

# Ewolucja właściwości magnetycznych w roztworach stałych $UPd_{1-x}T_xGe$ , gdzie $T=Ru, Co$ .

Daniel Gralak

16.08.2017

## Streszczenie

W ramach pracy doktorskiej, zbadano ewolucję magnetyczną dwóch pseudopotrójnych roztworów stałych:  $UPd_{1-x}Ru_xGe$  oraz  $UPd_{1-x}Co_xGe$ . Polikrystaliczne próbki zsyntezowano w piecu łukowym w atmosferze ultraczystego argonu, a następnie scharakteryzowano za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej. Przy użyciu aparatury dostępnej na terenie Instytutu, zbadano szereg własności fizycznych tj.: namagnesowanie w zakresie temperatur 1.7 K - 400 K w polu magnetycznym o indukcji do 7 T, podatność zmiennoprądową ac w przedziale częstotliwości od 1 kHz do 10 kHz, ciepło właściwe, opór elektryczny i magnetoopór, a także efekt Halla w zakresie temperatur 0.4 K - 300 K w polu magnetycznym do 9 T.

Magnetyczny stan podstawowy związków bazowych  $UPd_{1-x}Ru_xGe$  znacznie różni się od siebie.  $UPdGe$  to ferromagnetyk z temperaturą Curie  $T_C = 30$  K, podczas gdy  $URuGe$  to paramagnetyk i fluktuator spinowy (FS). Pod wpływem stechiometrycznego podstawienia rutenu za pallad, właściwości magnetyczne układu uległy zmianom na poziomie podstawowym. Tym samym, sporządzony został diagram fazowy dla  $UPd_{1-x}Ru_xGe$ , który z jednej strony ujawnił stan magnetyczny reprezentowany m.in. przez antyferromagnetyzm, zaś z drugiej obszar niemagnetyczny. Ciekawe własności zaobserwowano dla związku znajdującego się na granicy magnetyczno-niemagnetycznej, w obszarze tzw. niestabilności magnetycznej. Ważnym wynikiem tychże badań było odkrycie własności stanu cieczy nielandauowskiej dla składu  $x_{cr} = 0.68$ , zmieniających się w sposób następujący: a) podatność magnetyczna  $\chi(T) \sim T^{-0.48}$ , b) współczynnik Sommerfelda  $C_p(T)/T \sim T^{1/2}$ , c) opór elektryczny  $\rho(T) \sim T^{3/2}$  oraz d) współczynnik Halla  $R_H \sim \ln T$  a których zachowanie znacznie odbiega od teorii cieczy Fermiego.

Aby uzyskać więcej informacji o badanym obszarze, spreparowany został monokryształ dla krytycznego składu  $x_{cr} = 0.68$ . Zachowanie nielandauowskiej cieczy Fermiego przeanalizowane zostało w kontekście bliskości teorii antyferromagnetycznego kwantowego punktu krytycznego. Dzięki temu, możliwe stało się studiowanie fundamentalnych właściwości fenomenu kwantowej krytyczności, w porównaniu do często obserwowanej krytyczności ferromagnetycznej w układach tj.  $UT_{1-x}T'_xGe$ ,  $T = Rh, Co$  and  $T' = Ru, Fe$ . Główną konkluzję jaką można wysunąć z badań nad roztworami stałymi  $UPd_{1-x}Ru_xGe$  jest fakt, że magnetyczny stan podstawowy może być „zduszony” począwszy od ferromagnetyzmu, przez antyferromagnetyzm aż do stanu niemagnetycznego. W połowie koncentracji  $x$ , obecność stanu nFL przypuszczalnie związana jest z występowaniem antyferromagnetycznego kwantowego punktu krytycznego w „asyście” niestabilności magnetycznej.

W serii próbek dla roztworów stałych  $UPd_{1-x}Co_xGe$ , podobnie jak dla  $UPd_{1-x}Ru_xGe$ , obserwowano obniżanie się momentów magnetycznych z jednoczesnym zmniejszaniem koncentracji elektronów  $d$  oraz odległości pomiędzy atomami uranu. Nieobecność przejścia magnetyczno-niemagnetycznego w  $UPd_{1-x}Co_xGe$  jest spodziewana, gdyż oba związki  $UPdGe$  i  $UCoGe$  są ferromagnetykami. Jednakże, same badania ujawniły obecność uporządkowania antyferromagnetycznego w połowie koncentracji Co, jak również istnienie

---

szkła spinowego przy dużo większym podstawieniu kobaltem. Niezwykle jest to, że nie tylko pojawienie się oddziaływań antyferromagnetycznych wzbudziło nasze zainteresowanie, ale również obecność charakterystycznego zachowania dla sieci Kondo wraz z dalszym domieszkowaniem atomów Co. Zatem, o ile dla  $\text{UPd}_{1-x}\text{Ru}_x\text{Ge}$ , efekt konkurujących oddziaływań AF, F i fluktuacji spinowych idzie w parze wraz ze wzrostem delokalizacji stanów  $5f$ , o tyle dla  $\text{UPd}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$  obserwowany ferromagnetyzm wraz ze słabnącym oddziaływaniem wymiany U-U, wzajemnie oddziałuje z efektem Kondo. Oddziaływania typu Kondo wpływają na wzrost fazy AF w  $\text{UPd}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$ . Podobnie jak dla poprzedniego układu, tak i dla tego sporządzono diagram fazowy.

Reasumując, przebadano dwa roztwory stałe  $\text{UPd}_{1-x}\text{Ru}_x\text{Ge}$  i  $\text{UPd}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$ , które wykazały, że nawet systematyczna zmiana liczby elektronów  $d$  w układzie, prowadzi do nieoczekiwanych odkryć i egzotycznych zachowań. Należy zaznaczyć, że parametrem kontrolnym jest nie tylko koncentracja elektronów  $d$ , odległość między atomami U, czy różnorodność oddziaływań magnetycznych, ale także ich współzawodnictwo/współistnienie dzięki dualnemu charakterowi elektronów  $5f$ , pełniących kluczowe role w rozstrzygnięciu stanu podstawowego układu.