IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/GNE

Temps de tunneling électronique et ses fluctuations

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/GNE

Candidature avant le 30/05/2020

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact ALTIMIRAS Carles
+33 1 69 08 72 35
carles.altimiras@cea.fr

Autre lien https://nanoelectronicsgroup.com/

Résumé

Nous nous proposons de mesurer "in-situ" les fluctuations temporelles de la charge portée par des électrons se trouvant sous un barrière de potentiel par effet tunnel.

Sujet détaillé

Défiant notre intuition usuelle, l'effet tunnel quantique fascine les physiciens depuis des décennies. Très vite après sa découverte, s'est posé la question de savoir combien de temps les particules passent sous la barrière classiquement interdite. Malgré sa simplicité, une telle question est mal définie en termes d'observables quantiques et n'admet pas de réponse unique, entrainant ainsi au cours des dernières décennies un ensemble de définitions différentes correspondant à divers scénarios.
Suite à une proposition de Büttiker & collaborateurs [1], cette question sera abordée en considérant une observable bien définie : la mesure du spectre des fluctuations temporelles du nombre de particules résidant dans la barrière classiquement interdite. L'idée est d'exploiter un système de gaz d'électrons 2D dans un semi-conducteur, dans lesquels des portes métalliques couplées électrostatiquement peuvent être utilisées pour générer la barrière de potentiel électrostatique sur laquelle les électrons sont dispersés (contact à point quantique). Ces mêmes portes peuvent être également utilisées pour mesurer de façon indirecte les fluctuations de charge, fonction du nombre d'électrons de tunnel résidant sous la barrière.
Malgré sa simplicité conceptuelle, la mise en œuvre d'un tel scénario est une tâche délicate, car elle nécessite la collecte d'un signal radiofréquence (RF) de très faible amplitude, émis par une source d'impédance de sortie très élevée dans un réfrigérateur à dilution (T

Mots clés

Transport quantique, effet tunnel

Compétences

Mesures électriques DC et radiofréquences ultra-bas bruit design microondes. - Fabrication en salle blanche de circuit semiconducteurs nano-structurés - cryogénie

Logiciels

Electron tunneling time and its fluctuations

Summary

We will measure de the charge time-fluctuations of electrons trapped within a potential barrier by the tunneling effect.

Full description

Challenging our classical intuition, quantum tunneling has fascinated physicists for decades. Very soon after its discovery, it raised the question of how much time do particles spend under the classically forbidden barrier. Despite its simplicity, such a question is ill defined in terms of quantum observables and does not admit a single answer, thus triggering over the past decades a bunch of different definitions corresponding to different (though) scenarios.
Following a proposal of Büttiker & collaborators [1], we will address this question from the perspective of a well-defined observable: that is, measuring the spectrum of time fluctuations of the number of particles residing within the classically forbidden barrier. The idea is to exploit semiconducting 2D electron gases where electrostatically coupled metallic gates not only can be used to generate the electrostatic potential barrier upon which the electrons are scattered (a Quantum Point Contact), but could be used as well to collect the mirror influence-charges fluctuating in response to the tunneling electrons residing beneath the gate. Despite its conceptual simplicity, implementing such a scenario is a formidable task since it demands collecting a tiny radiofrequency (RF) signal emitted by a huge output-impedance source in a sub-Kelvin (dilution) refrigerator. We will build upon the group's expertise in RF design and ultra-low noise measurements in cryogenic environments in order to overcome this challenge, notably implementing recently developed high impedance RF matching circuits allowing us to efficiently collect the signal into a RF detection chain.
The student will participate to the radiofrequency design of the samples, to their fabrication in a clean-room environment, and to their measurement exploiting low noise measurement techniques both in the near DC and the few GHz range. He will become familiar with sub-Kelvin cryogenic techniques as well.

References:
[1] Pedersen, van Langen, and Büttiker, Phys. Rev. B 57, 1838 (1998).

Keywords

Quantum transport, tunneling effect

Skills

Ultra-low noise DC and RF electrical measurements microwave design - Clean-room fabrication of nanostructured semiconducting circuits - Cryogenics

Softwares