

## Projekt 4.22. Ograniczenia Chronionego Transportu i Egzotyczne Stany Topologiczne w Półprzewodnikach Topologicznych

**Promotor(zy):** dr hab. Wojciech Brzezicki

**Instytut:** IFPAN

**Jednostka organizacyjna:** ON6.5 (MagTop)

**Strona www grupy:** <http://www.magtop.ifpan.edu.pl>

### Opis:

Zrywając z popularnym trendem koncentrowania się na minimalnych modelach materii topologicznej, opracujemy teorię rzeczywistych półprzewodników topologicznych (TSs). Istnieje potrzeba lepszego modelowania tych materiałów, aby zrozumieć obserwowany brak ochrony topologicznej transportu w kwantowych spinowych izolatorach Halla (QSH). Co więcej, wielowarstwowe TSs wykazują szereg innych intrygujących zjawisk topologicznych. Na przykład stwierdzono, że na powierzchniowych stopniach atomowych w układach Sn(Pb)Se(Te), oddzielających regiony parzystej i nieparzystej liczby warstw, pojawiają się stany topologiczne w przerwie energetycznej. Ostatnio zaobserwowano również pik przewodnictwa zerowego napięcia w układzie Sn(Pb)Se(Te) zawierającym stopnie. Takie piki są uważane za jedną z sygnatur intensywnie przeszukiwanych modów zerowych Majorany, obiecujących ze względu na topologiczne obliczenia kwantowe. Jednakże szczegółowa analiza topologii stanów zlokalizowanych na jednym stopniu sugeruje, że mogą one wynikać z magnetycznych ścian domenowych. Ponieważ stopień na powierzchni ma podobne symetrie jak nanodrut, również tam warto poszukać podobnych stanów. To ważne, ponieważ nanodruty SnTe są uważane za platformę do realizacji modów zerowych Majorany, alternatywnych do znanych nanodrutów InSb, w których odnotowano sygnatury takich modów. Wreszcie, TSs oferują wyjątkową możliwość realizacji niehermitowskich faz topologicznych, będących topologicznie nietrywialnymi stanami własnymi hamiltonianu układu otwartego, w których energia jest rozpraszana lub pozyskiwana. Można to osiągnąć poprzez umieszczenie jedno- lub kilkuwarstwowego TS w rezonatorze fotonicznym. Fotony w takiej mikrownęce silnie oddziałują z TS i powstaje kondensat ekscyton-polaryton. Intrygujące jest zatem pytanie, jaka będzie topologia stanu ekscyton-polaryton dla pojedynczej wnęki lub szeregu wnęk.

### Cel:

W tym projekcie zajmiemy się czterema kluczowymi pytaniami dotyczącymi półprzewodników topologicznych:

(A) Brak ochrony topologicznej w studniach kwantowych typu HgTe/CdTe. Modelowanie transportu w nieuporządkowanych układach topologicznych, a naszym celem jest wykazanie, że dodatkowe stany brzegowe mogą być odpowiedzialne za brak ochrony topologicznej.

(B) Badanie chronionych symetrią niezmienników topologicznych i stanów o złamanej symetrii dla półprzewodników wielowarstwowych, w tym powierzchniowych stopni atomowych i nanodrutów.

(C) Kontrola niezmienników topologicznych, zaprojektowanie układu wykazujących efekt QSH w skali makroskopowej. Poszukiwanie takiego projektu studni kwantowej, że dodatkowe stany brzegowe będą albo nieobecne, albo zostaną usunięte z przerwy.

(D) Niehermitowskie układy topologiczne, wielowarstwowe półprzewodniki w mikrownękach i nie tylko. Realizacja hamiltonianów niehermitowskich o nietrywialnej topologii z wykorzystaniem łańcuchów obwodów nadprzewodnikowych lub optomechanicznych.

Współpraca z grupami doświadczalnymi w MagTop/IFPAN.

### Wymagania:

- biegłość w języku angielskim

- pewne doświadczenie w programowaniu (Mathematica/MatLab/Python itp.)
- wiedza z zakresu teorii ciała stałego
- wiedza z zakresu algebry liniowej

Stypendium płatne z projektu: ok. 4300 PLN netto.