

## Streszczenie

---

Celem pracy doktorskiej było badanie własności magnetycznych i elektronowych wybranych związków o strukturze MgAgAs, zawierających metal grupy lantanowców, metal przejściowy oraz bizmut. Zasadniczym celem pracy było eksperymentalne potwierdzenie topologicznie nietrywialnych własności struktury elektronowej tych związków. Główną motywacją do podjęcia tej tematyki było, wielkie zainteresowanie, którym się cieszą te związki z powodu ich fascynujących własności fizycznych oraz rozmaitych potencjalnych zastosowań. Związki te wykazują szczególne własności elektronowe, przewidziane przez obliczenia struktury pasmowej *ab initio*, wskazujące że są to potencjalne materiały topologiczne. Ponadto, nadprzewodnictwo w tego typu związkach jest fascynujące bowiem może ono być niekonwencjonalne i mieć topologiczny charakter, a w związku z tym związki te mogą posłużyć do budowy odpornego na błędy, stabilnego komputera kwantowego.

Badania zostały przeprowadzone na próbkach otrzymanych w postaci monokryształów metodą krystalizacji z roztworu w topniku. Przedmiot pracy doktorskiej stanowiły badania ośmiu związków: YPtBi, LuPtBi, GdPdBi, TbPdBi, DyPdBi, HoPdBi, ErPdBi oraz LuPdBi. Główny akcent w badaniach położono na pomiarach własności transportu elektronowego, ponieważ za ich pomocą można eksperymentalnie potwierdzić topologicznie nietrywialną naturę związku. Ponadto, zostały zbadane ich własności termodynamiczne.

Najważniejsze rezultaty pracy to kolejne przesłanki topologicznie nietrywialnych własności badanych związków. Pokazano, że temperaturowe zależności przewodności elektrycznej związków YPtBi, LuPtBi, HoPdBi, LuPdBi można opisać, w całym zakresie temperatur, sumą dwóch funkcji, które odpowiadają dwóm niezależnym kanałom transportu ładunku, metalicznemu i półprzewodnikowemu. W niskich temperaturach, jeśli przypisać metaliczny kanał stanom powierzchniowym, przewodnictwo kanału półprzewodnikowego staje się zaniedbywalnie małe, co oznaczałoby, że objętość próbki staje się izolatorem.

Wyniki pomiarów magnetooporu dodatkowo wsparły możliwość nietrywialnej topologii. Magnetoopór związków HoPdBi oraz ErPdBi jest ujemny w niskich temperaturach, ale wraz ze zwiększeniem temperatury stopniowo przechodzi w dodatni. Natomiast, dla związków YPtBi, LuPtBi oraz LuPdBi, magnetoopór jest dodatni, liniowy i nie wykazuje nasycenia nawet w wysokich polach magnetycznych. Takie zachowanie jest charakterystyczne dla materiałów z nietrywialną topologią – izolatorów topologicznych, półmetali Diraca i Weyla. Nagły wzrost magnetooporu w niskich polach magnetycznych dla związków HoPdBi, LuPdBi i YPtBi, można

przypisać efektu słabej antylokalizacji, która jest jedną z osobliwości izolatorów i półmetali topologicznych. Dla związków YPtBi, HoPdBi, ErPdBi i LuPdBi zaobserwowaliśmy oscylacje Shubnikova-de Haasa. Dla wszystkich tych związków oszacowano fazę Berry'ego, bardzo bliską wartości teoretycznej  $\pi$ , właściwej dla fermionów Diraca.

Za pomocą pomiarów oporu elektrycznego oraz podatności magnetycznej znaleziono nadprzewodnictwo w związkach YPtBi, LuPtBi, HoPdBi oraz LuPdBi poniżej temperatur krytycznych, odpowiednio, 0.96 K, 0.9 K, 0.65 K oraz 1.8 K. Niezwykły jest fakt, że temperaturowe zależności ciepła właściwego nie wykazują żadnych anomalii w okolicach temperatur przejść w stan nadprzewodzący. Takie zachowanie może być tłumaczone tym, że nadprzewodzą tylko stany powierzchniowe próbki, zajmujące objętość bardzo małą w stosunku do całej objętości próbki.

Uzyskane temperaturowe zależności podatności magnetycznej, ciepła właściwego oraz oporu elektrycznego wyraźnie wskazały na przejścia antyferromagnetyczne w GdPdBi, TbPdBi, DyPdBi, HoPdBi oraz ErPdBi w temperaturach Néel'a, odpowiednio, 12.6 K, 5.3 K, 3.5 K, 1.9 K oraz 1.1 K. Na podstawie wyników dyfrakcji neutronów na monokryształach TbPdBi, HoPdBi, ErPdBi wyznaczono dla tych trzech związków wektor propagacji  $k = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$  spełniający warunki teorii antyferromagnetycznego izolatora topologicznego.

Głównym wynikiem pracy doktorskiej jest potwierdzenie kilku związków jako potencjalnych materiałów z nietrywialną topologią. Otrzymane wyniki wskazują, że badane związki o strukturze MgAgAs są bardzo interesujące ze względu na możliwe współistnienie nietrywialnej topologii struktury elektronowej, nadprzewodnictwa oraz antyferromagnetyzmu.