



Wie in einer Wolke - Wo platzieren sich die Helium-Atome im Molekül?

Wie in einer Wolke - Wo platzieren sich die Helium-Atome im Molekül? Wieder einmal haben Frankfurter Physiker dazu beigetragen, eine Streiffrage der theoretischen Physik zu entscheiden. Zwar ist in der Wissenschaft längst bekannt, dass Helium entgegen der alten Lehrmeinung Moleküle aus zwei, drei oder sogar mehr Helium-Atomen bildet. Wie das aus drei Atomen bestehende He₃ allerdings genau aussieht, war unter Theoretikern rund 20 Jahre lang umstritten. Neben der intuitiven Annahme, dass die drei identischen Bestandteile ein gleichseitiges Dreieck bilden, existierte auch die Hypothese, dass die drei Atome linear, also in einer Reihe angeordnet sind. Wie die Wissenschaftler um Prof. Dr. Reinhard Dörner und seinen Doktoranden Jörg Voigtsberger in der heute erschienenen renommierten Fachzeitschrift "nature communications" berichten, konnten sie mit dem in Frankfurt entwickelten Reaktionsmikroskop COLTRIMS zeigen, dass die Wahrheit dazwischen liegt. "Die Natur zieht sich hier ziemlich elegant aus der Affäre: Wir haben Helium unter unserem Reaktionsmikroskop angeschaut, und dabei zeigte sich, dass He₃ wie eine Wolke ist", sagt Voigtsberger, aus dessen Dissertation die Resultate der Veröffentlichung stammen. "Egal ob linear oder dreieckig oder eine andere Konfiguration: Alle sind gleich wahrscheinlich, wie das für die Quantenmechanik typisch ist." Die Ergebnisse von Voigtsberger und seinen Kollegen machen außerdem Schluss mit einer aus der Schulzeit übernommenen Vorstellung: Das He₃-Molekül besteht nicht aus einer festen Struktur, so wie etwa das Wasserstoffmolekül H₂ und das Kohlendioxid-Molekül CO₂, bei denen die einzelnen Atome quasi direkt aneinander stoßen. Im Gegensatz dazu ist He₃ wie eine Wolke - der Abstand zwischen den Atomen ist ungefähr zehnmal so groß wie der Atom-Radius. Schließlich berichten Voigtsberger und Dörner, dass sich eine Variante der Moleküls He₃ ungewöhnlich verhält: Normale Helium-Atome bestehen aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Wenn man eines der drei Helium-Atome durch das leichtere Isotop ersetzt, das nur aus zwei Protonen und einem Neutron besteht, dann ist das Molekül im sogenannten Quantenhalo-Zustand: Das leichtere Isotop ist weiter von den beiden anderen Atomen entfernt, als es nach der klassischen Physik dürfte. "Das kann man sich vorstellen wie Tischtennisbälle in einer Suppenschüssel", erläutert Dörner. "Normale Atome sammeln sich am Boden der Schüssel, in einem Minimum des Potentials. Wenn sie den Potenzialberg, also die Wand der Schüssel überwunden haben, sind sie völlig vom Molekül getrennt. Das leichtere Helium-Isotop befindet sich also gewissermaßen außerhalb der Schüssel, aber durch den quantenmechanischen Tunneleffekt merkt es immer noch etwas von den Atomen in der Schüssel und kann nicht einfach wegfliegen." Das Reaktionsmikroskop COLTRIMS, mit dessen Hilfe die Experimente an den Helium-Molekülen gemacht wurden, hat seine Vielseitigkeit schon mehrfach bewiesen: So konnten Mitglieder der Arbeitsgruppe Dörner im Jahr 2013 schon einmal einen Disput der theoretischen Physik entscheiden. COLTRIMS-Experimente bewiesen damals, dass vor rund 80 Jahren der Standpunkt des dänischen Physikers Niels Bohr in der "Einstein-Bohr-Debatte" korrekt gewesen war, und kurz zuvor hatten weitere Physiker aus der AG Atomphysik COLTRIMS dazu verwendet, die Zerstörung eines Moleküls durch einen starken Laserpuls zu "filmen" - diese Reaktion läuft so schnell ab, dass sie von keiner normalen Kamera erfasst werden kann. Veröffentlichung: J. Voigtsberger et al., Imaging the structure of the trimer systems 4He₃ and 3He4He₂ in: Nature communications, 5:5765, DOI: 10.1038/ncomms6765 Informationen: Prof. Dr. Reinhard Doerner, Institut für Kernphysik, Campus Riedberg, Telefon (069) 798-47003, doerner@atom.uni-frankfurt.de Die Goethe-Universität ist eine forschungsstarke Hochschule in der europäischen Finanzmetropole Frankfurt. 2014 feiert sie ihren 100. Geburtstag. 1914 gegründet mit rein privaten Mitteln von freiheitlich orientierten Frankfurter Bürgerinnen und Bürgern fühlt sie sich als Bürgeruniversität bis heute dem Motto "Wissenschaft für die Gesellschaft" in Forschung und Lehre verpflichtet. Viele der Frauen und Männer der ersten Stunde waren jüdische Stifter. In den letzten 100 Jahren hat die Goethe-Universität Pionierleistungen erbracht auf den Feldern der Sozial-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Chemie, Quantenphysik, Hirnforschung und Arbeitsrecht. Am 1. Januar 2008 gewann sie mit der Rückkehr zu ihren historischen Wurzeln als Stiftungsuniversität ein einzigartiges Maß an Eigenständigkeit. Heute ist sie eine der zehn drittstärksten und drei größten Universitäten Deutschlands mit drei Exzellenzclustern in Medizin, Lebenswissenschaften sowie Geisteswissenschaften." Mehr Informationen unter www2.uni-frankfurt.de/gu100 Herausgeber: Der Präsident der Goethe-Universität Frankfurt am Main. Redaktion: Ulrike Jaspers, Referentin für Wissenschaftskommunikation, Abteilung Marketing und Kommunikation, Grüneburgplatz 1, 60323 Frankfurt am Main, Tel: (069) 798-13066, Fax: (069) 798-763 12531, jaspers@pvw.uni-frankfurt.de Goethe-Universität Frankfurt am Main Senckenberganlage 31 60325 Frankfurt am Main Telefon: 069/798-22472 Telefax: 069/798-28530 Mail: presse@uni-frankfurt.de URL: www.uni-frankfurt.de 

Pressekontakt

Goethe-Universität Frankfurt am Main

60325 Frankfurt am Main

uni-frankfurt.de
presse@uni-frankfurt.de

Firmenkontakt

Goethe-Universität Frankfurt am Main

60325 Frankfurt am Main

uni-frankfurt.de
presse@uni-frankfurt.de

Die Goethe-Universität ist eine forschungsstarke Hochschule in der europäischen Finanzmetropole Frankfurt. Lebendig, urban und weltoffen besitzt sie als Stiftungsuniversität ein einzigartiges Maß an Eigenständigkeit.