IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

Manipulation de l'état quantique d'excitations supraconductrices individuelles dans des nanofils

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 27/04/2018

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact GOFFMAN Marcelo
+33 1 69 08 55 29
marcelo.goffman@cea.fr

Résumé

En contactant des nanofils semiconducteurs entre des électrodes supraconductrices, on crée des états localisés dont on se propose de faire la manipulation quantique cohérente.

Sujet détaillé

Les électrons dans les supraconducteurs forment des paires de Cooper auxquelles on n'a pas accès individuellement parce qu'elles sont superposées et délocalisées. Des états localisés apparaissent pourtant dans les liens faibles entre électrodes supraconductrices. En utilisant des contacts atomiques, nous avons fait la spectroscopie de ces états [1] et démontré la manipulation cohérente de paires de Cooper localisées [2].

L'objet du stage est de développer des expériences similaires avec des nanofils semiconducteurs d'InAs comme liens faibles entre des supraconducteurs. On s'attend à ce que les temps de cohérence quantique soient plus longs ; en outre, il devrait être possible de manipuler le spin d'électrons localisés parce que le couplage spin-orbite est fort dans l'InAs.

L'étudiant(e) abordera des concepts avancés en mécanique quantique et en supraconductivité. Il apprendra aussi des techniques expérimentales variées : la nanofabrication, les basses températures, les mesures bas-bruit et les mesures microonde. Il/elle sera intégré/e dans un groupe de recherche actif dans le domaine de l'électronique quantique.

[1] L. Bretheau et al., “Exciting Andreev pairs in a superconducting atomic contact”
Nature 499, 312 (2013). arXiv:1305.4091
[2] C. Janvier et al., “Coherent manipulation of Andreev states in superconducting atomic contacts”
Science 349, 1199 (2015), arXiv:1509.03961

Mots clés

Physique mésoscopique, supraconductivité, effet Josephson, électrodynamique quantique en circuit.

Compétences

Pour ce sujet, l'étudiant(e) devra développer une compréhension approfondie de la mécanique quantique, et apprendra des techniques variées : la nanofabrication, les basses températures, les mesures bas-bruit et les mesures microonde. Il/elle sera intégrée dans un groupe de recherche actif dans le domaine de l'électronique quantique.

Logiciels

Manipulation of the quantum state of individual superconducting excitations in nanowires

Summary

We propose to develop experiments aiming at the quantum manipulation of localized states that arise in semiconducting nanowires connecting superconducting electrodes.

Full description

Electrons in superconductors form Cooper pairs that cannot be probed individually because they are delocalized and overlapping. However, localized states appear at weak links between superconducting electrodes. Using atomic contacts as a weak link, we performed the spectroscopy of these localized states [1] and demonstrated the quantum manipulation of a localized Cooper pair [2].
During the internship, we plan to develop similar experiments with InAs semiconducting nanowires. Longer coherence times are expected, and, because of the strong spin-orbit coupling in InAs, one should also be able to manipulate the spin of localized electrons.

The student will be integrated in an active research group on quantum electronics and get acquainted with advanced concepts of quantum mechanics and superconductivity. He/she will also learn several experimental techniques: low temperatures, low-noise and microwave measurements, and nanofabrication.

[1] L. Bretheau et al., “Exciting Andreev pairs in a superconducting atomic contact”
Nature 499, 312 (2013). arXiv:1305.4091
[2] C. Janvier et al., “Coherent manipulation of Andreev states in superconducting atomic contacts”
Science 349, 1199 (2015), arXiv:1509.03961

Keywords

Mesoscopic Physics, Superconductivity, Josephson effect, quantum electrodynamics circuits.

Skills

The subject requires the student to develop a good understanding of quantum physics, and to learn and master different techniques: nanofabrication, low temperatures, low-noise and microwave measurements. He/she will be integrated in an active research group on quantum electronics.

Softwares