



Proposition de stage M2 théorique (année 2016-2017)

Sujet: Mélange entre niveaux de Landau et effet Hall quantique

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 de désordre lisse, qui donne lieu à un mouvement lent du centre des orbites cyclotrons. Sous fort champ magnétique, le transport dans les gaz d'électrons bidimensionnels désordonnés se comprend alors comme résultant de la superposition de ce mouvement lent avec un mouvement cyclotron rapide. Au cours des dernières années, nous avons développé [1] au sein du LPMC une théorie de fonctions de Green basée sur des états cohérents de type vortex, qui traduit dans le langage quantique cette superposition du mouvement orbital avec celui du centre de guidage. La séparation des degrés de liberté lents et rapides à fort champ magnétique a alors permis un traitement analytique du problème microscopique en présence d'un désordre arbitraire.

Le but du stage est d'étudier les conséquences sur les propriétés d'équilibre (par exemple, la densité d'états) du mélange entre niveaux de Landau, exprimant un échange d'énergie possible entre le centre de l'orbite et le mouvement orbital. Cette communication entre les deux degrés de liberté électronique, qui est toujours présente dans les systèmes réels, devient de plus en plus importante lorsque le champ magnétique diminue et tend à compromettre [2] le phénomène d'effet Hall quantique, dont le diagramme de phase n'est pas encore complètement élucidé à ce jour [3]. La question du mélange entre niveaux de Landau pourra aussi être abordée dans le cas du graphène ou des gaz électroniques bidimensionnels présentant un fort couplage spin-orbite.

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] M. M. Fogler *et al.*, Phys. Rev. B 56, 6823 (1997).

[3] W. Pan *et al.*, arXiv:1604.04943 (2016).

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

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

Formation/compétences requises : mécanique quantique avancée