

# Badania parametru porządku w potencjalnych nadprzewodnikach chiralnych w oparciu o pomiary lokalnego namagnesowania

T. Cichorek

*Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych  
Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu,  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław*

Topologiczne własności niektórych stanów nadprzewodzących wzbudzają ogromne zainteresowanie z uwagi na ich przewidywane 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 względem odwrócenia czasu. Jednak potencjalnych materiałów o tak wyjątkowych własnościach, zarówno z punktu widzenia nauk podstawowych, jak i stosowanych jest niewiele, a sama realizacja chiralnego nadprzewodnictwa jest przedmiotem intensywnej debaty.

Jedną z podstawowych wielkości charakteryzujących stan nadprzewodzący jest temperaturowa zależność dolnego pola krytycznego  $H_{c1}(T)$ , z której można wnioskować o gęstości par Coopera, a tym samym o symetrii przerwy energetycznej (parametr porządku). W wyznaczaniu charakterystyk  $H_{c1}(T)$  potencjalnych nadprzewodników chiralnych  $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$  (temperatura krytyczna  $T_c \approx 1.8$  K, związek ciężkofermionowy) i  $4\text{Hb-TaS}_2$  ( $T_c \approx 2.7$  K, oddziaływania van der Waalsa) wykorzystano unikatowe stanowisko pomiarowe do badań lokalnego namagnesowania w temperaturach tak niskich jak 0.007 K z wykorzystaniem mikroczipów Halla o wysokiej rozdzielczości przestrzennej. Dla obu nadprzewodników doniesienia literaturowe sugerują istnienie słabego, wewnętrznego pola magnetycznego poniżej  $T_c$ , a tym samym naruszenie symetrii względem odwrócenia czasu, towarzyszące przejściu do stanu nadprzewodzącego.

Zarówno  $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$  [1], jak i  $4\text{Hb-TaS}_2$  wykazują anomalne wzmocnienie  $H_{c1}(T)$  głęboko w stanie nadprzewodzącym (odpowiednio poniżej  $0.3T_c$  i  $0.5T_c$ ), co świadczy o dwupasmowym charakterze nadprzewodnictwa w obu związkach. Co jednak najważniejsze, wzrost  $H_{c1}(T)$  obserwowany jest nie tylko do najniższych temperatur, ale poniżej ok. 0.2 K występuje jego wyraźne przyspieszenie. Takie zachowanie  $H_{c1}(T)$  wskazuje na strukturę nodalną parametru porządku oraz sugeruje obecność parowania trypletowego. Warto dodać, że w wyższych temperaturach, zmierzone charakterystyki  $H_{c1}(T)$  są w doskonałej zgodności z zależnością przewidywaną przez konwencjonalną teorię Bardeena-Coopera-Schrieffera. Innymi słowy, na przykładzie  $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$  i  $4\text{Hb-TaS}_2$  o mocno odmiennych własnościach stanu normalnego i bardzo różnych strukturach krystalograficznych pokazano, że poszukiwania chiralnego stanu nadprzewodzącego należy prowadzić w granicy  $T = 0$ .

**Bibliografia**

- [1] Juraszek J., Wawryk R., Henkie Z., Konczykowski M., Cichorek T., 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, 027001 (2020).