

mgr inż. Izabela Biało  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH  
Institute of Solid State Physics of the TU Wien

## **Role of the charge correlations in the mechanism of high temperature superconductivity**

Zjawisko nadprzewodnictwa w nadprzewodnikach wysokotemperaturowych na bazie miedzi, zwanych również miedzianami, jest jednym z ważniejszych problemów współczesnej fizyki materii skondensowanej. Od czasu jego odkrycia, ponad 30 lat temu, miedziany budziły duże zainteresowanie wśród społeczności naukowej, co zaowocowało publikacją znaczącej liczby artykułów na ich temat. Pomimo tego, wiele z ich własności tj. pochodzenie pseudoprzerwy, liniowa zależność oporu od temperatury w zakresie optymalnego domieszkowania, czy też rola fluktuacji antyferromagnetycznych nadal pozostaje przedmiotem debaty. Co więcej, mechanizm nadprzewodnictwa, który jest przypuszczalnie uniwersalny dla całej grupy miedzianów, nie został jeszcze poznany i opisany.

Aby uzyskać wgląd w mikroskopowy mechanizm nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego w miedzianach, w niniejszej pracy zaproponowano nietypowe podejście. Zamiast skupiać się na czynnikach powodujących wzrost temperatury krytycznej nadprzewodnika, skoncentrowano się na parametrach obniżających ją. W szczególności zainteresowano się zjawiskiem łamania symetrii obrotowej, oddziałującym na główny element budujący miedziany - płaszczyznę  $\text{CuO}_2$ . Przeanalizowano dwa czynniki łamiące symetrię: ciśnienie jednoosiowe wywołujące dys-torsję sieci krystalicznej oraz korelacje ładunkowe w formie fal gęstości ładunku (CDW), które współlistnieją i jednocześnie konkurują z fazą nadprzewodzącą. Za główny cel pracy przyjęto wykonanie dokładnej charakterystyki korelacji CDW, a następnie opisanie ich wzajemnego oddziaływania z nadprzewodnictwem. W tym celu przeprowadzono szereg eksperymentów z użyciem promieniowania synchrotronowego, rozszerzonych również o zastosowanie ciśnienia jednoosiowego. Ciśnienie jednoosiowe aplikowano in-situ wykorzystując trzy urządzenia ciśnieniowe zaprojektowane i zbudowane w ramach niniejszej pracy doktorskiej.

Wyniki eksperymentalne przedstawione w pracy dostarczają dowodów na to, iż krótkozasięgowe uporządkowanie ładunkowe CDW jest zjawiskiem uniwersalnie obserwowanym w miedzianach. Choć występuje ono jedynie w pewnym, ograniczonym zakresie temperatur i domieszkowań, i jest efektem relatywnie słabym, ma znaczący wpływ na fazę nadprzewodzącą. Pod wpływem pola magnetycznego i w odpowiednio niskich temperaturach rekonstruuje powierzchnię Fermiego do postaci małych kieszeni elektronowych. Nie mniej jednak, lokalne odkształcenia sieci krystalicznej wywołane aplikacją ciśnienia jednoosiowego nie modyfikują charakteru tego uporządkowania. Nie ma ono także znaczącego wpływu na dynamikę sieci obserwowaną poprzez fonony optyczne. Powyższe wyniki są zgodne z przedstawionym w pracy, empirycznym modelem nadprzewodnictwa, w którym parowanie jest powiązane z wzbudzeniem jednego zlokalizowanego nośnika ładunku na komórkę  $\text{CuO}_2$ .

Kraków, 19.07.2021