

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Zahlentheoretische Herleitung stabiler Atomzustände

Quantenmechanisch stabile Zustände sind deshalb selten, weil schon eine Messung das Gemessene in seinen subatomaren Eigenschaften stört. Die Wellenpakete der Atome interferieren mit denen des Messapparates. Soll ein Atom unter Versuchsbedingungen über einen längeren Zeitraum sehr exakt lokalisierbar sein, muss es subatomar stabilisiert werden. Das gelingt beispielsweise mit Laserimpulsen, wenn deren Stärke und Frequenz in ganz bestimmten Verhältnissen zueinander stehen, wie sie der Geologe John Farey 1816 gefordert hat. Das fand ein internationales Forscherteam heraus, zu dem auch Andreas Buchleitner vom Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme in Dresden gehört.

In einen stabilen Quantenzustand gerät ein Atom, wenn dessen elektromagnetischer Dipol, der aus der Kreisbewegung negativer Elektronen um den positiv geladenen Kern resultiert, gekoppelt ist an das elektromagnetische Feld eines Laserimpulses. Eine solche Kopplung lässt sich beschreiben als ruhendes Atom im Tal der Laserlichtwelle. Voraussetzung für diesen Ruhezustand ist, dass das Atom bei jedem Laserimpuls an derselben Stelle des Wellentales landet. Sonst würde es sich schon nach kurzer Zeit chaotisch bewegen.

Buchleitner und seine Kollegen haben das Verhalten eines Cäsiumatoms beim Beschuss mit Laser in einem Diagramm festgehalten und darin die Bedingungen eingetragen, unter denen sich das Atom in einem quantenmechanisch stabilen Zustand befindet. Diese sind die Stärke der Laserimpulse und deren zeitlicher Abstand. Normiert man beide auf Werte zwischen Null und Eins, so ergibt sich aus dem Diagramm, dass je besser der zeitliche Abstand zwischen zwei Laserimpulsen gewählt wird, desto höher steigt man in der Ordnung einer Pyramide, die zahlentheoretisch im Anschluss an Farey entwickelt wurde.

Der englische Geologe hatte im 19. Jahrhundert Überlegungen zu einer Reihe von Zahlen angestellt, die sich mit n . Ordnung ergibt, wenn man alle vollständig gekürzten Brüche zwischen Null und Eins erzeugt, die sich aus den natürlichen Zahlen zwischen Null und n bilden lassen. Werden die Zahlen innerhalb

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

einer Reihe ihrer Größe nach geordnet und die n Reihen zentriert untereinander geschrieben, erhält man eine Pyramide.

Wie sich nun herausstellte, geben die benachbarten Paare einer Reihe der Pyramide treffend ein Verhältnis von Laserstärke und -frequenz an, das das Atom gemäß der experimentellen Befunde in einem stabilen Zustand erhält. Hat der Laser das Atom einmal eingefangen, lässt es sich auch von kleineren Störungen nicht mehr aus der Ruhe bringen. "Dieser Effekt beruht letztendlich darauf, dass die Kopplung zwischen dem Laserpuls und dem Atom groß ist, verglichen mit der Störung", sagt Andreas Buchleitner.