

Pressemitteilung

Universität Bielefeld

Sandra Sieraad

26.02.2018

<http://idw-online.de/de/news689831>

Forschungsergebnisse
Chemie, Physik / Astronomie
überregional

The logo of the University of Bielefeld, featuring a green rectangular background with the text "Universität Bielefeld" in white.

Größter molekularer Spin nahe eines Quantenphasenübergangs gefunden

Internationales Forschungsprojekt im Grenzbereich von Physik und Chemie Ein internationales Forschungsteam um Professorin Dr. Annie Powell, Chemikerin am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), und Professor Dr. Jürgen Schnack, Physiker an der Universität Bielefeld, hat ein neues magnetisches Molekül synthetisiert. Es hat nachgewiesen, dass dieses den größten bisher erreichten Grundzustandspin aufweist und stellt seine neuen Erkenntnisse heute (26.02.2018) im neuen Nature Partner Journal „npj Quantum Materials“ vor.

An den Untersuchungen beteiligt waren neun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität Bielefeld, des KIT, der Universität Magdeburg sowie der Università di Modena e Reggio Emilia (Italien).

Jedes einzelne Elektron besitzt einen quantenmechanischen Eigendrehimpuls, auch Spin genannt. Das neue, an der Universität Bielefeld modellierte und am KIT synthetisierte magnetische Molekül weist im Grundzustand einen Spin auf, der so groß ist wie der von 120 Elektronen zusammen. Es handelt sich demnach um den größten Spin, der bisher in einem einzelnen Molekül erreicht wurde. Magnetische Moleküle sind Moleküle, die magnetische Ionen wie Eisen oder Gadolinium enthalten. Das magnetische Molekül, das die Forschungsgruppe synthetisiert und untersucht hat, wird „Fe₁₀Gd₁₀“ abgekürzt. Es hat die geometrische Struktur eines Torus, ähnlich der eines Rettungsrings.

„Im Fall des neuen Moleküls kommt eine unerwartete Eigenschaft hinzu, die auch ganz andere Anwendungen ermöglicht“, sagt Jürgen Schnack. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des interdisziplinären Forschungsprojektes fanden nämlich weiter heraus: Es gibt einen sogenannten Quantenphasenübergang, der die Eigenschaft des Moleküls stark beeinflusst. Bei Quantenphasenübergängen ändern Substanzen ihr Verhalten an sogenannten quantenkritischen Punkten fundamental. Bekannt sind „klassische“ Phasenübergänge zum Beispiel bei Wasser, das bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur zu kochen beginnt. Quantenphasenübergänge finden beim absoluten Temperaturnullpunkt statt. In dem neu synthetisierten Molekül Fe₁₀Gd₁₀ sind beim Übergang zehntausende Zustände entartet. Das heißt, sie haben die gleiche Energie. Auf dieser absolut ebenen Energiefläche kann ohne Energieaufwand zwischen den einzelnen Zuständen hin- und hergeschaltet werden. Die thermodynamische Größe An den Untersuchungen beteiligt waren neun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität Bielefeld, des KIT, der Universität Magdeburg sowie der Università di Modena e Reggio Emilia (Italien).

Entropie nimmt in so einer Situation riesige Werte an. „Es ist, als würde man auf einem hohen, spitzen Berg stehen“, erklärt Annie Powell. „Eine kleine Änderung der äußeren Bedingungen, zum Beispiel des Drucks, reicht aus und es geht sofort steil abwärts.“ In Zukunft soll daher untersucht werden, wie sich das Molekül Fe₁₀Gd₁₀ durch äußeren Druck über den quantenkritischen Punkt führen lässt.

Jürgen Schnack forscht seit etwa 20 Jahren in weltweiten Verbänden an magnetischen Molekülen. Das Ziel der Erforschung magnetischer Moleküle besteht darin, sie passgenau für verschiedene Zwecke zu konstruieren, z.B. als Nano-Datenspeicher oder als Kühlmoleküle.

Originalveröffentlichung:

Amer Baniodeh, Nicola Magnani, Yanhua Lan, Gernot Buth, Christopher E. Anson, Johannes Richter, Marco Affronte, Jürgen Schnack, Annie K. Powell, High Spin Cycles: Topping the Spin Record for a Single Molecule verging on Quantum Criticality, npj quantum materials, doi:10.1038/s41535-018-0082-7, erschienen am 26. Februar 2018, Link: <https://www.nature.com/articles/s41535-018-0082-7>

URL zur Pressemitteilung: <https://www.nature.com/articles/s41535-018-0082-7>

URL zur Pressemitteilung: <http://obelix.physik.uni-bielefeld.de/~schnack/index-research.html>

URL zur Pressemitteilung: https://ekvv.uni-bielefeld.de/blog/uniaktuell/entry/kuehlen_mit_molekuelen



Prof. Dr. Jürgen Schnack.
Foto: Universität Bielefeld