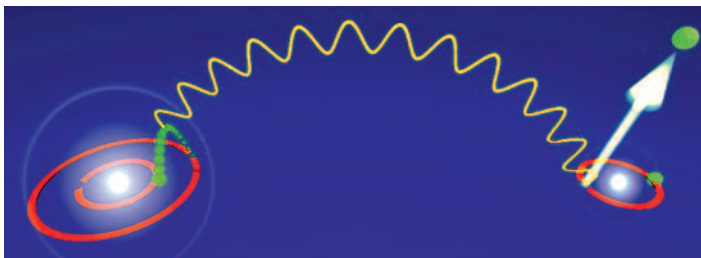


ZWEI AUF EINEN STREICH

Prof. Reinhard Dörner und sein Team vom Institut für Kernphysik der Universität Frankfurt am Main haben am HZB erstmals Helium-Dimer experimentell untersucht.

Das aus zwei Helium-Atomen bestehende Helium-Dimer ist ein bizarres Molekül, das durch extrem schwache Kräfte zusammengehalten wird. Kein anderes Molekül ist so fragil. Die schwache Bindung lässt seinen Bausteinen viel Freiraum: Die beiden Helium-Kerne sind Dutzende Atomdurchmesser voneinander entfernt. „Dazwischen ist praktisch nichts“, sagt Prof. Reinhard Dörner, der Arbeitsgruppenleiter am Institut für Kernphysik der Universität Frankfurt am Main. Dennoch sind gewichtige quantenmechanische Kräfte am Werk. Sie sorgen, gemessen an der immensen Distanz der Helium-Kerne, für eine relativ starke Kopplung zwischen den Elektronen des Dimers. Das macht es in der Theorie zu einem idealen Modellsystem, um Quantenprozesse zu studieren, die etwa bei



In einem aus zwei Atomen bestehenden Helium-Dimer wird eines der beiden Atome (links) durch ein Photon angeregt. Dadurch entsteht ein neues Photon, dessen Energie (gelbe Linie) auf das zweite Atom (rechts) übertragen wird. Dort schlägt sie ein Elektron (grün) heraus.

komplexen chemischen Bindungen und in Supraleitern eine Rolle spielen.

Einem Team um Prof. Reinhard Dörner und seinem Kollegen Dr. Till Jahnke gelang es zum ersten Mal in der Praxis, einen Helium-Dimer experimentell zu untersuchen – mit einem verblüffendem Ergebnis: „Wir konnten mit einem einzigen Photon beide Atome des Dimers ionisieren, also jedem Atom ein Elektron entreißen“, berichtet Jahnke. Das ist, als würde ein Jäger mit einer einzigen Gewehrkugel zwei meterweit voneinander entfernt stehende Tiere erlegen – ein Beleg für die starke Kopplung zwischen den Elektronen des Riesenmoleküls. Die Wissenschaftler nutzten für ihre Versuche bei wenigen Grad über dem absoluten Nullpunkt

Helium-Dimere, die sie mit Photonen aus der Synchrotron-Strahlungsquelle BESSY II beschossen und in einem COLTRIMS-Spektrometer untersuchten. Auf diese Weise konnten sie die kinetische Energie der Elektronen aus einer Probe von Helium-Dimeren messen und daraus die physikalischen Prozesse rekonstruieren.

Neukalkulation von Strahlenschäden erforderlich

Damit dieses Kunststück gelingt, muss ein großer Teil der Photonen-Energie blitzschnell zwischen den beiden Atomen übertragen werden. Dabei spielen zwei unterschiedliche Prozesse eine Rolle: Entweder trifft das aus dem ersten Helium-Atom herausgelöste Elektron mit Wucht auf das zweite Atom und schlägt dort ein weiteres Elektron heraus. Oder

das Photon hinterlässt das zuerst getroffene Atom in einem energetisch angeregten Zustand. Die überschüssige Energie wird kurz darauf in Gestalt eines neuen Photons frei, das auch das Partneratom ionisieren kann.

Vor allem dieser Mechanismus der Energieübertragung – die Physiker sprechen vom interatomaren Coulomb-Zerfall – könnte auch weit über die Quantenwelt hinaus von Bedeutung sein: „Dieselbe Art von Wechselwirkung existiert zwischen Wassermolekülen“, sagt Till Jahnke. Auch dort bewirkt die Ionisierung eines Wassermoleküls – etwa durch Röntgen- oder radioaktive Strahlung – mitunter die

Emission eines Elektrons bei einem benachbarten Molekül. So erzeugte langsame Elektronen können in biologischem Gewebe zu Defekten am Erbmolekül DNA führen. „Sie tragen damit maßgeblich zu Strahlenschäden bei“, erklärt Dörner. Doch bislang wird die Wirkung des interatomaren Coulomb-Zerfalls bei der Berechnung von Strahlenrisiken nicht berücksichtigt. Gut möglich, dass der Effekt, den Dörner und sein Team bei weiteren Messungen am HZB eindeutig nachweisen konnten, daher eine Neukalkulation der Gefahr von Strahlenschäden erforderlich macht. *rb*

Phys. Rev. Lett. 104, 153401 (2010): Single Photon Double Ionization of the Helium Dimer, T. Havermeier, T. Jahnke, R. Dörner et al.