

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Maria Szlawska

Zachowania krytyczne w punkcie Lifszycy w związkach UT_2M_2 , gdzie T to atom d -elektronowego metalu przejściowego, a M to atom krzemu lub germanu

Uran, metal z grupy aktynowców, ma największą liczbą atomową wśród pierwiastków występujących naturalnie na Ziemi (nie licząc śladowych ilości neptunu i plutonu). Jest on słabo promieniotwórczy, a najbardziej znanym jego zastosowaniem jest użycie izotopu ^{235}U jako materiału w reakcjach jądrowych. Jednakże nie mniej interesujące są własności elektronowe uranu. Częściowo zapełniona powłoka elektronowa $5f$ jest zlokalizowana w pobliżu energii Fermiego, a przez to mniej lub bardziej zhybrydyzowana z pasmem przewodnictwa. Powoduje to, że związki chemiczne tego pierwiastka wykazują szerokie spektrum własności fizycznych. Od czasu odkrycia ferromagnetyzmu w wodorku uranu w latach pięćdziesiątych XX wieku przez profesora Włodzimierza Trzebiatowskiego, pierwiastek ten nie przestaje zadziwiać swoimi właściwościami. W związkach uranu zaobserwowano różne rodzaje porządku magnetycznego (ferromagnetyzm, antyferromagnetyzm, ferrimagnetyzm), niekonwencjonalne nadprzewodnictwo, współistnienie uporządkowania magnetycznego ze stanem nadprzewodzącym, czy też dualną – jednocześnie zlokalizowaną i wędrowną – naturę elektronów $5f$.

W niniejszym projekcie planuje się zbadać intrygującą hipotezę badawczą o istnieniu punktu Lifszycy na diagramach fazowych wybranych międzymetalicznych związków uranu. Punkt Lifszycy jest to punkt wielokrytyczny (na diagramie w funkcji temperatury i pola magnetycznego – B - T lub temperatury i ciśnienia – p - T), w którym faza nieuporządkowana – paramagnetyczna spotyka się z dwiema fazami uporządkowanymi – współmiernie i niewspółmiernie modulowaną. Nie jest to jednak warunek wystarczający, gdyż nie każdy punkt potrójny na diagramie fazowym jest punktem Lifszycy. Istotnym jest, aby przemiana fazowa między fazą nieuporządkowaną, a fazami uporządkowanymi była przemianą ciągłą. Ważna jest również ciągła zmiana wektora modulacji fazy niewspółmiernej wzdłuż linii przejścia fazowego. Własności krytyczne w pobliżu punktu Lifszycy odbiegają od tych obserwowanych dla innych punktów krytycznych. Jak dotąd magnetyczny punkt Lifszycy był obserwowany tylko w jednym związku – MnP.

Obiektem badań niniejszego projektu są związki międzymetaliczne z rodziny o składzie UT_2M_2 , gdzie T oznacza atom d -elektronowego metalu przejściowego, a M to atom krzemu lub germanu. Związki te, krystalizujące w tetragonalnej komórce elementarnej, wykazują szerokie spektrum własności fizycznych. Obserwowane wśród nich różne rodzaje porządku magnetycznego. Istnienie punktu Lifszycy było do tej pory postulowane dla jednego związku z rodziny – UPd_2Si_2 . Wiadomo jednak, że również inne takie związki pokazują punkty, w których spotykają się trzy różne fazy magnetyczne. Jednakże połączenia te wymagają dalszych badań w celu potwierdzenia rodzaju punktu potrójnego oraz zbadania własności krytycznych w sąsiedztwie hipotetycznego punktu Lifszycy. Poza tym część faz z rodziny była zbadana jedynie pobieżnie, a można spodziewać się bogatych diagramów fazowych. Przykładem może być związek UPd_2Ge_2 , w którym w zerowym polu magnetycznym obserwowano istnienie faz uporządkowanych magnetycznie w sposób współmierny i niewspółmierny, jednakże nie są znane własności tego związku w polach magnetycznych.

W ramach projektu badawczego planuje się przeprowadzenie syntezy wybranych związków w formie monokrystalicznej w specjalistycznym laboratorium, przystosowanym do pracy z materiałami radioaktywnymi. Następnie zostaną wykonane pomiary własności strukturalnych a także magnetycznych, transportowych i cieplnych otrzymanych próbek w szerokim zakresie pól magnetycznych, temperatur oraz ciśnień. Dla wybranych związków planuje się przeprowadzenie badań neutronograficznych. Otrzymane wyniki zostaną przeanalizowane przy użyciu adekwatnych modeli teoretycznych dostępnych w literaturze, a otrzymane rezultaty zostaną opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu oraz przedstawione na specjalistycznych konferencjach naukowych.