

Q 24: Quantengase (Bosonische Gitter II)

Zeit: Dienstag 14:00–16:00

Raum: 6J

Q 24.1 Di 14:00 6J

A tunable quantum gas in an optical lattice — ●ELMAR HALLER, MATTIAS GUSTAVSSON, GABRIEL ROJAS-KOPEINIG, ANTON FLIR, MANFRED MARK, and HANNS-CHRISTOPH NÄGERL — Insitut für Experimentalphysik, Innsbruck, Austria

We report on the experimental progress of loading a Bose-Einstein condensate (BEC) with $1e5$ Cs atoms into 1D and 3D optical lattices to observe its dynamics as a function of interaction strength. A BEC with Cs atoms represents a tunable quantum gas as the s-wave scattering length can be widely tuned near Feshbach resonances. In the 1D case Bloch oscillations and Bragg scattering can be investigated as the interaction strength is tuned. Collisional dephasing is expected to be suppressed in the limit of weak interactions. In the 3D case the superfluid-to-Mott-insulator transition can be studied as a function of the scattering length. In particular, for a given finite depth of the 3D lattice the transition can be induced via a variation of the on-site interaction energy.

Q 24.2 Di 14:15 6J

Dynamics of correlations and quantum phase transitions in bosonic lattice systems — ●OLIVER BUERSCHAPER, IGNACIO CIRAC, and MICHAEL WOLF — Max-Planck-Institute of Quantum Optics, Garching, Germany

We establish upper bounds on the propagation velocity of correlations in bosonic systems on arbitrary lattices for a wide class of interactions. It is shown that there exists an effective causal cone outside of which correlations between distant regions of the lattice are suppressed exponentially. Furthermore we discuss the implications of this result on the dynamics of quantum phase transitions in the Bose-Hubbard model.

Q 24.3 Di 14:30 6J

Bose-Fermi-Gemische in einem 3D optischen Gitter — ●THORSTEN BEST, DRIES VAN OOSTEN, TIM ROM, ULRICH SCHNEIDER, SEBASTIAN WILL, LUCIA HACKERMÜLLER, MARTIN ZWIERLEIN und IMMANUEL BLOCH — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz

Sympathetisches Kühlen von Mischungen verschiedener atomarer Spezies hat eine Vielzahl neuer Experimente ermöglicht. Die Untersuchung der reichhaltigen Phasendiagramme steht erst am Anfang, dennoch wurden bereits Hinweise auf eine Vielzahl nichttrivialer Wechselwirkungseffekte gefunden. Diese reichen von Phasenseparation über Kollapsdynamik bis zur Veränderung von Transporteigenschaften.

In unserem Experiment kühlen wir eine Mischung von bosonischem ^{87}Rb und fermionischem ^{40}K zur Quantenentartung in einer gekreuzten Dipolfalle. Mittels adiabatischer Radiofrequenz- und Mikrowellenübergänge können wir verschiedenste Zustandskombinationen präparieren. Die Mischung wird dann in ein dreidimensionales optisches Gitter geladen.

Wir berichten über den aktuellen Stand unserer Experimente mit Bose-Fermi-Mischungen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Dynamik und der Rolle der Wechselwirkung beim Einladen ins optische Gitter. Ziel dieser Untersuchungen ist die effiziente und zuverlässige Präparation von Paaren fermionischer und bosonischer Atome auf den Gitterplätzen. Diese können als Startpunkt für vielfältige weitere Experimente dienen, z.B. für die effiziente Bildung heteronuklearer Moleküle.

Q 24.4 Di 14:45 6J

Ultra cold atomic gases in non-Abelian gauge fields — ●ANDREAS JACOB¹, LUIS SANTOS¹, PATRIK ÖHBERG⁴, MICHAEL FLEISCHHAUER³, JULIUS RUSECKAS², and GEDIMINAS JUZELIUNAS² — ¹Institut für Theoretische Physik, Leibniz Universität Hannover — ²Institute of Theoretical Physics and Astronomy of Vilnius University — ³Universität Kaiserslautern — ⁴Heriot-Watt University, Edinburgh

We analyze the physics of ultra cold neutral atoms subject to non-Abelian gauge fields. Such fields can be generated either by manipulating the hopping rates in optical lattices or by employing degenerated dark states. We pursue the latter possibility and discuss a simple laser arrangement that allows for the observation of non-Abelian effects in atom interferometers. Additionally, we discuss the effects that the non-Abelian character of the gauge fields have in the spectrum of the corresponding Landau levels, showing that the non-Abelian effects

can become evident in experiments with fermionic gases, by monitoring the corresponding de-Haas-van-Alphen effect.

Q 24.5 Di 15:00 6J

Vielteilchendynamik von repulsiv gebundenen Teilchenpaaren in einem periodischen Potential — DAVID PETROSYAN^{1,2}, ●BERND SCHMIDT¹, JAMES R. ANGLIN¹ und MICHAEL FLEISCHHAUER¹ — ¹Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern, D-67663 Kaiserslautern, Germany — ²Institute of Electronic Structure & Laser, FORTH, 71110 Heraklion, Crete, Greece

Kürzlich wurden von Winkler *et al.* [Nature **441**, 853 (2006)] repulsiv gebundene Atompaaire in einem optischen Gitter vorhergesagt und beobachtet. Die Dynamik eines solchen Gittersystems lässt sich gut durch das Bose-Hubbard Model beschreiben, wenn die Teilchen auf das niedrigste Energieband beschränkt sind. Wenn die Abstoßung zwischen Teilchen größer ist als die Einteilchentunnelrate zwischen benachbarten Töpfen des periodischen Potentials, dann sind solche Dimerzustände an einem Gitterplatz lokalisiert und stabil auf einer Zeitskala auf der man die Energiedissipation vernachlässigen kann.

Wir stellen einen effektiven Vielteilchen-Hamiltonoperator für ein Gitter vor, das nur eine gerade Anzahl von Teilchen pro Gitterplatz hat. Einige Implikationen dieses Hamiltonoperators für die Dynamik werden diskutiert. Insbesondere zeigen wir, dass sich Dimere auf benachbarten Seiten anziehen, was zu einer Clusterbildung von Dimeren mit gleichmäßiger, kommensurabler Gitterplatzfüllung führt.

Q 24.6 Di 15:15 6J

Response of Bose Gases in time-dependent Optical Superlattices — ●MARKUS HILD, FELIX SCHMITT, ILONA TUERSCHMANN, and ROBERT ROTH — Institut fuer Kernphysik, Technische Universitaet Darmstadt

We discuss dynamical signatures of quantum phase transitions in inhomogeneous one-dimensional lattice potentials. The many-body system is treated in the framework of the Bose-Hubbard model in a basis spanned by the physically relevant Fock states. Based on the explicit time-evolution of the many-body state we simulate recent experiments using Bragg spectroscopy via modulation of the lattice amplitude. The response of the gas is characterised by the energy transfer. Beyond the direct evaluation of the energy transfer we also investigate the connection between energy transfer and the matter-wave interference patterns, which are accessible in experiments.

Q 24.7 Di 15:30 6J

Ultracold Gases in 1D Optical Lattices: Exact Diagonalisation vs. Perturbation Theory — ●FELIX SCHMITT, MARKUS HILD, ILONA TUERSCHMANN, and ROBERT ROTH — Institut fuer Kernphysik, Technische Universitaet Darmstadt

We discuss several approaches to treat ultracold atomic gases in inhomogeneous 1D optical lattices within the Bose-Hubbard framework. Exact diagonalisation techniques, as one of these approaches, suffer from the restriction in system size due to the factorial growth of the many-particle basis. Employing a physically motivated adaptive basis truncation scheme we can reduce the basis size by more than two orders of magnitude without significant errors in all accessible observables. Moreover, a straightforward perturbative method is used to extend the system size further. Our aim is to reach experimentally relevant system sizes, to study inhomogeneous lattice topologies, and to investigate finite-size effects.

Q 24.8 Di 15:45 6J

Glassy behavior of Bose-Bose mixtures in one-dimensional optical lattices — ●TOMMASO ROSCILDE and JUAN IGNACIO CIRAC — Max-Planck-Institut fuer Quantenoptik, Garching b. Muenchen

We numerically investigate the properties of strongly repulsive two-boson mixtures in one-dimensional optical lattices, targeting their ground state either by slow cooling from high temperature, or by a slow change in the Hamiltonian parameters starting from the weakly interacting regime. The two bosonic species have very different effective masses, so that the slow bosons can act as an effective potential to the faster ones. When the interspecies repulsion is strong compared with the intraspecies one, a phase-separated ground state is masked by an exponentially large number of metastable *quantum emulsion* states,

in which the two species are fragmented into microscopic droplets. The quantum emulsion states can be regarded as the out-of-equilibrium realization of a localization phenomenon, in which each species acts as a random potential to the other one, effectively localizing it. Quan-

tum Monte Carlo investigations reveal an extremely slow relaxation of the system towards equilibrium, typical of a glassy phase. Increasing the intraspecies repulsion for the fast bosons drives them through a quantum phase transition to the superfluid state.