IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

Physique des "bosons sales" : vers une meilleure caractérisation numérique de la phase vitreuse

Spécialité Physique théorique, mécanique quantique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 14/04/2017

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact FLEURY Genevieve
+33 1 69 08 73 47
genevieve.fleury@cea.fr

Autre lien
http://www.lpt.ups-tlse.fr/spip.php?article65&lang=fr

Résumé

Stage théorique. Étudier les effets conjoints du désordre et des interactions dans un système de bosons en dimension deux, à l'aide d'une méthode numérique exacte Monte Carlo Quantique. Calibrer la méthode sur la transition isolant/superfluide puis caractériser la phase vitreuse isolante.

Sujet détaillé

La compétition entre désordre et interaction dans des systèmes quantiques bosoniques est à l'origine d'une physique riche et complexe, dite des "bosons sales", que l'on retrouve dans de nombreux systèmes de matière condensée : films d'He4 superfluide sur substrat poreux, atomes froids piégés dans un potentiel optique désordonné, réseau de jonctions Josephson, isolants magnétiques ... L'une des questions importantes est de déterminer ce que devient la phase superfluide à basse température en présence d'un potentiel aléatoire. Depuis les années 80, l'on sait que le désordre - via le phénomène de localisation d'Anderson - peut tuer la superfluidité à température nulle, on parle de transition de phase quantique superfluide/isolant. Cette transition a fait l'objet de nombreux travaux, aussi bien théoriques qu'expérimentaux, mais la nature vitreuse de la phase isolante reste mal comprise.

Nous proposons dans ce stage d'étudier cette physique des "bosons sales" par une approche numérique exacte, mêlant algorithmes Monte Carlo Quantiques et théorie d'échelle des systèmes finis. Partant d'un modèle de bosons sur réseau bidimensionnel, en présence de désordre et d'interactions répulsives, le/la stagiaire devra d'abord se familiariser avec les codes Monte Carlo Quantiques et les calibrer de façon à retrouver certains résultats connus pour la transition de phase superfluide/isolant. Il s'agira ensuite de s'attaquer à la caractérisation de la phase isolante. On exploitera le formalisme d'intégrales de chemin pour calculer diverses fonctions de corrélation et sonder la nature vitreuse de cette phase.

Le stage se déroulera au CEA Saclay, dans le Groupe Modélisation et Théorie (GMT) du Service de Physique de

l'État Condensé (SPEC). Il sera encadré par Geneviève Fleury, en étroite collaboration avec Gabriel Lemarié, chercheur au Laboratoire de Physique Théorique de Toulouse et visiteur régulier du Département de Physique de l'université La Sapienza à Rome. Un séjour d'une à deux semaines à Toulouse et/ou Rome sera organisé pendant le stage (modalités à définir sur la convention de stage).

Mots clés

Transition de phase isolant-superfluide, localisation d'Anderson, phase vitreuse bosonique, méthodes Monte Carlo Quantiques

Compétences

Méthodes Monte Carlo Quantiques (Green Function Monte Carlo, Reptation Quantum Monte Carlo), langage C++, théorie d'échelle des systèmes finis

Logiciels

C++ Python

"Dirty bosons" physics: numerical investigation of the Bose glass phase

Summary

Theoretical project. Use of an exact Quantum Monte Carlo algorithm to study the interplay between disorder and interactions in a two-dimensional Bose gas. Study of the superfluid-Bose glass transition as a benchmark. Investigation of the glassy properties of the Bose glass phase.

Full description

Keywords

Superfluid-Bose glass phase transition, Anderson localisation, Quantum Monte Carlo algorithms

Skills

Quantum Monte Carlo algorithms (Green Function Monte Carlo, Reptation Quantum Monte Carlo), scaling theory of localization

Softwares

C++ Python