

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Tematem projektu jest wyznaczenie struktury pasmowej kryształów wybranych związków międzymetalicznych zawierających cer. Mianowicie zamierzamy zbadać polikryształy przedstawicieli układu  $CeRhSb_{1-x}Sn_x$  oraz monokryształy związków:  $CeFe_4As_{12}$ ,  $CeCoIn_5$ . Układy te posiadają wiele niecodziennych właściwości fizycznych spowodowanych obecnością elektronów 4f pochodzących od ceru. Elektrony te, silnie oddziałują pomiędzy sobą, jak i również z nośnikami z pasma przewodnictwa, co określane jest mianem hybrydyzacji. Wynikiem opisanej interakcji są częstokroć nietrywialne właściwości magnetyczne oraz transportowe występujące w konkretnych materiałach. Elektrony, poruszające się w omawianych układach, często zachowują się tak, jakby były obdarzone masą wielokrotnie większą (czasami nawet rzędu 1000 razy) niż w przypadku tych swobodnych. Wśród szeregu interesujących zjawisk, w ramach projektu, bezpośrednio poruszona zostanie tematyka związana z występowaniem izolatorów Kondo. Materiały te są w rzeczywistości półprzewodnikami o niezwykle wąskiej przerwie energetycznej (szerokość przerwy jest rzędu 1 K) obejmującej potencjał chemiczny. Dodatkowo, obliczenia teoretyczne bazujące na teorii funkcjonału gęstości, przewidują w jednym z materiałów, który zamierzamy przebadać, istnienie stanu izolatora topologicznego. Wnętrze takiego materiału nie przewodzi prądu elektrycznego, ze względu na przerwę w strukturze pasmowej. Natomiast transport elektronów na powierzchni ma taki sam charakter jak w przypadku grafenu, nośniki są obdarzone wysoką ruchliwością, a relacja dyspersji jest taka jak dla fotonów, które to mają zerową masę spoczynkową. Niektóre rodziny związków międzymetalicznych, w obrębie których zaobserwowano występowanie izolatorów Kondo, przejawiają także istnienie kwantowego przejścia fazowego. Przejście to, w odróżnieniu od klasycznego, zachodzi w temperaturze zera absolutnego, a więc bez udziału fluktuacji termicznych. Metodą eksperymentalną, która umożliwia bezpośrednie badanie struktury pasm energetycznych jest spektroskopia fotoelektronów bazująca na efekcie fotoelektrycznym. W przeprowadzonych pomiarach zamierzamy wzbudzać elektrony z próbki za pomocą promieniowania rentgenowskiego oraz ultrafioletu. Przeprowadzone pomiary będą skutkowały wyznaczeniem struktury pasmowej omawianych materiałów, która niesie informację o istnieniu i wielkości przerw energetycznych oraz masie efektywnej nośników prądu.

Planowane badania mają charakter podstawowy i w znacznym stopniu mogą się przyczynić do rozwoju fizyki ciała stałego. Z jednej strony, pomiar niezwykle wąskiej przerwy występującej w izolatorach Kondo stanowi poważne wyzwanie wobec metod eksperymentalnych. Natomiast zmierzona doświadczalnie struktura pasmowa będzie testem dla obecnie stosowanych modeli teoretycznych opisujących silnie oddziałujące elektrony. Oprócz tego, badane materiały przejawiają korzystne właściwości z punktu widzenia praktycznych zastosowań, np. jako elementy termoelektryczne.