

„Nematyczność elektronowa w nadprzewodnikach żelazowych badana spektroskopią Moessbauera”  
Kamila Komędera

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Odkryte w 1911 roku zjawisko nadprzewodnictwa, czyli przewodzenia prądu bez oporu elektrycznego, wciąż pozostaje tajemnicze i fascynujące z podstawowego punktu widzenia, jako że jest to manifestacja zjawisk kwantowych w skali makroskopowej. Jest ono też ważne z praktycznego punktu widzenia, gdyż pozwala na konstrukcję bardzo silnych magnesów (potrzebnych np. w medycznych badaniach rezonansu magnetycznego) oraz niezwykle czułych detektorów bardzo słabych pól magnetycznych opartych o zjawisko interferencji kwantowej. Dotychczas nie udało się wyjaśnić mechanizmu odpowiedzialnego za to zjawisko w szczególności w nadprzewodnikach wysokotemperaturowych.

Odkryte w 2008 roku nadprzewodnictwo o temperaturze krytycznej sięgającej 56 K w związkach na bazie żelaza (pniktydkach i chalkogenkach żelaza) zaowocowało niezwykłym zainteresowaniem naukowym tymi materiałami, inspirowanym zarówno badaniami podstawowymi, jaki i aplikacyjnymi. W układach tych współwystępują i współzawodniczą ze sobą takie zjawiska jak magnetyzm, porządek krystalograficzny, elektronowy porządek orbitalny oraz nadprzewodnictwo. Układ może być przełączany pomiędzy stanami odpowiadającymi powyższemu zjawiskom poprzez niewielką modyfikację jego składu chemicznego (domieszkowanie). W szczególności interesujący jest stan tzw. nematyczności elektronowej, charakteryzującej się anizotropią struktury elektronowej w dwuwymiarowej płaszczyźnie krystalograficznej  $a$ - $b$ , wynikającej z zaburzenia lokalnej symetrii rotacyjnej i jednocześnie zachowanej symetrii translacyjnej.

Celem niniejszego projektu jest zbadanie właściwości fazy nematycznej w wybranych pniktydkach i chalkogenkach żelaza w funkcji stopnia domieszkowania (i temperatury) metodą spektroskopii mössbauerowskiej. Spodziewamy się zaobserwowania w obszarze fazy nematycznej zmian struktury elektronowej układu poprzez obserwację zmian wielkości wewnętrznego pola magnetycznego oraz niejednorodności wewnętrznego pola elektrycznego (lokalnej symetrii rozkładu elektronów). Spektroskopia mössbauerowska, jako jądrowa technika pomiarowa, pozwala bezpośrednio mierzyć powyższe wielkości poprzez unikalną czułość na oddziaływania nadsubtelne pomiędzy atomem rezonansowym (w tym przypadku atomem żelaza) i lokalnym polem elektrycznym i magnetycznym w badanym materiale. Pozwala ona na badanie zachowania się elektronów wewnątrz nadprzewodnika bez wprowadzania zakłóceń, czyli bez stosowania dodatkowych zewnętrznych czynników jak np. pole magnetyczne, czy pole elektryczne.

Powyższy cel planujemy zrealizować poprzez systematyczne badania materiałów charakteryzujących się występowaniem fazy nematycznej oraz różnym typem i stopniem domieszkowania, tj. zarówno domieszkowaniem elektronowym (przypadek układu  $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ ), izowalencyjnym (przypadek układu  $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ ) oraz formalnie niedomieszkowanych (przypadek związku  $\text{LiFeAs}$ ). Do badań wybrano materiały z grupy pniktydków żelaza (*wcześniej wymienione układy*) i chalkogenków żelaza (przypadek układu  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$ ), które są przedstawicielami trzech najbardziej popularnych rodzin nadprzewodników na bazie żelaza tj. ”122”, ”111” oraz ”11”.

Nasze Laboratorium specjalizuje się od wielu lat w zakresie spektroskopii mössbauerowskiej, a od 2009 roku główną tematyką badawczą są nadprzewodniki na bazie żelaza.

Uzyskane wyniki przyczynią się do zrozumienia relacji między nematycznością elektronową a nadprzewodnictwem. W szczególności wniosą wkład w zrozumienie, czy istnienie fazy nematycznej wynika ze zmiany (dystorsji) struktury krystalograficznej, orbitalnego porządku ładunkowego, czy też spinowego porządku elektronowego (fluktuacji spinowych). Może też się okazać, że jest ona wynikiem współwystępowania i współzawodnictwa tych zjawisk.