

Hauptseminar: Physik der kalte Gase, Themen

1.) Bose - Einstein Kondensation (Thermodynamische Betrachtung)

Ideales und schwach wechselwirkendes Bose Gas
Gross-Pitaevskii Gleichung
Bogoliubov Theorie

2.) Wechselwirkung zwischen Atomen

Elastische vs. inelastische Streuung
Pseudopotentiale
Feshbachresonanz
Efimov Zustände

3.) Bose - Einstein Kondensation von kalten Gasen (in Fallen)

Harmonisches Fallenpotential
Experimentelle Techniken: Laser- und Verdampfungskühlen
Thomas - Fermi Profil

4.) Rotationseigenschaften von Bose - Einstein Kondensaten

Rotierende Gase
Lösung der Gross - Pitaevskii Gleichung
Vortizes in Bose - Einstein Kondensaten und Vortextgitter

5.) Dipolare Gase

Dipolare Wechselwirkung
Gross-Pitaevskii Gleichung mit langreichweitiger Wechselwirkung
Instabilitäten

6.) Polare Moleküle

Generelle Eigenschaften
Probleme der Kühlverfahren
Kristall von polaren Molekülen in 2 Dimensionen

7.) Bose - Hubbard Modell: Mott Isolator Phasenübergang

Optische Gitter
Mapping zum Bose - Hubbard Modell
Phasenübergang: Mean field Theorie

8.) Tilted Bose - Hubbard Modell: Phasenübergang in 1 Dimension

Single site microscope
Transversales Ising Modell
Beschreibung des Bose - Hubbard Modells mittels transversalem Ising Modell
Quantenphasenübergang

9.) Superfluidität und Kondensation

Langreichweitige Ordnung
Diagonal vs. off-diagonal Ordnung: Supersolids
Landau Kriterium für Superfluidität
Phase winding

10.) Superfluidität in 2 Dimensionen: Kosterlitz - Thouless Phasenübergang

Thermische Erzeugung von Vortizes
Phasenübergang bei endlicher Temperatur
Korrelationsfunktion

Hauptseminar: Physik der kalte Gase, Themen

11.) Bose - Einstein Kondensat in 1 Dimension

- Phasenfluktuationen in 1D: Luttinger Flüssigkeiten
- Äquivalenz von hard-core Bosonen und Fermionen
- Tonksgas
- Lieb - Liniger Lösung für wechselwirkende Bosonen

12.) BCS - BEC crossover

- Kalte Fermionen
- Feshbachresonanz
- BCS Theorie für schwache Attraktion
- Bose - Einstein Kondensation von Molekülen
- Einheitliche Beschreibung: BCS - BEC Übergang

13.) Imbalanced BCS - BEC crossover

- Fermi Polaron
- Superfluidität für Fermionen in einem Ungleichgewichtsregime
- FFLO Zustände

14.) Rydbergatome

- Grundlagen, Rydbergblockade
- Scaling Theorie
- Rydberg dressed Wechselwirkungen

15.) Rydbergatome: slow light

- EIT
- Slow light polaritons
- Wechselwirkungen zwischen Polaritonen

16.) Künstliche Eichfelder

- Konzepte um Magnetfelder für neutrale Teilchen einzuführen
- Quanten Hall Physik
- Diskussion Hall Gitter (Magnetfelder in Gittern)
- Topologische Isolatoren?

17.) Kavität Quantenelektrodynamik

- Eigenschaften von Kavitäten und QED in Kavitäten
- Atome in Kavitäten
- Dicke Phasenübergang

18.) Erdalkali SU(N)

- Eigenschaften von kalten Erdalkaliatomen
- Besondere Streueigenschaften
- SU(N) symmetrische Fermionen

Hauptseminar: Physik der kalte Gase, Themen

1.) Bose - Einstein Condensation (Thermodynamic Properties)

- Ideal and weak interacting Bose gas
- Gross-Pitaevskii equation
- Bogoliubov theory

2.) Interaction between Atoms

- Elastic vs. inelastic scattering
- Pseudo potentials
- Feshbach resonance
- Effimov states

3.) Bose - Einstein Condensation of cold Gases (in Traps)

- Harmonic Trap Potential
- Experimental technique: laser and evaporative cooling
- Thomas - Fermi profile

4.) Rotational Properties of Bose - Einstein Condensates

- Rotating gases
- Solution of Gross - Pitaevskii equation
- Vortices in Bose - Einstein Condensates and Vortex lattice

5.) Dipolar Gas

- Dipolar interaction
- Gross-Pitaevskii equation with long-range interaction
- Instability

6.) Polar Molecules

- Basic properties
- Problems with cooling technique
- Crystal of polar molecules in 2D

7.) Bose - Hubbard Model: Mott Insulator Phase Transition

- Optical lattice
- Mapping to Bose - Hubbard Model
- Phase transition: mean field theory

8.) Tilted Bose - Hubbard Model: Phase Transition 1D

- Single site microscope
- Transverse Ising model
- Description of Bose - Hubbard model in transverse Ising
- Quantum phase transition

9.) Superfluidity and Condensation

- Long range order
- Diagonal vs. off-diagonal order: Supersolids
- Landau criteria for superfluidity
- Phase winding

10.) Superfluidity in 2 Dimensions: Kosterlitz - Thouless Phase Transition

- Thermal nucleation of vortices
- Phase Transition at finite temperatures
- Correlation function

Hauptseminar: Physik der kalte Gase, Themen

11.) Bose - Einstein Condensate in 1 Dimension

- Phase fluctuations in 1D: Luttinger liquids
- Equivalence of hard-core bosons and fermions
- Tonks gas
- Lieb - Lininger solution for interacting bosons

12.) BCS - BEC crossover

- Cold fermions
- Feshbach resonance
- BCS theory for weak attraction
- Bose - Einstein condensation of molecules
- Consistent description: BCS - BEC crossover

13.) Imbalanced BCS - BEC crossover

- Fermi Polaron
- Superfluidity for fermions in imbalanced situations
- FFLO states

14.) Rydberg Atoms

- Basics, Rydberg blockade
- Scaling theory
- Rydberg dressed interaction

15.) Rydberg Atoms: slow light

- EIT
- Slow light polaritons
- Interactions between polaritons

16.) Artificial Gauge Fields

- Concepts to induce magnetic fields for neutral particles
- Quantum Hall physics
- Discussion Hall lattices (magnetic fields in lattices)
- Topological insulators ?

17.) Cavity QED

- Properties of cavities, QED in cavities
- Atoms in cavity
- Dicke phase transition

18.) Earth Alkali SU(N)

- Properties of cold earth alkali atoms
- Special scattering property
- SU(N) symmetric fermions