

Nanostructures hybrides Supraconducteur / Semiconducteur à base de Germanium pour l'information quantique

Contact : Francois LEFLOCH DRF//INAC/PHELIQS/LATEQS francois.lefloch@cea.fr 0438784822

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

Les trous dans le germanium ont l'avantage de présenter à la fois un très fort couplage spin-orbite, ce qui permet un contrôle rapide entièrement électrique des leurs spins, et une faible barrière Schottky avec plusieurs métaux supraconducteurs, ce qui permet la réalisation de dispositifs électroniques hybrides supraconducteur/semiconducteur. Ces propriétés restent aujourd'hui largement inexploités.

Le but de ce projet est d'étudier des nanostructures à base de gaz 2D de trous dans le germanium dans la perspective : i) d'isoler des spins individuels dans des points quantiques pour les contrôler électriquement par des grilles ii) de connecter ces nanostructures avec des électrodes supraconductrices pour faire des structures hybrides supraconducteur / semiconducteur de bonne qualité, ce qui est décisif pour un certain nombre de réalisations de qubits hybrides supraconducteurs (notamment le « GATEMON » : gate-tunable transmon).

Deux types de couches de germanium seront étudiés : des couches de Ge enterrées de haute mobilité (puits quantiques Ge avec contrainte dans une hétérostructure Ge/Ge_{0.8}Si_{0.2}) et des couches de Ge sur isolant (GeOI).

De plus, le couplage spin-orbite permettra d'explorer la physique des états topologiques notamment en présence de contacts supraconducteurs. Dans cette situation particulière les conditions seront réunies pour mettre en évidence et confirmer l'existence de fermions de Majorana.

Ce stage, qui pourra se continuer par une thèse, inclura du temps de nanofabrication en salle blanche avec notamment l'utilisation d'un masqueur électronique et des mesures à très basse température sur des cryostats dédiés.

Sujet détaillé :

Les trous dans le germanium ont l'avantage de présenter à la fois un très fort couplage spin-orbite, ce qui permet un contrôle rapide entièrement électrique des leurs spins, et une faible barrière Schottky avec plusieurs métaux supraconducteurs, ce qui permet la réalisation de dispositifs électroniques hybrides supraconducteur/semiconducteur. Ces propriétés restent aujourd'hui largement inexploités.

Le but de ce projet est d'étudier des nanostructures à base de gaz 2D de trous dans le germanium dans la perspective : i) d'isoler des spins individuels dans des points quantiques pour les contrôler électriquement par des grilles ii) de connecter ces nanostructures avec des électrodes supraconductrices pour faire des structures hybrides supraconducteur / semiconducteur de bonne qualité, ce qui est décisif pour un certain nombre de réalisations de qubits hybrides supraconducteurs (notamment le « GATEMON » : gate-tunable transmon).

Deux types de couches de germanium seront étudiés : des couches de Ge enterrées de haute mobilité (puits quantiques Ge avec contrainte dans une hétérostructure Ge/Ge_{0.8}Si_{0.2}) et des couches de Ge sur isolant (GeOI).

De plus, le couplage spin-orbite permettra d'explorer la physique des états topologiques notamment en présence de contacts supraconducteurs. Dans cette situation particulière les conditions seront réunies pour mettre en évidence et confirmer l'existence de fermions de Majorana.

Ce stage, qui pourra se continuer par une thèse, inclura du temps de nanofabrication en salle blanche avec notamment l'utilisation d'un masqueur électronique et des mesures à très basse température sur des cryostats dédiés.

Compétences requises :

Master de Physique