

Soutenances de Thèses 2011

Lundi 28 mars 2011

Salle 201, Bâtiment 100, Orsay

Soutenance Habilitation à Diriger les Recherches

Thorsten Emig

Fluctuation Induced Interactions

The properties of fluctuation induced interactions like van der Waals and Casimir-Lifshitz forces are of interest in a plethora of fields ranging from biophysics to nanotechnology. Recent high precision experiments have generated great interest in the properties and the selective manipulation of these interactions.

After a general introduction, I shall give an overview over recent theoretical developments that are mostly based on a novel powerful method to compute fluctuation forces and torques between various shapes and materials. Our approach is based on a combination of methods from statistical physics and scattering theory. Some examples from a whole zoo of different types of scaling forms of the interactions will be given.

Mardi 21 juin 2011

Salle des conseils, Bâtiment 100, Orsay

Céline Nadal

Matrices aléatoires et leurs applications à la physique statistique et à la physique quantique

Cette thèse est consacrée à l'étude des matrices aléatoires et à quelques unes de leurs nombreuses applications en physique -en particulier en physique statistique et en physique quantique. La théorie des matrices aléatoires a été initialement introduite par Wigner pour décrire le Hamiltonien de gros noyaux atomiques. Depuis lors elle a trouvé de nombreuses applications dans des domaines aussi divers qu'inattendus. Je me suis intéressée dans ma thèse à certaines de ces applications en physique statistique comme les marches aléatoires « vicieuses » (c'est-à-dire qui ne se croisent pas) ou encore la stabilité des points stationnaires dans des systèmes désordonnés. L'étude de ces problèmes m'a entre autres amenée à étudier analytiquement diverses propriétés des matrices aléatoires comme la distribution de la valeur propre maximale ou le nombre de valeurs propres positives. Je présenterai plus en détails une application des matrices aléatoires dans un contexte très différent, celui de l'information quantique, plus précisément l'étude de l'intrication pour un état quantique aléatoire.

Lundi 11 juillet 2011

Salle des conseils, Bâtiment 100, Orsay

David Papoular

"MANIPULATION DES INTERACTIONS DANS LES GAZ QUANTIQUES: approche théorique"

The interparticle interactions in ultracold atomic gases can be tuned using Fano-Feshbach scattering resonances, which occur in low-energy collisions between two atoms. These resonances are usually obtained using an external static magnetic field. They turn ultracold atomic gases into an experimental playground for the investigation of novel phases in which Quantum Physics plays a key role. The work presented in this thesis is part of the theoretical effort towards the search for yet unexplored quantum phases.

The first part of the presentation will be devoted to composite bosons formed in a 2D heteronuclear Fermi gas. I will present the zero-temperature phase diagram and show the gas-crystal phase transition in this system. Our results are promising in view of future experiments with the 6Li-40K mixture.

In the second part of the presentation, I will describe an alternative to static-field Fano-Feshbach resonances. The idea is to achieve the coupling by using a resonant microwave magnetic field. Our scheme applies to any atomic species whose ground state is split by the hyperfine interaction. It does not require the use of a static magnetic field. We have characterised these resonances numerically using our own full-fledged implementation of the coupled-channel approach. Our results yield optimistic prospects for the observation of microwave-induced Fano-Feshbach resonances with the bosonic alkali atoms ^{23}Na , ^{41}K , ^{87}Rb , and ^{133}Cs .

Les interactions entre particules dans les gaz quantiques ultrafroids peuvent être contrôlées à l'aide de résonances de Fano-Feshbach. Ces résonances de diffusion se produisent lors de collisions à basse énergie entre deux atomes et sont généralement obtenues à l'aide d'un champ magnétique statique externe. Elles font des gaz atomiques ultrafroids un terrain d'exploration pour la recherche de nouvelles phases dans lesquelles la physique quantique joue un rôle clef. Le travail présenté dans cette thèse s'inscrit dans le cadre de la recherche de telles phases.

La première partie de la présentation sera consacrée à l'étude de bosons composites obtenus dans des gaz de Fermi hétéronucléaires 2D. Nous présenterons le diagramme de phase de ce système à $T=0$ et nous mettrons en évidence une transition de phase gaz-cristal. Nos résultats sont prometteurs en vue d'expériences futures avec le mélange 6Li-40K.

Dans une seconde partie, nous décrivons un nouveau type de résonance de Fano-Feshbach. Le couplage à l'origine de cette résonance est obtenu à l'aide d'un champ magnétique micro-onde. Notre méthode s'applique à n'importe quelle espèce atomique dont l'état fondamental est clivé par l'interaction hyperfine. Elle ne nécessite pas l'utilisation d'un champ magnétique statique. Nous avons caractérisé ces résonances numériquement à l'aide de notre propre programme implémentant l'approche multi-canaux des collisions atomiques. Nos résultats ouvrent des perspectives optimistes en vue de l'observation des résonances de Feshbach induites par un champ micro-onde avec les atomes alcalins suivants: ^{23}Na , ^{41}K , ^{87}Rb et ^{133}Cs .

Mercredi 28 septembre 2011

Salle des conseils, Bâtiment 100, Orsay

Simon Moulieras

Effets des non linéarités sur la propagation de la lumière - Analogie avec les phénomènes de transport des condensats de Bose-Einstein

Durant ma thèse, mon travail de recherche a principalement tourné autour des propriétés de transport des condensats de Bose Einstein, et des dynamiques de paquets d'ondes dans des cristaux photoniques non linéaires. Je me suis particulièrement intéressé à l'analogie formelle existant entre l'équation de propagation de la lumière dans un milieu non linéaire, et l'équation de Gross-Pitaevskii. Dans un premier article, nous avons proposé un dispositif expérimental permettant de mettre en évidence un comportement superfluide de la dynamique transverse de la lumière dans un système nano-photonique. Je travaille actuellement en collaboration avec un groupe expérimental (celui d'Ariel Levenson, LPN, Marcoussis) sur ce sujet, afin d'étudier la possibilité d'observer cet effet. Dans un deuxième article, nous avons essayé de comprendre le rôle des interactions (non linéarités) sur la dynamique de paquets d'onde, à travers une analyse dans l'espace des phases. En particulier, notre but était de déterminer des états cohérents pour l'équation de Schrödinger non linéaire, dans le sens où de

tels états ne présentent pas d'étalement sous l'effet de l'évolution temporelle, dans un potentiel harmonique. Ce travail a été effectué en collaboration avec M. Saraceno et A. Monastra, de la CNEA de Buenos Aires où j'ai passé 2 mois en 2010. J'ai également étudié l'impact de la discretisation de l'espace (dûe à l'existence de guides d'ondes pour la lumière, ou bien d'un potentiel périodique pour les atomes froids) sur la dynamique. Dans ce cas, une séparatrice apparaît dans l'espace des phases classique, donnant lieu à une instabilité dynamique brutale. De plus, dans des régimes de forte intensité, nous nous attendons à observer un régime de localisation dû à la non linéarité. Ces phénomènes surprenant sont supposés être facilement observables dans les expériences d'optique non linéaire. Dernièrement, je me suis intéressé à l'approche quantique des phénomènes d'optique non linéaire, et j'ai essayé de démontrer que l'analogie entre l'équation de Gross-Pitaevskii et l'équation de propagation de la lumière dans les milieux non linéaires d'ordre 3 est bien plus profonde qu'une simple équivalence formelle.

During my thesis, I have focused my research on transport properties of Bose-Einstein condensates (BEC) and of light wave packets in nonlinear arrays of waveguides. I have particularly studied the formal analogy between the equation of propagation of light in nonlinear media and Gross-Pitaevskii equation. In a first article, we have proposed an experimental set-up allowing to highlight a superfluid motion of light in a nonlinear nano-photonics system, based on the transverse dynamics. I am currently working in collaboration with an experimental group (A. Levenson's group, LPN, Marcoussis - France) on this subject, to explore the possibility to observe this effect. In a second article we tried to understand the role of interactions (nonlinearity) through the phase space analysis of wave packets dynamics. In particular, our goal was to find coherent states for the nonlinear Schrödinger equation, in the sense that these states do not spread under time evolution in a harmonic potential, and to study their stability. This work has been done in collaboration with M. Saraceno and A. Monastra, from CNEA in Buenos Aires (where I have spent 2 months last year). I have also been studying the impact of the discreteness of space (e.g. light in an array of waveguides or a BEC in an optical lattice) on the dynamics. In this case, a separatrix appears in the classical phase space, resulting in a dramatic instability of the dynamics of the wavepacket. Furthermore, in a high intensity regime, a localization regime is expected to happen, due to the nonlinearity. These surprising phenomena are expected to be easily observable in nonlinear optics experiments. Lately I have also focused my research on the quantum approach of nonlinear optics, and tried to show that the analogy between Gross-Pitaevskii equation and the equation of propagation of light in a nonlinear medium is much deeper than just a formal equivalence.

Mardi 11 octobre 2011

Salle des conseils, Bâtiment 100, Orsay

Aurélien Decelle

Physique statistique des réseaux désordonnés - Verres de spin sur réseaux hiérarchiques et inférence de modules dans les graphes aléatoires

Cette thèse porte sur deux aspects différents des systèmes complexes. En premier lieu il s'agit d'une étude sur les verres de spin à longue portée définis sur un réseau hiérarchique pour pouvoir étudier la région hors champ moyen plus simplement. Ces modèles permettent d'interpoler facilement entre une région de champ moyen et une région où le point fixe critique est non trivial. Guidés par certains résultats sur les modèles ferromagnétiques, nous présenterons une transformation du groupe de renormalisation dans l'espace réel encore à l'étude pour ces systèmes, et discuterons de ces premiers résultats ainsi que les perspectives à envisager. Dans un second temps, nous définirons un modèle d'énergies aléatoires sur ce même réseau. Ce second modèle est une version "non champ moyen" du REM de Derrida pour lequel j'explicitai les résultats obtenus numériquement à l'aide d'une transformation d'échelle et discuterai les différences constatées par rapport au REM. Une seconde partie de ma thèse concerne l'étude du problème d'inférence de clusters dans les réseaux. Je détaillerai alors le modèle utilisé ainsi que les résultats obtenus sur les graphes aléatoires à l'aide de la méthode la cavité. Un nouvel algorithme permettant d'apprendre les propriétés de ces clusters et de les trouver au sein d'un réseau sera décrit. Je finirai avec les résultats que donnent notre méthode sur des graphes réels.