

Ponieważ zrozumienie wzajemnych relacji pomiędzy nadprzewodnictwem i magnetyzmem w nadprzewodnikach żelazowych, jak również roli antysymetrycznego sprzężenia spin-orbita w nadprzewodnikach niecentrosymetrycznych jest celem nadrzędnym projektu, proponujemy zbadać trzy serie nadprzewodników żelazowych i kilku nadprzewodników niecentrosymetrycznych. Podkreślić należy, iż właściwości mikroskopowe wszystkich materiałów wymienionych poniżej pozostają całkowicie **niezbadane** do tej pory.

1. *Seria  $Sr_2MFeAsO_3$  ( $M = Sc, Ti, V, Cr$ ),*

2. *Seria  $Ca_{n+2}(Al, Ti)_nO_{3n}$ ,  $n = 2, 3$  i  $4$ ,*

3. *Seria  $Ca_{10}Pt_nAs_8(Fe_2As_2)_5$ ,  $n = 3$  lub  $4$*

4.  *$^{57}Fe$ -domieszkowane nadprzewodniki  $LaNiC_2$ ,  $Re_6Zr$ ,  $Th_7T_3$  ( $T = Fe, Co, Rh, Ir$ ).*

Badając w/w materiały próbujemy poszukiwać odpowiedzi na pytania:

- Czy widmo fononowe zmienia się na przejściu do stanu nadprzewodzącego?
- Co to jest najbliższe otoczenie atomów zaangażowanych w nadprzewodnictwa?
- Czy oddziaływania magnetyczne (w tym fala gęstości spinowej/ładunkowej, fluktuacja spinowa, wymiana) są związane z nadprzewodnictwem?
- Jaka jest rola oddziaływań magnetycznych i jaki jest związek między różnymi oddziaływaniami w stanie nadprzewodzącym?

Biorąc pod uwagę konieczność wyjaśnienia mechanizmu parowania elektronów w nowo odkrytych nadprzewodnikach żelazowych i niecentrosymetrycznych, jak i ogólnych kierunków badań w świecie i w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych, spektroskopia mössbauerowska została wybrana jako kluczowa metoda do badań w tym projekcie. Cenne informacje będą do uzyskania są: *właściwości magnetyczne (pole nadsubtelne), elektryczne przesunięcie izomer, oddziaływania kwadrupolowe lub wibracji (2-rzędu przesunięcie Dopplera)*. Oczywiście, że właściwości strukturalne i inne fizyczne są istotne dla poszczególnych serii nadprzewodników, i zatem będą zmierzone i porównane. Ponadto, planujemy wykonać pomiary spektroskopii mionowych dla kilku wybranych próbek nadprzewodników.

Spodziewamy się osiągnąć ambitny cel projektu:

- Określić istotne właściwości fizyczne z punktu widzenia właściwości mikroskopowych, takie jak gęstość elektronów w pozycji Fe, gradient pola elektrycznego, rozkład nadsubtelnego pola magnetycznego, tryby lokalnych wibracji, relaksacja/fluktuacja oraz zjawiska przejścia fazowego.
- zbadać oddziaływania pomiędzy nadprzewodnictwem i stanami kooperatywnymi (takimi jak uporządkowanie magnetyczne, fluktuacja spinowa, uporządkowanie fali gęstości spinowych/ładunkowych).
- Rozstrzygnąć rolę antysymetrycznego sprzężenia spin-orbita w porównaniu z sprzężeniem fonon-elektron w nadprzewodnikach niecentrosymetrycznych.
- Ustalić systematyczną charakterystykę badanych nadprzewodników pod względem właściwości mikroskopowych.

Wyniki badań w ramach projektu zostaną opublikowane w artykułach naukowych w renomowanych czasopismach międzynarodowych, a także zostaną zaprezentowane na warsztatach krajowych i międzynarodowych konferencjach. Wybrane, znakomite wyniki badań będą rozpowszechniane na stronie internetowej pracowni. Planujemy również korzystać z wyników badań w dwóch rozprawach doktorskich i trzech dyplomach magisterskich. Wierzymy, że wyniki uzyskane w trakcie realizacji projektu pomogą rozwikłać zagadkę tajemniczą, jaka istnieje w relacji między nadprzewodnictwem i magnetyzmem, a także roli antysymetrycznego sprzężenia spin-orbita, zatem rozszerzają naszą wiedzę na temat mechanizmu parowania elektronów w nowo odkrytych żelazowych i niecentrosymetrycznych nadprzewodnikach.