

A 15 Cold Atoms; Ultra-cold Atoms; and Atoms in Traps; BEC; I

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: HU 3094

Hauptvortrag

A 15.1 Di 16:30 HU 3094

Ultrakalte Atome in einer Dimension: Von Bosonen über Fermionen zu Solitonen — ●JOACHIM BRAND — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

Bei den kältesten Temperaturen werden die Eigenschaften atomarer Gase wesentlich durch die Quantenstatistik und kohärente Wechselwirkungen bestimmt. In eindimensionalen Geometrien verschwimmen die Unterschiede zwischen Quantenstatistik und Wechselwirkung [1], und durch Veränderung der Wechselwirkungsstärke läßt sich aus bosonischen Atomen ein Gas mit fermionischen Eigenschaften, das Tonks-Girardeau-Gas erzeugen. Erst kürzlich gelang es, die atomaren Streueigenschaften eindimensionaler Bosonen durch ein fermionisches Pseudopotential auszudrücken. Somit läßt sich die Dualität zwischen Bosonen und Fermionen in einer Dimension ausnutzen, um das stark wechselwirkende Bose-Gas störungstheoretisch zu beschreiben. Mit Hilfe der Random Phase Approximation (RPA) erhalten wir Einblicke in verschiedene Korrelationsfunktionen, welche mit bisherigen Methoden nicht zugänglich waren [1]. Insbesondere erlaubt die Berechnung des dynamischen Strukturfaktors Rückschlüsse auf den Zusammenbruch der Superfluidität im stark korrelierten Bose Gas mit Hilfe des Landau-Kriteriums. Die Methode gibt auch Aufschluß über nichtlineare Anregungen wie Solitonen im stark-wechselwirkenden Bereich.

[1] J. Brand, *J. Phys. B*, **34**, S287 (2004)[2] J. Brand und A. Yu. Cherny, *cond-mat/0410311*.**Fachvortrag**

A 15.2 Di 17:00 HU 3094

Spectroscopy of ultracold interacting Rydberg atoms — ●MARCEL MUDRICH, NASSIM ZAHZAM, THIBAUT VOGT, DANIEL COMPARAT, and PIERRE PILLET — Laboratoire Aimé Cotton, 91405 Orsay, France

Rydberg atoms have regained great interest in the past years in particular since strong dipole-dipole forces make them a candidate system for realizing quantum information schemes. The first step in this direction has recently been undertaken by observing the suppression of excitation due to dipole-dipole interaction between Rydberg atoms ("dipole blockade"), which goes along with spectral broadening [1,2]. We present high resolution spectroscopic measurements in an ultracold gas of cesium Rydberg atoms. We compare a combined pulsed and cw excitation scheme with a scheme in which Rydberg atoms are excited by a pulsed laser and depumped into a short-lived state using a cw laser. We observe strong spectral broadening due to the inhomogeneous Stark-shift induced by photo-ions. This broadening can be suppressed in the cw excitation scheme by strong coupling which leads to "hole burning", or in the depumping scheme by time-delayed depumping to let the ions move away from the Rydberg atoms. Thus we are able to spectrally resolve the resonant dipole-dipole interaction between ultracold Rydberg atoms.

[1] D. Tong *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **93** 063001 (2004)[2] K. Singer *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **93** 163001 (2004)**Fachvortrag**

A 15.3 Di 17:15 HU 3094

Magnetic contribution to the Casimir-Polder interaction between ultracold atoms and a metallic surface — ●CARSTEN HENKEL¹, BRIAN POWER^{1,2}, and FERNANDO SOLS² — ¹Universität Potsdam, Germany — ²Universidad Complutense, Madrid, Spain

The van der Waals-Casimir-Polder interaction between an atom and a solid surface is a paradigmatic result of quantum electrodynamics. Usually, it is computed by coupling a mode expansion for the electromagnetic field to the atomic electric dipole moment, magnetic dipoles and higher multipoles being neglected [1]. We show here that for the particular case of a metallic surface, the magnetic contribution is potentially comparable with the electric one at distances in the micron range. The main effect is an increase of the atom-surface interaction strength. We compare preliminary results with recent experimental data obtained with ultracold atoms and Bose-Einstein condensates in miniaturized surface traps [2]. In these traps, the surface interaction distorts the trapping potential and leads to an increased trap loss. We also discuss possible implications for quantum reflection experiments [3].

[1] J. M. Wylie and J. E. Sipe, *Phys. Rev. A* **30** (1984) 1185.[2] Y. J. Lin, I. Teper, C. Chin, and V. Vuletić, *Phys. Rev. Lett.* **92**

(2004) 050404.

[3] T. A. Pasquini *et al.*, *cond-mat/0405530*.**Fachvortrag**

A 15.4 Di 17:30 HU 3094

Bloch oscillations of Bose-Einstein condensates: Breakdown and revival — ●DIRK WITTHAUT, MAURO WERDER, STEFAN MOSSMANN, and HANS JÜRGEN KORSCH — Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern

We investigate the dynamics of Bose-Einstein condensates (BEC) in a tilted one-dimensional periodic lattice within the mean-field (Gross-Pitaevskii) description.

For weak static fields a BEC carries out Bloch oscillations well-known from the linear case. However, one observes a breakdown of the oscillations due to nonlinear dephasing and pronounced revival phenomena. Breakdown and revival can be explained with an integrable model constructed by an expansion in Wannier-Stark resonance states.

For stronger static fields the system shows a pulsed output, whereas the nonlinearity characteristically deforms the pulses.

Fachvortrag

A 15.5 Di 17:45 HU 3094

Towards a Degenerate Fermi Gas on an Atom Chip — ●CHRISTOPH HUFNAGEL, CHRISTOPH VOM HAGEN, STEPHAN SCHNEIDER, MARTIN GÖBEL, LOUW FEENSTRA, and JÖRG SCHMIEDMAYER — Physikalisches Institut der Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany

We suggest to apply Atom Chips [Fol02] to manipulate fermionic systems. These tight trapping potentials will lead to 1-D Fermi systems. With the freedom of design of these microscopic, strongly confining trapping potentials a variety of mesoscopic systems, similar to quantum electronics and Ising like systems can be studied. Furthermore the combination of bose and fermi systems is possible.

We studied the properties of an ultra cold ⁶Li - ⁸⁷Rb mixture, as the first step towards sympathetic cooling of ⁶Li in this Bose Fermi mixture. Only small losses in the magneto-optical trap and magnetic trap were observed, which gives hope that the ⁶Li - ⁸⁷Rb system is suitable for sympathetic cooling.

With an Atom Chip in our system we will study the cooling behavior of this mixture, and will report on our experimental progress towards achieving degeneracy in a mixed ⁶Li - ⁸⁷Rb system. This work was supported by the Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft: DFG SPP 1116 "Interactions in ultra cold atomic and molecular gases" and FASTnet (HPRN-CT 2002-00304)

Fol02 Folman *et al.*, *Adv. At., Mol. Opt. Phys.* **48**, 263 (2002) for a detailed review on Atom Chip technology.

Fachvortrag

A 15.6 Di 18:00 HU 3094

BEC unter Schwerelosigkeit — ●E M RASEL¹, T VAN ZOEST¹, T KÖNEMANN¹, W ERTMER¹, K BONGS², A VOGEL², M SCHMIDT², A PETERS³, T SCHULDT³, W LEWOCZKO³, J REICHEL⁴, T STEINMETZ⁴, R WALSER⁵, W SCHLEICH⁵, H-J DITTUS⁶, P PRENGEL⁶ und W BRINKMANN⁶ — ¹Institut für Quantenoptik, Universität Hannover — ²Institut für Laserphysik, Universität Hamburg — ³Institut für Physik, Humboldt-Universität Berlin — ⁴Max-Planck Institut für Quantenoptik, München — ⁵Institut für theoretische Physik, Universität Ulm — ⁶Zentrum für angewandte Raumfahrt und Mikrogravitation, Universität Bremen

Schwerelose Bose-Einstein Kondensate (BEC) bieten neuartige Möglichkeiten, um die nicht-klassische Natur kondensierter Quantensysteme zu untersuchen. Die Schwerelosigkeit sollte den Weg zu neuen Temperaturrekorden dank der Möglichkeit der vollständigen adiabatischen Expansion eröffnen sowie eine kohärente Entwicklung des Kondensats im Sekundenbereich erlauben.

Im Zentrum des Projekts steht eine Studie der technischen Machbarkeit eines kompakten, robusten und mobilen Experiments zur Erzeugung eines BEC's für den Einsatz im Fallturm (ZARM, Bremen). Das Experiment muss Beschleunigungen bis zu 50 g Stand halten. Ermöglicht wird die kompakte Realisierung der Apparatur durch einen Atom-Chip (Jakob Reichel, MPQ München) und robusten DFB-Diodenlasersystemen (Vortrag Anika Vogel) sowie der Einsatz von Fasertechnologien. Das Projekt ist finanziert mit Mitteln des DLR (DLR 50 WM 0346).

Fachvortrag

A 15.7 Di 18:15 HU 3094

Adiabatische Passage als Weg zu robusten Quantengattern mit neutralen Atomen — •JOHANNA SIMON, MAURITZ ANDERSSON und JÖRG SCHMIEDMAYER — Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Wir untersuchen Einqubitgatter, die aus einem neutralen Atom in einem Doppelmuldenpotential bestehen. Um die bekannten Schwierigkeiten beim Rabi-Betrieb derartiger Gatter zu vermeiden, benutzen wir das Prinzip der adiabatischen Passage. Eine Besonderheit stellt die abgebrochene Passage dar, mit der die Hadamard-Operation realisiert wird.

Neu ist das Abflachen des Potentials als Mittel, um den Kontakt zwischen den beiden Mulden herzustellen. Der Zusammenhang zwischen Adiabatizität, Gatterzeit und kleinstem Muldenabstand beziehungsweise kleinster Muldenfrequenz wird systematisch aufgezeigt. Die Technik der adiabatischen Passage ermöglicht es, die erforderlichen Orts- und Zeitgenauigkeiten um Faktoren 20 – 30 gegenüber dem Rabi-Betrieb zu senken und so robuste Gatteroperationen zu gewährleisten.