

Etude des hétéro-déformations dans les couches de graphène tournées

Contact : Vincent RENARD DRF//INAC/PHELIQS/LATEQS vincent.renard@cea.fr 0438786225

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

De nouveaux états de la matière liées à une forte interaction électron-électron (supraconductivité, isolant de Mott) ont récemment été observés dans des empilement de graphène où il existe une rotation entre les couches. A un angle bien particulier dit "magique" l'interaction électron-électron est en effet fortement augmentée dans ce système. C'est un résultat important car cela constitue le premier système formé entièrement et uniquement de carbone pour lequel cette physique apparaît. Nous avons récemment montré que les propriétés électroniques de ce type de système dépendent aussi fortement des déformations relatives entre les couches de graphène, un effet que nous avons appelé heterostrain en anglais. L'objectif de ce stage qui sera poursuivi par une thèse est de contrôler et d'étudier par microscopie à effet tunnel les effets de l'heterostrain à la recherche de nouveaux états de la matière dans ce système

Sujet détaillé :

Nous recherchons un candidat très motivé pour un stage de master suivi d'un thèse sur l'étude des hétérodéformations dans les couches de graphène empilées avec une rotation entre les couches.

Dans ces systèmes un moiré se forme en raison de la superposition des deux réseaux atomiques (voir la figure). Le potentiel qui en résulte a donné lieu à l'observation d'une grande variété de comportements électroniques: de l'observation de singularités de van Hove dont l'énergie dépend de l'angle de rotation entre les couches [1] à la localisation des électrons par le potentiel de moiré [2] en passant par la formation d'états unidimensionnels topologiquement protégés [3]. L'année 2018 a été porteuse de nombreuses découvertes dans ce système:

- 1) Observation de la supraconductivité lorsque l'angle de rotation approche un angle dit magique [4.]
- 2) Réalisation d'un quasi-cristal (symétrie de rotation mais pas de symétrie de translation) pour un angle de rotation de 30° [5].
- 3) Démonstration de l'effet important des déformations relatives (hétéro-déformations) sur les propriétés électriques de ces systèmes [6].

Cette dernière découverte a été faite dans notre groupe en utilisant un formalisme développé par un précédent doctorant permettant de quantifier les hétéro-déformations et en utilisant la microscopie à effet tunnel. Dans ce cas les hétéro-déformations existaient dans l'échantillon suite à la croissance du graphène. L'objet de ce projet est de contrôler les hétéro-déformations à la recherche de nouveaux états de la matière. Le candidat disposant d'une solide formation en physique de la matière condensée sera impliqué dans toutes les étapes de la recherche: fabrication des échantillons, développement du dispositif de contrôle des hétéro-déformations, études avec le STM et analyse des données. L'analyse sera faite en collaboration avec l'équipe théorique de l'université Cergy Pontoise.

Références

- [1] G. Lucian et al. Nature Physics 6, 109 (2010)
- [2] G. T. de Laissardière et al. Nanoletters 10, 804 (2010)
- [3] S. Huang et al. Phys Rev. Lett. 121, 037702 (2018)
- [4] Y. Cao et al. Nature 556, 43 (2018)
- [5] S. J. Ahn et al. Science 361,782 (2018)
- [6] Huder et al. Phys Rev. Lett. 120, 156405 (2018)