen in Echtzeit

Die Bildung von Quasiteilchen in einem Festkörper dauert nur Attosekunden und kann im Labor kaum beobachtet werden. Nun haben Innsbrucker Physiker um Rudolf Grimm gemeinsam mit einem internationalen Team von Theoretikern die Entstehung von Polaronen durch Experimente an einem ultrakalten Quantengas in Echtzeit simuliert. Die Forscher berichten darüber in der Fachzeitschrift Science.

Die Quantenphysik beschreibt physikalische Vorgänge in Festkörpern und anderen Vielteilchensystemen auch mit Hilfe von Quasiteilchen. Wenn sich zum Beispiel ein Elektron durch einen Festkörper bewegt, erzeugt es auf Grund seiner elektrischen Ladung in der Umgebung eine Polarisierung. Diese „Polarisationswolke“ bewegt sich zusammen mit dem Elektron und beide gemeinsam können theoretisch als selbstständiges Quasiteilchen, als Polaron, beschrieben werden. „Man kann das mit einem Skifahrer im Pulverschnee vergleichen“, sagt Rudolf Grimm. „Der Skifahrer ist umhüllt von einer Wolke aus Schneekristallen. Gemeinsam bilden sie ein System, das andere Eigenschaften hat als der Skifahrer ohne Schneewolke.“ Die experimentelle Messung von Quasiteilchen stellt eine große Herausforderung dar. „Diese Prozesse spielen sich im Attosekunden-Bereich ab und ihre zeitaufgelöste Beobachtung ist äußerst schwierig“, erläutert Grimm, der mit seinem Team ultrakalte Quantengase nutzt, um ungelöste Rätsel der Vielteilchenphysik komplexer Quantensysteme mittels Simulation zu ergründen.

Kreißaal für Quasiteilchen

Ultrakalte Quantengase sind ein ideales Experimentierfeld, um physikalische Phänomene zu erforschen, wie sie in Festkörpermaterien und auch in exotischen Materiezuständen wie Neutronensternen auftreten. Unter streng kontrollierten Bedingungen können in solchen Gasen Vielteilchenzustände erzeugt und die Wechselwirkung zwischen den Teilchen gezielt manipuliert werden. Die Gruppe um Rudolf Grimm am Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck ist international führend auf diesem Forschungsgebiet und konnte nun gemeinsam mit Theoretikern der Harvard University, der TU München und der Monash University in Australien erstmals die Quasiteilchendynamik in Echtzeit studieren. Die Forscher erzeugen in einer Vakuumkammer ein ultrakaltes Quantengas aus vielen Lithiumatomen und wenigen Kaliumatomen in deren Mitte. Für beide Atomsorten werden Isotope verwendet, die als Fermionen den gleichen fundamentalen Charakter wie Elektronen haben. Über

Rückfragehinweis:

Univ.-Prof. Dr. Rudolf Grimm
Institut für Experimentalphysik
Universität Innsbruck
Telefon: +43 512 507-52410
E-Mail: rudolf.grimm@uibk.ac.at
Web: <http://www.ultracold.at>

Dr. Christian Flatz
Büro für Öffentlichkeitsarbeit
Universität Innsbruck
Telefon: +43 512 507 32022
Mobil: +43 676 872532022
E-Mail: christian.flatz@uibk.ac.at



Magnetfelder lassen sich deren Wechselwirkung einstellen und auf diese Weise Fermi-Polaronen erzeugen, d.h. Kaliumatome, die von einer Wolke aus Lithium umhüllt werden. „Die natürliche Zeitskala bei solchen Quasiteilchen liegt im Festkörper bei 100 Attosekunden“, erklärt Rudolf Grimm. „Wir simulieren die gleichen physikalischen Prozesse mit vielen Teilchen und bei sehr viel geringerer Dichte. Die Entstehung der Polaronen dauert hier einige Mikrosekunden.“ Auch dies stellt für die Messung noch eine große Herausforderung dar. „Wir haben aber eine neue Methode gefunden, wie man die Geburt eines Polarons quasi in Echtzeit beobachten kann“, freut sich Quantenphysiker Grimm und blickt bereits in die Zukunft: „Das könnte interessant sein, um die Quantenphysik superschneller elektronischer Bauelemente besser zu verstehen.“

Finanziell unterstützt wurden die Forscher unter anderem vom österreichischen Wissenschaftsfonds FWF im Rahmen des Spezialforschungsbereichs FoQuS und des Doktoratskollegs Atome, Licht und Moleküle (ALM).

Eine Medieninformation des Büros für Öffentlichkeitsarbeit der Universität Innsbruck (Anschrift: Christoph-Probst-Platz, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Tel.: +43 512 507 32000, E-Mail: presse@uibk.ac.at)