

Dr. Eric Lutz, Institut für Physik, Universität Augsburg; Dr. Ferruccio Renzoni, Department of Physics and Astronomy, University College London

Dipl.-Phys. Sebastian Reick, Institut für angewandte Physik der Universität Bonn

At the Interface of Cold Atoms and Statistical Physics

376. WE-Heraeus-Seminar

In den letzten Jahren erlebten die Techniken der Laserkühlung und Teilchenfallen enorme Fortschritte, und heutzutage werden Atome routinemäßig in hunderten von Laboren weltweit auf sehr geringe Temperaturen gekühlt. Dabei haben sich kalte Atome als ideales Mittel zur Untersuchung einer Vielzahl von Phänomenen herausgestellt, die nicht typischerweise mit Atomphysik assoziiert werden. Zur Zeit wird eine Reihe von Phänomenen der statistischen Mechanik erfolgreich mit Hilfe kalter Atome erforscht, angefangen von Chaos, über Brownsche Motoren und gerichteten Transport, bis hin zur Synchronisation und kohärenten Rückstreuung in ungeordneten Medien.

Der von den Autoren organisierte Workshop fand vom 1. bis 5. September 2006 auf Schloss Reisensburg (Günzburg) statt und brachte führende Wissenschaftler aus der experimentellen und theoretischen Physik zusammen, um über Fortschritte im Grenzbereich zwischen statistischer Physik und der Physik kalter Atome zu diskutieren. Ein wesentlicher Teil des Workshops war den Ratschen gewidmet. In diesem Zusammenhang berichtete Peter Hänggi (Augsburg) über Quanteneffekte bei starker Reibung, Sergej Flach (MPIPKS-Dresden) und Sergej Denisov (Augsburg) erläuterten den Zusammenhang zwischen Symmetrie und Transport. Roland Ketzmerick (Dresden) gewährte Einblicke in Hamiltonsche Ratschen, während Giuliano Benenti (Insubria) den Entwurf einer Vielteilchen-Quantenratsche mit einem gekickten Bose-Einstein-Kondensat vorstellte. Von experimenteller Seite gab Philippe Verkerk (Lille) einen Überblick über optische Gitter, und Martin Weitz (Bonn) beschrieb die experimentelle Realisierung eines asymmetrischen optischen Gitters zur Untersuchung von Quantenratschen.

Weitere Themen des Workshops beinhalteten Landau-Zener-Tunneln in optischen Gittern (Ennio Arimondo, Pisa), Lokalisierung von Licht in Proben kalter Atome (David Wilkowsky, Lille), Bose-Einstein-Kondensate in Teilchenzahl-gequetschten Zuständen (Florian Schreck, Innsbruck) und die experimen-

telle Realisierung des Kuramoto-Modells mit kalten Atomen in optischen Resonatoren (Philippe Courteille, Tübingen). Peter McClintock (Lancaster) berichtete über große Fluktuationen und optimale Regelung, und Dima Shepelyansky (Toulouse) sprach über die Umsetzung des Frenkel-Kontorova-Modells mit gefangenen Ionen.

Die Verbindung von inspirierender Atmosphäre auf Schloss Reisensburg und gelungenen Vorträgen führte zu zahlreichen stimulierenden Diskussionen. Die jungen Wissenschaftler präsentierten ihre Arbeit in Postersessions und nahmen aktiv an diesem Wilhelm und Else Heraeus-Seminar teil. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Förderung.

Eric Lutz und
Ferruccio Renzoni

Strong Coupling of Light and Matter

377. WE-Heraeus-Seminar

Die starke Kopplung von Licht und Materie ist seit mehr als zwanzig Jahren Gegenstand physikalischer Forschung und steht bis heute im Zentrum zahlreicher Arbeiten der Quantenoptik, der Atomphysik sowie der kondensierten Materie. Die Fortschritte in den experimentellen Techniken erweitern das Studium auf immer weitere bisher nicht zugängliche Parameterbereiche und Effekte. Das Ziel dieses Seminars, das vom 13. bis 16. September im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war, Experimentatoren und Theoretiker zusammenzubringen, um sich über aktuelle Forschungsergebnisse auszutauschen.

P. Meystre (Arizona) schuf einen gemeinsamen Rahmen, in dem er das Jaynes-Cummings-Modell diskutierte, das die Licht-Materie-Kopplung beschreibt. Dabei erläuterte er die Anwendung des Modells, ausgehend von einzelnen Photonen in Hohlraum-Resonatoren, und stellte heraus, dass sich zahlreiche Systeme, z. B. Ionenfallen, mit Hilfe des Jaynes-Cummings-Modells beschreiben lassen. Diese Universalität wurde von zahlreichen Vortragenden aufgegriffen, etwa von R. Blatt (Innsbruck), der einen Überblick gab über bisherige Errungenschaften der Ionenfallen-Experimente,

wie die Erzeugung eines Quanten-Bytes, sowie über aktuelle Forschungsarbeiten, die Ionenfallen mit optischen Resonatoren verknüpfen sollen, um ein Photon-Qubit-Interface zu ermöglichen.

Auf dem Gebiet der „Cavity-QED“ wird die starke Kopplung zwischen einzelnen Photonen und Atomen erreicht. Ein zusätzlich ins Programm aufgenommener Vortrag von G. Leuchs (Erlangen) war den Arbeiten eines vor kurzem verstorbenen Pioniers dieses Fachgebietes, Herbert Walther aus München, gewidmet. In den vergangenen Jahren erzielte die Arbeitsgruppe von S. Haroche (ENS Paris) wegweisende Resultate zur Verschränkung von Atomen und Feldern mittels eines Mikrowellen-Resonators. S. Haroche stellte die nächste Generation dieser Resonatoren vor, die durch weiter reduzierte Dämpfung (Q-Faktor etwa 3×10^{10}) eine neue Klasse von Experimenten ermöglichen wird. Das Photon des Resonator-Feldes wird hier erstmals zum kontinuierlich beobachtbaren Objekt.

Neben neuartigen optischen Resonatoren, wie Mikro-Resonatoren auf Atom-Chips (E. Hinds, Imperial College London) oder torusförmigen Resonatoren mit besonders hohem Q-Faktor (K. Vahala, CALTEC), wurden verschiedene Experimente der Festkörperphysik vorgestellt. Dort werden insbesondere Quantenpunkt-Systeme (A. Zrenner, Paderborn) und supraleitende Josephson-Verbindungen (R. Schoelkopf, Yale) als „künstliche Atome“ untersucht.

Die Vielfalt der Vorträge und der präsentierten Poster sowie die zahlreichen Diskussionen unter den Teilnehmern machen deutlich, dass die Licht-Materie-Kopplung ein aktives und zunehmend interdisziplinäres Forschungsfeld ist. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Unterstützung, welche dieses gelungene und anregende Seminar ermöglicht hat.

Sebastian Reick