

Die Größe macht's

Pressemitteilung der Universität Stuttgart vom 24.11.2011

Ladungstrennung in einem Molekül aus zwei gleichen Molekülen

Physiker des 5. Physikalischen Instituts der Universität Stuttgart erbringen den ersten experimentellen Nachweis eines Moleküls aus zwei gleichen Atomen, das trotz hoher Symmetrie eine räumliche Ladungstrennung aufweist. Diese Beobachtung widerspricht der klassischen Lehrbuchmeinung, wie sie in vielen Physik- und Chemielehrbüchern beschrieben wird. Der von den Stuttgartern erbrachte Nachweis verbessert nicht nur das Verständnis von polaren Molekülen. Zukünftig könnten mit ultrakalten polaren Molekülen auch chemische Reaktionen einzelner Moleküle studiert und kontrolliert werden. Die Arbeit wurde in der renommierten Zeitschrift Science veröffentlicht.

Ein dipolares Molekül entsteht durch eine Verschiebung des Ladungsschwerpunktes der negativ geladenen Elektronenwolke relativ zum positiven Kern, wodurch ein permanentes elektrisches Dipolmoment auftritt. Üblicherweise ist die Ursache dieser Ladungstrennung eine unterschiedlich starke Anziehungskraft der Kerne unterschiedlicher Elemente auf die negativen Elektronen. Daraus folgt, dass homonukleare Moleküle, also Moleküle aus gleichen Atomen, nach gängigem Verständnis aus Symmetriegründen kein Dipolmoment besitzen.

Bei den in der Gruppe von Prof. Tilman Pfau entdeckten homonuklearen Molekülen mit permanentem Dipolmoment handelt es sich um schwach gebundene Rydberg Moleküle, mit deren erstmaligen Erzeugung die Arbeitsgruppe 2009 weltweit für Aufsehen sorgte. Die Moleküle setzen sich aus zwei gleichen Atomen des Elements Rubidium zusammen, von denen sich eines in einem hoch angeregten elektronischen Zustand befindet, einem sogenannten Rydberg-Zustand. Die ungewöhnliche Bindung wird einzig durch das hochangeregte Rydberg-Elektron des angeregten Atoms vermittelt, das am zweiten Atom gestreut wird. Durch die Streuung des Rydberg-Elektrons am gebundenen Atom ändert sich jedoch die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Rydberg-Elektrons leicht, was zu einer Störung der Kugelsymmetrie führt und ein Dipolmoment erzeugt. Aufgrund bisheriger theoretischer Behandlungen wurde kein Dipolmoment erwartet.

Ein normalerweise auftretender Austausch der Anregung zwischen den Atomen, der die Asymmetrie in der negativen Elektronenwolke aufheben würde, wird durch die für zweiatomige Moleküle riesige Größe (1000 mal größer als ein Sauerstoffatom) unterdrückt. Diese Moleküle erreichen nämlich die Größe eines Virus. Die Wahrscheinlichkeit, dass die elektronische Anregung von einem zum anderen Atom übergeht, ist daher so klein, dass sie statistisch nur einmal seit Bestehen des Universums stattgefunden hätte. Als Folge zeigen die homonuklearen Moleküle ein Dipolmoment. Zusätzlich muss die Molekülachse im Raum ausgerichtet sein, um ein gerichtetes Dipolmoment zu erzeugen. Aufgrund seiner Größe rotiert das Molekül so langsam, dass sich das Dipolmoment für einen Beobachter durch die Drehung auch nicht wieder zu null mittelt.

Der experimentelle Nachweis gelang den Stuttgarter Physikern in einer extrem kalten Atomwolke, indem sie die Energieverschiebung des dipolaren Moleküls im elektrischen Feld laserspektroskopisch gemessen haben. Zusammen mit theoretischen Physikern des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme in Dresden und des Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in Cambridge, USA, konnte das physikalische Phänomen auch theoretisch bestätigt werden.

Publikation:

W. Li, T. Pohl, J. M. Rost, Seth T. Rittenhouse, H. R. Sadeghpour, J. Nipper, B. Butscher, J. B. Balewski, V. Bendkowsky, R. Löw, T. Pfau: A Homonuclear Molecule with a Permanent Electric Dipole Moment. Science 25 November 2011, 334 (6059): 1110-1114. DOI: 10.1126/science.1211255

Externer Link: www.uni-stuttgart.de

Dieser Eintrag wurde am 28.11.2011 um 12:39 verfasst und befindet sich in [Physik](#), [Hochschule](#). Sie können alle Antworten zu diesem Eintrag über den Feed [RSS 2.0](#) mitverfolgen. Kommentarfunktion und das Ausführen von Pings sind momentan nicht erlaubt.

Der Kommentarbereich ist geschlossen.