



Proposition de stage M2 théorique (année 2018-2019)

Sujet: Formulation dans l'espace des phases du mouvement quantique électronique sous champ magnétique

En présence d'un champ magnétique, les trajectoires électroniques se trouvent courbées en raison de la force de Lorentz, ce qui conduit à une modification importante des propriétés de transport des métaux et des semi-conducteurs. Une conséquence dramatique de cette formation d'orbites cyclotrons est la quantification de l'énergie cinétique en niveaux discrets (dit niveaux de Landau), qui est à l'origine de l'effet Hall quantique (résistance longitudinale nulle et quantification de la résistance transverse) observé à basse température dans des gaz d'électrons bidimensionnels.

Un ingrédient important pour comprendre ce phénomène est la présence d'un potentiel électrostatique (désordre lisse ou confinement), qui donne lieu à un mouvement du centre de guidage des orbites cyclotrons. Sous fort champ magnétique, le transport dans les gaz d'électrons bidimensionnels désordonnés se comprend alors comme résultant de la superposition du mouvement lent du centre de guidage avec un mouvement cyclotron rapide.

Au cours des dernières années, nous avons développé [1] au sein du LPMMC une théorie de fonctions de Green basée sur des états cohérents, qui traduit dans le langage quantique cette superposition du mouvement orbital avec celui du centre de guidage. Dans cette formulation particulière de la mécanique quantique dans l'espace des phases, l'équation générale du mouvement est de nature très différente de l'équation de Schrödinger et peut dans certains cas conduire à des méthodes alternatives de résolution, approchées [1] ou exactes [2].

Le but du stage est de contribuer au développement de cette formulation quantique dans l'espace des phases pour des systèmes présentant une dispersion de l'énergie linéaire dans le moment comme par exemple le graphène, les gaz électroniques bidimensionnels présentant un fort couplage spin-orbite, ou les semi-métaux de Weyl. Cette approche devrait permettre notamment d'apporter un éclairage original sur le processus de disparition des niveaux de Landau sous un fort champ électrique [3,4]. Les effets d'une dispersion spatiale quadratique du potentiel électrostatique seront également étudiés.

Le sujet de ce stage M2 peut être poursuivi en thèse.

[1] T. Champel, S. Florens, Phys. Rev. B 80, 125322 (2009) ; Phys. Rev. B 82, 045421 (2010).

[2] T. Champel, S. Florens, arXiv:1809.024487 (2018).

[3] V. Lukose, R. Shankar, and G. Baskaro, Phys. Rev. Lett. 98, 116802 (2007).

[4] V. Arjona, E.V. Castro, and M.A.H. Vozmediano, Phys. Rev. B 96, 081110(R) (2017).

Responsable du stage : Thierry Champel (contact : thierry.champel@grenoble.cnrs.fr)

Lieu du stage : LPMMC, Grenoble (page web : <http://lpmmc.grenoble.cnrs.fr>)

Formation/compétences requises : mécanique quantique avancée