

„Badanie i detekcja fermionów Majorany w kwantowych drutach”.

Miejsce realizacji: Instytut Fizyki Molekularnej PAN
Zakład Fizyki Ciała Stałego

Kontakt: Prof. IFM PAN dr hab. Piotr Stefański
e-mail: piotrs@ifmpan.poznan.pl
tel. 61 8695 130

Wprowadzenie:

Egzotyczne cząstki, które same dla siebie są antycząstkami zostały wprowadzone przez E. Majoranę w kontekście cząstek elementarnych w 1937 roku. Podlegają one tzw. nie-abelowej statystyce a ich występowanie jest topologicznie niezmiennicze. Ta ostatnia własność jest niezmiernie interesująca, ponieważ oznacza że są one odporne na procesy dekoherencji. Fermiony Majorany są więc obiektami bardzo obiecującymi dla przeprowadzania kwantowych operacji logicznych i realizacji kwantowego komputera odpornego na lokalne zaburzenia, bardzo destrukcyjne dla operacji na zwykłych kubitach. Dlatego w ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie wytworzeniem stanów Majorany w ciele stałym.

Najbardziej obiecującym z punktu widzenia kwantowych obliczeń jest wytworzenie stanów Majorany w tzw. topologicznym drucie nadprzewodzącym, zrealizowanym już eksperymentalnie. Powstaje on w wyniku osadzenia półprzewodnikowego drutu z dużym oddziaływaniem spin-orbita na konwencjonalnym nadprzewodniku umieszczonym w polu Zeemana. Na końcach drutu powstają stany związane będące fermionami Majorany. Tworzą one rozciągły przestrzennie stan fermionowy, stabilny ze względu na lokalne zaburzenia. Praca doktorska dotyczy badań takich stanów.

Cel naukowy pracy i proponowane metody badawcze.

Celem pracy doktorskiej jest badanie teoretyczne własności stanów Majorany powstałych na końcach topologicznego drutu oraz ich detekcja. Realizowane to będzie poprzez sprzężenie stanów Majorany z kropką kwantową lub układami kropek kwantowych w różnych konfiguracjach. Badanie transportu elektronowego przez takie układy hybrydowe pozwoli na ustalenie obecności stanów Majorany jak również ich wpływ na oddziaływania kulombowskie w kropkach. Rozważania będą dotyczyły m.in. zależności od położenia poziomów kropek, przyłożonego napięcia i temperatury. Opis matematyczny powyższych układów będzie realizowany w formalizmie funkcji Greena.

Rozwiązania otrzymanych z modeli równań wymagają odpowiedniej implementacji numerycznej i obliczeń samozgodnych.