



Universiteit
Leiden
The Netherlands

On topological Properties of Superconducting Nanowires

Pikulin, D.

Citation

Pikulin, D. (2013, November 26). *On topological Properties of Superconducting Nanowires*. *Casimir PhD Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/22358>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/22358>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/22358> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Pikulin, Dmitry Igorevich

Title: On topological properties of superconducting nanowires

Issue Date: 2013-11-26

Samenvatting

Topologische supergeleiding is een nieuw verschijnsel, recentelijk voorspeld in dunne draden en wellicht ook al waargenomen. Het is een bijzondere supergeleidende toestand, die niet op basis van symmetrie maar op basis van topologie van de gewone supergeleidende toestand verschilt. Een kenmerk van topologische supergeleiding is het verschijnen van oppervlakte-toestanden. Het ligt voor de hand om te gaan onderzoeken hoe de bekende supergeleidende effecten in een topologische supergeleider optreden, en om wellicht nieuwe effecten te ontdekken. Dat is het hoofdonderwerp van dit proefschrift.

We beginnen met het onderzoek van de gebruikelijke thermodynamische eigenschappen van fase-overgangen, om te bezien hoe deze optreden bij een topologische fase-overgang. In een begrensd systeem is geen sprake van een scherpe overgang, en dus is het verschil tussen topologische en niet-topologische supergeleiders in een begrensd systeem geen scherp verschil. Dit lijkt in tegenspraak met eerder onderzoek, en in hoofdstuk 2 lossen we dit op. We identificeren een ander soort topologische fase-overgang, die de polen van de verstrooiingsmatrix in het complexe vlak betreft.

We vervolgen in hoofdstuk 3 met het onderzoek van de topologische fase in een heel algemeen model, geldig in de nabijheid van de fase-overgang. We laten zien dat de fase-overgang die de polen betreft niet samenvalt met de gebruikelijke overgang, maar wel in de buurt ervan ligt. We onderzoeken het universele gedrag van het geleidingsvermogen rond de beide overgangen.

In hoofdstuk 4 onderzoeken we opnieuw het geleidingsvermogen in een realistisch model van een supergeleidende dunne draad, zowel in de topologische als in de niet-topologische fase. We tonen aan dat het interferentie-effect dat zwakke antilocalisatie heet, omdat het 't ge-

leidingsvermogen zwak doet toenemen, een piek in de stroom-spanningskarakteristiek kan veroorzaken in de niet-topologische fase. Deze piek kan dus de zogenaamde Majorana-piek in de topologische fase verhullen. We brengen een verband aan tussen deze antilocalisatie piek en de eerder genoemde pool-overgang.

In hoofdstuk 5 vervolgen we het onderzoek van de supergeleidende draden met het bestuderen van het Josephson effect in de topologische fase. We leiden een algemeen geldig model af en onderzoeken de tijdsafhankelijkheid van de stroom bij constante spanning. Dit AC Josephson effect vertoont een ongebruikelijke ruis, met pieken bij frequenties die geen veelvoud van de Josephson frequentie zijn.

In hoofdstuk 6 stappen we over van de dunne draden naar het één-dimensionale kanaal aan de rand van een zogenaamde "quantum spin-Hall isolator". We laten zien dat een Josephson-junctie in dit systeem een onverwacht verschil vertoont tussen het Josephson effect met en zonder deeltjesbehoud. De superstroom kan twee keer zo groot worden met deeltjesbehoud.

Het proefschrift sluit af in hoofdstuk 7 met een geheel ander onderwerp uit de theorie van supergeleiding, namelijk het Nernst effect in hoge-temperatuur supergeleiders. Deze materialen hebben een anisotroop Fermi-oppervlak en anisotrope verstrooiing aan verontreinigingen. Deze complicatie is in de literatuur behandeld in de zogenaamde relaxatie-tijd benadering, maar wij tonen aan dat deze benadering fors tekort schiet. Zelfs het teken van het Nernst effect kan verkeerd uitkomen.