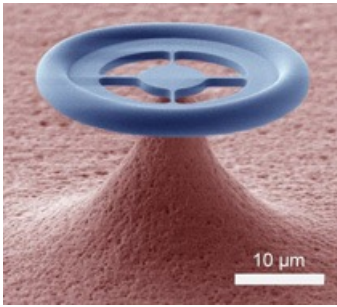


01.02.2012 - 20:00 Uhr

Sperrfrist 01.02 1900 - SNF: Optomechanische Interaktionen



Bern (ots) -

Eine Quantenverbindung zwischen Licht und Mechanik

Vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) unterstützte Forschende stellen ein mikroskopisches System vor, das Licht in mechanische Schwingung und umgekehrt umwandeln kann. Diese Interaktion ist so stark, dass damit die Bewegung des Oszillators auf einer quantenmechanischen Ebene beeinflussbar wird.

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts ist bekannt, dass die Bewegung von Gegenständen letztlich über die Gesetze der Quantenmechanik gesteuert wird. Diesen Gesetzen zufolge kommt es zu einigen faszinierenden Phänomenen: Ein Gegenstand kann sich demnach gleichzeitig an zwei Orten befinden und ein Oszillator ist - selbst bei einer Temperatur auf dem absoluten Nullpunkt - stets in minimaler Bewegung. Dann befindet er sich in seinem sogenannten Quantengrundzustand. Bei den Dingen, die uns im Alltag umgeben, lässt sich ein derartiges Verhalten niemals beobachten.

Quantenparadoxe Denn ein Quanteneffekt wird nur bei sehr gut isolierten Systemen sichtbar, wenn die Koppelung mit dem Umfeld äusserst schwach ist. Bei grossen Gegenständen kommen die Quanteneigenschaften wegen eines als Dekohärenz bezeichneten Vorgangs erst gar nicht zum Tragen. Bis vor Kurzem konnten Forschende quantenmechanische Merkmale lediglich bei der Bewegung winziger Systeme wie einzelner Atome oder Moleküle beobachten. Nun weist ein Team von Physikern unter der Leitung von Tobias J. Kippenberg an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (EPFL) nach, dass es möglich ist, die Bewegung eines mit blossen Auge erkennbaren Objekts auf der vorwiegend von der Quantenmechanik gesteuerten Ebene zu steuern. Erreicht wurde dies durch die Beleuchtung des Gegenstands mit Laserlicht. Die Ergebnisse werden in der Zeitschrift «Nature» von dieser Woche veröffentlicht (*).

Ein Lichtring Beim Objekt handelt es sich um einen sogenannten Mikroresonator, eine sorgfältig gefertigte gläserne Ringröhre, die auf einem Mikrochip mit einem Durchmesser von 30 Mikrometern (etwa halb so dick wie ein Haar) mit einer klar definierten Frequenz vibrieren kann. Gleichzeitig dient der Mikroresonator aus Glas als Laufspur für Licht, das darin zirkulieren kann. Beim Durchlaufen der Krümmung übt das Licht eine geringe Kraft auf die Glasoberfläche aus. Dieser Effekt wird Strahlungsdruck genannt. Obwohl dieser Druck sehr schwach ist, wächst die Kraft in der Ringröhre beträchtlich an: Das Licht zirkuliert bis zu einer Million Mal in der Struktur, bevor es sich verliert. So kann der Strahlungsdruck dazu führen, dass sich die Struktur bewegt. Der Mikroresonator vibriert, so wie ein Weinglas zu tönen beginnt, wenn man mit einem Finger an dessen Fassung entlangstreicht. Das Laserlicht kann die Vibrationen aber auch abschwächen und den Mikroresonator abkühlen.

Kalt, kälter ... Diese durch Laserlicht induzierte Kühlung des Mikroresonators ist entscheidend, um den quantenmechanischen Grundzustand zu erreichen: Normalerweise wird dieser Zustand nämlich durch zufällige Temperaturschwankungen überlagert. Der Mikroresonator ist auf eine Temperatur von weniger als einem Grad über dem absoluten Nullpunkt heruntergekühlt. Diese Temperatur reicht nicht aus, um in das Quantenregime vorzudringen. Zusätzlich schwächt daher der Strahlungsdruck des Laserlichts die mechanische Bewegung des Mikroresonators um einen weiteren Faktor von 100 ab. Dadurch wird der Oszillator so stark gekühlt, dass er sich einen Grossteil der Zeit in seinem Quantengrundzustand befindet.

Was jedoch noch wichtiger ist: Die Interaktion zwischen Licht und Bewegung des Oszillators kann darüber hinaus so verstärkt werden, dass beide Energieformen eine enge Verbindung eingehen. Eine kleine Anregung in Form eines Lichtimpulses kann gänzlich in eine geringe Vibration übergehen und umgekehrt. Zum ersten Mal erfolgt die

Umwandlung von Licht und Bewegung innerhalb eines Zeitraums, der so kurz ist, dass die Quanteneigenschaften des ursprünglichen Lichtimpulses nicht während des Vorgangs durch Dekohärenz verlorengehen. Mit der Überwindung der Dekohärenz bieten die aktuellen Ergebnisse eine hervorragende Möglichkeit, die Quanteneigenschaften der Oszillatorbewegung zu steuern und die seltsamen Gesetze der Quantenmechanik in Objekten aus Menschenhand zu beobachten.

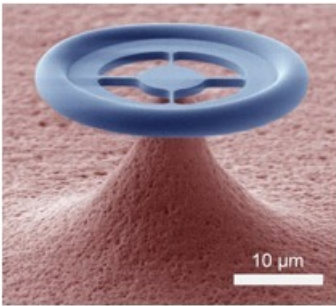
(* E. Verhagen, S. Deléglise, S. Weis, A. Schliesser and T. J. Kippenberg (2012). Quantum-coherent coupling of a mechanical oscillator to an optical cavity mode. Nature online DOI: 10.1038/nature10787 (als PDF-Datei beim SNF erhältlich; E-Mail: com@snf.ch)

Der Text dieser Medienmitteilung und das Bild in hoher Auflösung können am 01.02.12 ab 19.00 Uhr auf der Website des Schweizerischen Nationalfonds heruntergeladen werden: www.snf.ch > Medien > Medienmitteilungen

Kontakt:

Prof. Tobias Kippenberg
Laboratory of Photonics and Quantum Measurements
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
CH-1015 Lausanne
E-Mail: tobias.kippenberg@epfl.ch
Tel.: +41 (0)21 693 44 28

Medieninhalte



Diese Meldung kann unter <https://www.presseportal.ch/fr/pm/100002863/100712156> abgerufen werden.