

Courants permanents dans des anneaux mésoscopiques connectés

Wilfried Rabaud

▶ **To cite this version:**

Wilfried Rabaud. Courants permanents dans des anneaux mésoscopiques connectés. Matière Condensée [cond-mat]. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2001. Français. NNT : . tel-00069668

HAL Id: tel-00069668
https://theses.hal.science/tel-00069668

Submitted on 19 May 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Courants Permanents dans des Anneaux Mésoscopiques Connectés

Résumé

Le phénomène des courants permanents dans un anneau traversé par un flux magnétique est un des problèmes les plus fondamentaux de la physique mésoscopique. À l'équilibre thermodynamique, en présence d'un flux magnétique, un anneau conducteur est parcouru par un courant non dissipatif, et ce, bien qu'il ne soit pas supraconducteur. L'existence de ces courants permanents dans des systèmes isolés a pu être établie avec certitude par quelques expériences historiques, même si de nombreux faits expérimentaux restent encore inexpliqués. Il apparaît alors qu'une question primordiale est de savoir si les courants permanents peuvent survivre dans une géométrie d'anneaux connectés, et ce, même si la taille totale du système devient très grande devant l_ϕ.

Nous avons donc réalisé un échantillon comportant quatre ou seize anneaux connectés entre eux, et gravés dans une hétérojonction d'arséniure de gallium. La détection de l'aimantation due aux courants permanents est réalisée par un μ-SQUID en aluminium, déposé directement sur les anneaux pour un couplage optimal. De plus, un système de grilles métalliques nous permet d'obtenir une mesure précise du niveau de bruit, et une boucle d'étalonnage permet de relier simplement le signal d'aimantation à l'amplitude du courant permanents circulant dans les anneaux.

Nous avons ainsi pu montrer deux faits expérimentaux nouveaux : les courants permanents existent toujours dans une géométrie où les anneaux sont connectés, et ce même si la longueur totale de la chaîne d'anneaux est très grande devant l_ϕ. Par ailleurs, nous avons établi que l'amplitude des courants permanents n'est pas sensiblement modifiée que les anneaux soient connectés ou non. Ces résultats montrent que les courants permanents ne sont pas une propriété spécifique aux systèmes isolés et plus petits que l_ϕ ; il s'agit donc d'un effet quantique robuste, que l'on peut penser observer dans des systèmes macroscopiques.

Mots clés : Courants Permanents, Mésophysique, Magnétisme, Semiconducteurs

---

Persistent Currents in Mesoscopic Connected Rings

Abstract

Persistent currents in a ring threated by a magnetic flux is one of the most basic properties of mesoscopic physics. In the presence of a magnetic flux, a mesoscopic normal metal ring carries an equilibrium non-dissipative persistent current. Key experiments have confirmed the existence of persistent currents in isolated rings, although many experimental facts are still not well understood. In this context, an important question is to know if persistent currents can survive in a geometry of connected rings, the total size of the system being much longer than l_ϕ.

We have fabricated a sample with four and sixteen connected rings, etched in a gallium arsenide heterostructure. The magnetisation due to persistent currents is detected with aluminium μ-SQUIDs, deposited on the top of the rings in order to have the best coupling. Moreover, metallic gates were included in order to have an accurate measurement of the noise level, and a calibration loop allows to have absolute magnetisation measurements of the amplitude of the persistent currents in one ring.

Our experiment shows that the persistent currents still exist in a geometry where the rings are connected, the total length of the system being longer than l_ϕ. Moreover, we have shown that the amplitude of the persistent currents is not significantly modified when connecting or isolating the rings. Our results show that the persistent currents are not a specific property of isolated system smaller than l_ϕ : it is a robust effect that may be observed even in macroscopic samples.