

A 7: Ultracold atoms I: Traps and cooling (with Q)

Zeit: Dienstag 10:30–12:30

Raum: Audi-B

A 7.1 Di 10:30 Audi-B

Sympathetic cooling towards a mixed quantum degenerate Gas of Yb and Rb — FLORIAN BAUMER, ●FRANK MÜNCHOW, NILS NEMITZ, and AXEL GÖRLITZ — Institut für Experimentalphysik, Universität Düsseldorf

Quantum gases of ultracold polar molecules offer fascinating prospects for the realization of new forms of quantum matter with possible applications to quantum information and to precision measurements. Our approach is photoassociative production of YbRb molecules in a mixture of ultracold atomic Yb and Rb, where the special feature of our particular system is that in the ground state YbRb possesses an electric as well as a magnetic dipole moment.

An important step towards efficient molecule production using photoassociation is the realization of a quantum degenerate mixture of Yb and Rb. In our experimental setup the Yb atoms are held in a bichromatic optical dipole trap designed to have minimal effect on the evaporatively cooled ^{87}Rb atoms which are held in a Ioffe-Pritchard type magnetic trap. Through interspecies collisions by ^{87}Rb we have reached temperatures of $1\mu\text{K}$ at ^{174}Yb atom numbers of $2 \cdot 10^5$. While sympathetic cooling works without loss of Yb atoms down into this temperature regime, quantum degeneracy in the mixed system has not yet been observed possibly due to excessive heating of the atoms due to technical noise. Currently, the nature of the heating mechanisms is under investigation and we will report on the latest results.

A 7.2 Di 10:45 Audi-B

Auf dem Weg zum Calcium-BEC — ●OLIVER APPEL, FELIX VOGT, UWE STERR und FRITZ RIEHLE — PTB, Braunschweig

Calcium bietet aufgrund seiner Elektronenstruktur interessante Möglichkeiten zur Untersuchung ultrakalter Stöße und zur Atominterferometrie. Zudem ist es ein aussichtsreicher Kandidat zum Erreichen der Quantenartartung. Aufgrund fehlender magnetischer Substruktur im Grundzustand muss das BEC mit ausschließlich optischen Methoden verwirklicht werden.

Die Calciumatome werden in einer zweistufigen MOT vorgekühlt und in eine eindimensionale oder gekreuzte Dipolfalle umgeladen. Die so erreichten Phasenraumdichten von etwa 0,01 sollen durch Verdampfungskühlung in der Dipolfalle weiter erhöht werden. Die bisherigen Experimente deuten auf starke Dreikörperverluste im Kreuzungsbereich der Dipolfalle hin. Es wird diskutiert welchen Einfluss das Ladeverhalten und die Dreikörperstöße auf eine erfolgreiche Verdampfungskühlung haben.

A 7.3 Di 11:00 Audi-B

Kalte neutrale Quecksilberatome in einer MOT — ●PATRICK VILLWOCK, ARNE SCHÖNHUT, MATHIAS SINTHER und THOMAS WALTHER — TU Darmstadt, Institut für Angewandte Physik, AG Laser und Quantenoptik, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Quecksilber hat fünf stabile bosonische und zwei stabile fermionische Isotope. Die fermionischen Isotope eignen sich zur Untersuchung eines neuen optischen Zeitstandards. In einer magneto-optischen Falle gefangene Quecksilberatome bieten zusätzlich die Möglichkeit der Erzeugung translatorisch kalter Moleküle durch Photoassoziation, sowie deren Laserkühlung in den vibratorischen Grundzustand.

Die Sättigungsintensität des Kühlübergangs bei 253,7 nm beträgt $10,2\text{mW}/\text{cm}^2$, bei einer natürlichen Linienbreite von 1,27 MHz. Eine UV-Leistung von über 250 mW wird mit einer zweistufigen externen Frequenzverdopplung eines Yb:YAG Scheibenlasers bei 1014,8 nm bereitgestellt. Zur Frequenzstabilisierung des Lasers wird mit Sättigungsspektroskopie ein entsprechendes Fehlersignal im Lock-In Verfahren generiert.

Erste Ergebnisse zur erfolgreichen Realisierung der magneto-optischen Falle werden diskutiert.

A 7.4 Di 11:15 Audi-B

Laser cooling by collisional redistribution of fluorescence — ●ULRICH VOGL and MARTIN WEITZ — Institut für Angewandte Physik, Wegelerstraße 8, 53115 Bonn

The general idea that optical radiation may cool matter was put forward by Pringsheim already in 1929. Doppler cooling of dilute atomic gases is an extremely successful application of this concept, and more recently anti-Stokes fluorescence cooling in multilevel systems has been

explored, culminating in the optical refrigeration of solids. Collisional redistribution of fluorescence is a proposed different cooling mechanism that involves atomic two-level systems, though experimental investigations in gases with moderate density have so far reached the cooling regime. Here we experimentally demonstrate cooling of an atomic gas based on collisional redistribution of fluorescence, using rubidium atoms subject to several hundreds of bars of buffer gas pressure. The frequent collisions in the ultradense gas transiently shift a far red detuned laser beam into resonance, while spontaneous decay occurs close to the unperturbed atomic resonance frequency. During each excitation cycle, a kinetic energy of order of the thermal energy $k_B T$ is extracted from the dense atomic sample. In a proof of principle experiment with a thermally not isolated sample, we experimentally demonstrate relative cooling by 33 K. The cooled gas has a density of more than 10 orders of magnitude above the typical values in Doppler cooling experiments. Future prospects of the demonstrated technique can include cryocoolers and the study of homogeneous nucleation in saturated vapour.

A 7.5 Di 11:30 Audi-B

EIT Kühlen von $^{40}\text{Ca}^+$ Ketten in einer segmentierten Ionenfalle — ●JOHANNES F. EBLE, G. SCHÜTZ, F. SCHMIDT-KALER und K. SINGER — Universität Ulm, Institut für Quanteninformationsverarbeitung, Albert-Einstein-Allee 11, D-89069 Ulm

Mittels elektromagnetisch induzierter Transparenz (EIT) können gefangene Ionen bis nahe dem quantenmechanischen Grundzustand abgekühlt werden. Dabei wird eine zusätzliche schmale Absorptionslinie auf der blau verstimmt Seite eines natürlichen Übergangs erzeugt [1]. Ein Vorteil dieser Methode gegenüber anderen Laserkühlverfahren ist, dass mehrere Schwingungsmoden simultan gekühlt werden können und somit besonders für Ionenketten geeignet ist, bei denen verschiedene Schwingungsmoden auftreten.

Wir verwenden die Zeeman Struktur des $S_{1/2} - P_{1/2}$ Dipol Übergangs von Ca^+ -Ionen um ein EIT Spektrum zu generieren. Um die Linienform spektroskopisch zugänglich machen zu können scannen wir die Resonanz in gepulstem Lasermodus. Dadurch können wir das EIT Profil charakterisieren und bezüglich optimaler Kühleigenschaften formen. Kühlergebnisse mit einzelnen Ionen und Ionenketten werden vorgestellt.

An diesen kalten Ionenketten wollen wir die Wechselwirkung zwischen Phononen studieren. Diese Wechselwirkung wird durch ein anharmonisches optisches Potential erzeugt [2].

[1] C. F. Roos, D. Leibfried, A. Mundt, F. Schmidt-Kaler, J. Eschner, R. Blatt, Phys. Rev. Lett. **85**, 5547 (2000).

[2] X.-L. Deng et al, Phys. Rev. A **77**, 033403 (2008)

A 7.6 Di 11:45 Audi-B

Quantum Catcher - Stopping Particles of unknown velocities — ●SÖNKE SCHMIDT¹, J. GONZALO MUGA², and ANDREAS RUSCHHAUPT¹ — ¹Institut für Mathematische Physik, TU Braunschweig, Mendelssohnstrasse 3, 38106 Braunschweig — ²Departamento de Quimica-Fisica, Universidad del Pais Vasco, Apartado 644, 48080 Bilbao, Spain

We propose a method to stop particles of unknown velocities. We present a classical and a quantum mechanical description of the setting. Using numerical simulations with realistic and experimentally accessible parameters, we show the efficiency of the method and discuss its bounds.

A 7.7 Di 12:00 Audi-B

Trapping neutral Cs-atoms using ultra-thin optical fibres — ●EUGEN VETSCH, DANIEL REITZ, GUILLEM SAGUÉ, REGINE SCHMIDT, and ARNO RAUSCHENBEUTEL — Abteilung QUANTUM, Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz

We present our recent results on trapping cold neutral Caesium atoms close to the surface of an ultra-thin optical fibre. The atoms are captured by a two-colour trap which is based on light-induced dipole forces exerted on the atoms by a blue- and red-detuned evanescent light field, created by launching two co-propagating laser beams through the fibre. This results in a cylindrically symmetric trap around the fibre that exhibits a trapping minimum about two hundred nanometres above the surface. By launching an additional, counter-propagating red-detuned laser beam through the fibre, a red-detuned standing wave is realized,

confining the atoms in all three dimensions.

We are currently able to trap more than 10^3 atoms with a lifetime of about 50 ms. We probe the atoms by measuring the absorption of a weak resonant probe field which is sent through the fibre and which couples to the atoms via the evanescent field. Remarkably, the atomic ensemble is optically dense for this probe field. This opens the route towards non-linear optics applications like electromagnetically induced transparency, slow and stopped light processes, deterministic single photon sources, and quantum memories with fibre-coupled atomic ensembles.

Financial support by the Volkswagen Foundation and the ESF is gratefully acknowledged.

A 7.8 Di 12:15 Audi-B

Mikrostrukturierte Ionenfalle mit integrierten Magnetfeldspulen — •DELIA BRÜSER, THOMAS COLLATH, MICHAEL JOHANNING und CHRISTOF WUNDERLICH — Fachbereich Physik, Universität Siegen, 57072 Siegen, Deutschland

Es wurde eine mikrostrukturierte Ionenfalle (Mikrofalle) entwickelt, gefertigt und gebaut, welche intern einen hohen Magnetfeldgradienten erzeugen kann. Die Mikrofalle ist eine dreidimensionale Paul-Falle mit segmentierten DC-Elektroden. Sie ist sandwichförmig aus drei übereinander platzierten Lagen aufgebaut. Die beiden äußeren Lagen führen dem Fallenschlitz jeweils 33 DC-Elektroden und eine RF-Elektrode zu. Die mittlere Lage ist so geformt, dass durch vergoldete Strukturen effektiv ein Anti-Helmholtz Spulenpaar gebildet wird. Aufgrund der großen Nähe der Spulen zu den Ionen kann so ein Magnetfeldgradient von erwarteten 100 T/m erzeugt werden. Dieser Gradient ist für Adressierung und Kopplung der Ionen von großer Bedeutung [1].

Der Aufbau des Mikrofallensystems wird beschrieben. Es werden zudem erste Ergebnisse präsentiert und mit vorhergegangenen Simulationen verglichen.

[1] M. Johanning, A. Braun, N. Timoney, V. Elman, W. Neuhauser, Chr. Wunderlich, arXiv:0801.0078v1 [quant-ph]