

Każdego dnia prezentowane są na rynku setki nowych urządzeń, materiałów czy rozwiązań technicznych. Odbywa się to oczywiście dzięki niesamowitemu ludzkiemu intelektowi, ale nie byłoby to możliwe bez szybkiego postępu technologicznego, który wymaga ciągłego opracowywania coraz bardziej zaawansowanych i skomplikowanych urządzeń i materiałów. Materiałami, które zasługują na szczególną uwagę są nadprzewodniki ze względu między innymi na to, że przewodzą prąd elektryczny bez strat. Zastosowania nadprzewodników w technice są wciąż ograniczone, głównie ze względu na fakt, że mogą pracować tylko w temperaturach znacznie niższych od temperatury pokojowej. Niemniej, w powszechnym użyciu są już nadprzewodnikowe elektromagnesy do wytwarzania silnych pól magnetycznych w laboratoriach naukowych i w diagnostyce medycznej (obrazowanie przy pomocy jądrowego rezonansu magnetycznego) a także wykorzystujące nadprzewodnictwo bardzo czułe urządzenia pomiarowe (SQUID). Obecnie najbardziej obiecujące ze względu na stosunkowo wysokie temperatury krytyczne są tzw. wysokotemperaturowe nadprzewodniki miedziowo-tlenowe oraz żelazowo-arsenowe. Jednakże, od roku 1993, kiedy w układzie Hg-Ba-Ca-Cu-O odkryto nadprzewodnictwo o temperaturze krytycznej $T_c = 133$ K, do dziś nie udało się znaleźć nadprzewodnika o wyższej T_c (pod normalnym ciśnieniem). Silnym impulsem do zintensyfikowania poszukiwań nowych nadprzewodników o wysokich temperaturach krytycznych stało się odkrycie w roku 2015 nadprzewodnictwa w H_3S w temperaturach powyżej 200 K (pod ciśnieniem 200 GPa). Pełne poznanie mechanizmu nadprzewodnictwa jest jednym z największych wyzwań współczesnej fizyki. Prowadzone są intensywne badania mające na celu otrzymanie materiałów o coraz wyższych temperaturach przejścia w stan nadprzewodzący. Celem proponowanego Projektu jest zatem dostarczenie nowych danych eksperymentalnych mających pomóc w wyjaśnieniu mechanizmów rządzących temperaturą krytyczną nadprzewodników.

Stosując syntezę w wysokich temperaturach i pod wysokim ciśnieniem wytworzymy próbki odpowiednio domieszkowanych nadprzewodników miedziowo-tlenowych z rodziny "infinite-layer". W materiałach tych kluczowy jest rozkład ładunku pomiędzy atomami miedzi oraz tlenu. Zgodnie z tą koncepcją uzyskanie dziurowo-domieszkowanego związku „infinite-layer” powinno zaowocować materiałem o temperaturze przejścia do stanu nadprzewodzącego wyższej niż dotychczas obserwowane w nadprzewodnikach miedziowo-tlenowych. W przypadku nadprzewodników żelazowo-arsenowych sugeruje się, że nadprzewodnictwo powiązane jest z fluktuacjami spinowymi oraz uporządkowaniem nematycznym. Zbadamy jaką rolę odgrywają te zjawiska w otrzymanych przez nas monokryształach różnie domieszkowanych związków z rodziny AFe_2As_2 . Aby osiągnąć wyznaczone cele, przeprowadzimy pomiary dwiema komplementarnymi technikami eksperymentalnymi: magnetycznym rezonansem jądrowym (z ang. NMR) oraz spektroskopią absorpcji promieniowania X przy użyciu synchrotronu (z ang. XAS).

Oczekujemy, że efektem realizacji Projektu w fizyce będzie zauważalny wkład w zrozumienie natury nadprzewodnictwa w badanych związkach oraz w inżynierii materiałowej - poprzez dostarczenie nowych wskazówek dla projektowania materiałów nadprzewodzących o wysokich temperaturach krytycznych.