

## **Projekt 4.5 Właściwości i oddziaływania multiferroików półprzewodnikowych grupy IV-VI (eksperymentalne)**

**Promotor:** dr hab. Łukasz Kilański / dr Beata Brodowska

**Instytut:** IF PAN

**Jednostka:** ON1.3

**www:** <http://www.ifpan.edu.pl/ON-1/on13.html>

### **Opis:**

Wykorzystanie wzajemnych oddziaływań między elektronowymi stanami własnymi a spinowym i orbitalnym stopniami swobody w połączeniu z fundamentalnym złamaniem symetrii jest obecnie jedną z najbardziej ekscytujących dziedzin badań. Efekt ten stanowi podstawę dla gigantycznego magnetooporu, manipulowania domenami magnetycznymi za pomocą transferu momentu pędu i wykorzystania efektu Rashby do manipulacji spinem elektronu. Efekty te doprowadziły również do wybitnych odkryć nowych faz kwantowych, takich jak izolatory topologiczne, półmetale Weyla i fermiony Majorany. Materiały z dużym rozszczepieniem Rashby oraz z helikalnym uporządkowaniem ferromagnetycznym takie jak  $\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  zapewniają niezwykle właściwości fizyczne ze względu na współistnienie i sprzężenie między ferromagnetyzmem i ferroelektrycznością w jednym układzie. Multiferroik  $\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  dziedziczy z ferroelektryka  $\alpha\text{-GeTe}$  gigantyczne rozszczepienie Rashby trójwymiarowych stanów objętościowych, co konkuruje z rozszczepieniem spinowym Zeemana indukowanym przez oddziaływania wymiany magnetycznej. Poprzez zastosowanie silnych pól magnetycznych można pokazać manipulację teksturami spinowymi, co jest również możliwe dla pól elektrycznych opartych na sprzężeniu multiferroika. Kontrola rozszczepienia spinowego pasm i ich blokowania poprzez wykorzystanie ferromagnetyzmu i ferroelektryczności otwiera fascynujące nowe drogi dla wysoce wielofunkcyjnych multiferroicznych urządzeń Rashby przystosowanych do reprogramowalnej logiki oraz aplikacji pamięciowych.

### **Cel:**

Doktorant/ka będzie uczestniczyć w realizacji projektu NCN Sonata-BIS pt. "Manipulacja spinowym porządkiem magnetycznym powierzchni multiferroicznych półprzewodników IV-VI". Celem projektu jest zdobycie wiedzy na temat sprzężenia między ferromagnetyzmem i ferroelektrycznością multiferroików bazujących na  $(\text{Ge},\text{Sn},\text{Mn})\text{Te}$ . Multiferroiki takie łączą wzajemne oddziaływanie spinowych i orbitalnych stopni swobody, z fundamentalnym złamaniem symetrii. Kombinacja powyższych efektów w jednym materiale może być wykorzystana w manipulacji momentami spinowymi w domenach magnetycznych, użyciu rozszczepienia Rashby do manipulacji spinem i jest ważna z uwagi na niedawne odkrycia nowych faz kwantowych, takich jak izolatory topologiczne, półmetale Weyla i fermiony Majorany. Uzyskana wiedza zostanie wykorzystana do zrozumienia struktury spinowej i dynamiki ruchu ścian domenowych multiferroików  $(\text{Ge},\text{Sn},\text{Mn})\text{Te}$  w świetle możliwych zastosowań w spintronice.

### **Wymagania:**

- wysokie oceny z przedmiotów kierunkowych na poziomie magisterskim,
- zaliczenie zajęć z fizyki na poziomie akademickim,
- znajomość technik doświadczalnych w fizyce ciała stałego,
- doświadczenie w pracy laboratoryjnej z materiałami półprzewodnikowymi,
- zainteresowanie fizyką ciała stałego, umiejętność pracy w interdyscyplinarnym zespole i uczenia się nowych zagadnień.

- analityczny sposób myślenia, staranność w pracy i konsekwencja w osiąganiu wyników,
- umiejętności programistyczne w stopniu zaawansowanym,
- dobra znajomość języka angielskiego w mowie i w piśmie,
- umiejętność pracy pod presją czasu,
- wysoka motywacja do pracy naukowej (publikacje, prezentacje konferencyjne lub inne osiągnięcia są mile widziane),
- stopień Magistra w fizyce (lub równoważnik który pozwala na rozpoczęcie studiów doktoranckich w fizyce w kraju wydania),
- aby być zatrudnionym, kandydat musi zostać przyjęty do Szkoły Doktorskiej w której uczestniczy Instytut Fizyki. Wnioski o zatrudnienie składane są poprzez rekrutacje do Szkoły Doktorskiej, która odbywa się online na warsaw4phd.eu.

**Finansowanie:**

Stypendium: fundusze z projektu 4500 PLN miesięcznie, przed odjęciem obowiązkowych składek ZUS (~15%), przez 36 miesięcy. Potem ustawowe stypendium doktoranckie (około 2100 PLN/miesiąc w latach 1-2, 3240 PLN/miesiąc w latach 3-4).

**Kontakt:** kilan@ifpan.edu.pl