

Nadprzewodniki konwencjonalne tj. rtęć, cyna czy ołów manifestują swoje niezwykle właściwości - bezstratne przewodzenie prądu oraz całkowite „wypychanie” pola indukcji magnetycznej z wnętrza materiału w temperaturach bliskich zeru bezwzględemu. Praktyczne wykorzystanie tych właściwości jest zatem utrudnione ze względu na konieczność utrzymywania materiału w bardzo niskiej temperaturze. Rozwiązanie tego problemu pojawiło się częściowo w 1986 roku, kiedy to odkryto pierwszy nadprzewodnik wysokotemperaturowy $(\text{La,Ba})_2\text{CuO}_4$.

Dzięki materiałom ceramicznym z rodziny miedziowców granica nadprzewodnictwa została przesunięta do około -140°C . Jednakże po ponad 30 latach od odkrycia pierwszego z jej przedstawicieli nadal nie potrafimy podać przepisu na przygotowanie związku nadprzewodzącego w warunkach ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury pokojowej. Z pomocą nie przychodzi również teoria BCS wyjaśniająca poprawnie proces parowania elektronów jedynie dla nadprzewodników konwencjonalnych. Potrzebny jest nowy model, który wobec istnienia wielu sprzecznych wyników eksperymentalnych oraz wykluczających się teorii, zunifikuje diagram fazowy nadprzewodników wysokotemperaturowych. Model ten, co zasugerowano w projekcie, mógłby opierać się o mechanizm ekscytonowy, w którym proces parowania elektronów zaburzony jest obecnością korelacji ładunkowych.

Celem projektu jest więc dokładne określenie roli korelacji ładunkowych w formowaniu nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego. Przykładem takich korelacji są fale gęstości ładunku (CDW – Charge Density Waves) – fluktuacje, które jednocześnie współistnieją i współzawodniczą z fazą nadprzewodzącą. Zaproponowano, aby zbadać czy wpływając na jedno z wymienionych zjawisk (nadprzewodnictwo lub korelacje CDW) jesteśmy w stanie obserwować zmianę drugiego. Odpowiedź twierdząca sugerowałaby, że ich geneza jest powiązana, co stanowi główną hipotezę badawczą projektu.

Nasze nowatorskie podejście sugeruje wykorzystanie ciśnienia jednoosiowego, jako medium oddziałującego jednocześnie na fazę nadprzewodzącą, jak i na efekt CDW. W tym celu, we współpracy z Uniwersytetem Technicznym w Wiedniu skonstruowana zostanie specjalna cela ciśnieniowa umożliwiająca pomiar oporu elektrycznego w warunkach kontrolowanego *in-situ* ciśnienia jednoosiowego. Zastosowanie technik synchrotronowych oraz dyfrakcji rentgenowskiej umożliwi opisanie zmian symetrii orbitali elektronowych oraz geometrii uporządkowania CDW dla pola łamiącego symetrię sieciową, którym jest ciśnienie jednoosiowe.

Badania przeprowadzone zostaną na modelowych związkach o strukturze tetragonalnej, $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ (Hg1201) oraz $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ (NCCO), prezentujących uniwersalne własności dla całej grupy nadprzewodników na bazie miedzi. Uzyskane rezultaty powinny wnieść znaczący wkład w powstanie pierwszego, spójnego modelu wyjaśniającego fenomen nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego.