

Topologiczne własności niektórych stanów nadprzewodzących wzbudzają ogromne zainteresowanie z uwagi na ich potencjalne zastosowanie w komputerach kwantowych. Obiecującą platformą dla nadprzewodnictwa topologicznego i możliwej obecności kwazicząstek Majorany są nadprzewodniki chiralne — trójwymiarowe materiały topologiczne, w których pary Coopera o niezerowym momencie pędu krążą wokół wyróżnionej osi, w ten sposób spontanicznie łamiąc symetrię odwrócenia czasu. Tak wyjątkowe właściwości, atrakcyjne z punktu widzenia nauk podstawowych i stosowanych, motywują fizyków do poszukiwania nadprzewodnictwa topologicznego. Jednak potencjalnych materiałów jest niewiele, a sama realizacja chiralnego nadprzewodnictwa jest nadal przedmiotem intensywnej debaty.

Innym aspektem projektu *Ograniczenia na parametr porządku w przypuszczalnych nadprzewodnikach chiralnych poprzez pomiary lokalnego namagnesowania* jest interpretacja wyników eksperymentalnych w kontekście parowania trypletowego, który może skutkować topologicznym nadprzewodnikiem chiralnym. Nadprzewodniki trypletowe są wyjątkowe, ale parowanie o symetrii typu  $p$  bardzo rzadko występuje w naturze (jedynym udokumentowanym przypadkiem jest nadciekły  $^3\text{He}$ ). Tylko kilka spośród kilku tysięcy dotychczas odkrytych związków nadprzewodzących zostało zidentyfikowanych jako przypuszczalne nadprzewodniki trypletowe. Jednym z nich jest związek ciężkofermionowy  $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$ , dla którego nasze wstępne wyniki wskazują, że poszukiwanie chiralnego stanu trypletowego musi odbywać się głęboko w stanie nadprzewodzącym [1].

Pierwsze zadanie badawcze ma na celu zbadanie zależności temperaturowej dolnego pola krytycznego  $H_{c1}$  w potencjalnych nadprzewodnikach chiralnych wykorzystując innowacyjną mikromagnetometrię hallowską o wysokiej rozdzielczości przestrzennej. Proponujemy pomiary  $H_{c1}(T)$  do temperatur tak niskich jak 0.007 K, ponieważ badania głęboko w stanie nadprzewodzącym mogą potwierdzić lub wykluczyć możliwe symetrie parametru porządku. Planujemy również zbadać wpływ naprężenia jednoosiowego, ponieważ własności topologiczne są nieodłącznie związane z symetrią sieci krystalicznej, którą można w ten sposób silnie modyfikować.

Drugim celem jest weryfikacja obecności efektów wielopasmowych, które mogą nakładać poważne ograniczenia na parametr(y) porządku nadprzewodnika o niezerowym momencie pędu. Nasze wstępne wyniki pokazują, że wielopasmowe nadprzewodnictwo może prowadzić do jednoczesnego wystąpienia parametrów porządku o odmiennych symetriach. Aby lepiej zrozumieć to zjawisko, planujemy zbadać wpływ napromieniowania elektronami, który jest czułym testem na zmianę znaku czynnika fazowego funkcji falowej opisującej parę Coopera.

Trzecim celem, bardziej ryzykownym i dlatego uznanym za opcję, jest zbadanie przewidywanej teoretycznie własności nadprzewodników chiralnych do wytwarzania spontanicznej indukcji magnetycznej na krawędziach próbki i w strukturze domenowej. Mierząc przestrzenny rozkład lokalnego namagnesowania w skali kilku  $\mu\text{m}$ , planujemy eksperymenty mające na celu bezpośrednią obserwację pól magnetycznych wynikających ze złamania symetrii odwrócenia czasu.

Skupiamy się na najnowszych odkryciach w dziedzinie nadprzewodnictwa chiralnego, tj.  $4\text{Hb-TaS}_2$  ( $T_c = 2.7$  K, oddziaływania van der Waalsa),  $\text{UTe}_2$  ( $T_c \simeq 1.7$  K, fluktuacje ferromagnetyczne) i  $\text{CeRh}_2\text{As}_2$  ( $T_c \simeq 0.3$  K, lokalna niecentrosymetryczność), z jednej strony, z drugiej zaś interesują nas kanoniczne związki ciężkofermionowe  $\text{CeCu}_2\text{Si}_2$  ( $T_c \simeq 0.6$  K) i  $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$  ( $T_c \simeq 1.8$  K). Badania powyższych materiałów związane są różnymi aspektami nadprzewodnictwa topologicznego. Wyjątkiem jest  $\text{CeCu}_2\text{Si}_2$ , dla którego ostatnie eksperymenty poniżej 0.1 K zakwestionowały długo utrzymującą się dychotomię między singlowymi stanami parowania o symetriach typu  $s$  i  $d$ .

[1] J. Juraszek, R. Wawryk, Z. Henkie, M. Konczykowski, and T. Cichorek, *Symmetry of Order Parameters in Multiband Superconductors  $\text{LaRu}_4\text{As}_{12}$  and  $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$  Probed by Local Magnetization Measurements*. Phys. Rev. Lett. 124 (2020) 027001.