

# Nadprzewodnictwo w d-elektronowych związkach międzymetalicznych o stechiometrii 1:2:2

**Adam P. Pikul, Grzegorz Chajewski, Krzysztof Domieracki,  
Kamil Ciesielski, Alicja Hackemer, Tetiana Romanova, Piotr Wiśniewski,  
Roman Gorzelniak, Małgorzata Samsel-Czekała, Dariusz Kaczorowski**

*Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
Polskiej Akademii Nauk, ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław*

Trójskładnikowe międzymetaliczne związki f-elektronowe o stechiometrii 1:2:2 są jednymi z najintensywniej badanych układów w fizyce ciała stałego. Zawdzięczają to przede wszystkim swoim niezwyklej właściwościom fizycznym obserwowanym w niskich temperaturach: od dalekozasięgowego uporządkowania magnetycznego o złożonej strukturze, poprzez kwantową krytyczność i niekonwencjonalne nadprzewodnictwo, aż po zachowania ciężkofermionowe. O wiele mniej uwagi poświęcono jak dotąd ich izostrukturnym, d-elektronowym odpowiednikom (tj. zawierającym jony z pustą lub pełną powłoką f, a za to posiadającym zdelokalizowane elektrony d), które zwykle były wykorzystywane jako niemagnetyczne odnośniki do układów f-elektronowych.

Zainteresowanie d-elektronowymi związkami 1:2:2 gwałtownie wzrosło po odkryciu niekonwencjonalnych nadprzewodników żelazowo-arsenowych o tej właśnie stechiometrii. A całkiem niedawno uwaga środowiska naukowego zwróciła się ku związkowi  $YFe_2Ge_2$ , który początkowo był opisany w literaturze jako paramagnetyk Pauliego pokazujący nieoczekiwany wzrost elektronowego współczynnika ciepła właściwego aż do wartości  $100 \text{ mJK}^{-2}\text{mol}^{-1}$  w najniższych temperaturach [1]. Dalsze szczegółowe badania wykazały, że związek ten wykazuje odchylenia od właściwości charakterystycznych dla cieczy Fermiego, co prawdopodobnie jest spowodowane bliskością kwantowego punktu krytycznego [2]. Co ciekawe,  $YFe_2Ge_2$  przechodzi również w stan nadprzewodzący w temperaturze krytycznej wynoszącej około 1.8 K [2-4].

Zachęteni tymi odkryciami podjęliśmy się ponownego, systematycznego zbadania związków krzemu i germanu o stechiometrii 1:2:2 opartych na itrze, torze, lantanie, lutecie i skandzie, które wcześniej były opisane w literaturze bardzo powierzchownie. Nasze badania uzupełniliśmy w pełni relatywistycznymi obliczeniami struktury elektronowej wykonanymi metodą FPLO (ang. *full-potential local-orbital*). Podczas niniejszej konferencji przedstawiamy obecny stan naszych poszukiwań niekonwencjonalnego nadprzewodnictwa w tych związkach. W szczególności potwierdzamy, że większość tych związków posiada strukturę tetragonalną typu  $ThCr_2Si_2$  (w grupie symetrii  $I4/mmm$ ) i w kosekwencji trójwymiarową powierzchnię Fermiego, podczas gdy kilka z nich posiada blisko spokrewnioną strukturę typu  $CaBe_2Ge_2$  (w grupie symetrii  $P4/nmm$ ) i liczne kwazidwuwymiarowe płaty powierzchni Fermiego. Co najważniejsze, nadprzewodnictwo w tych związkach wydaje się być BCS-owskie i nie jest ograniczone do związków o drugim typie struktury, co stoi w jawnej sprzeczności z wcześniejszą hipotezą sformułowaną dla niektórych związków 1:2:2 opartych na itrze, lantanie i torze [5].

Niniejsze badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu nr. 2014/13/B/ST3/04544.

- [1] M. A. Avila, S. L. Bud'ko, P. C. Canfield, J. Magn. Magn. Mater. **270**, 51 (2004).
- [2] Y. Zou i in., Phys. Status Solidi RRL **8**, 928 (2014).
- [3] H. Kim i in., Phil. Mag. **95**, 804 (2015).
- [4] J. Chen i in., Phys. Rev. Lett. **116**, 127001 (2016).
- [5] R. N. Shelton, H. F. Braun, E. Musick, Solid State Commun. **52**, 797 (1984).