

prof. dr hab. Dariusz Kaczorowski
Instytut Niskich Temperatur
i Badań Strukturalnych PAN

Wrocław, 10.02.2006

Ocena
dorobku naukowego dr Tomasza Tolińskiego
i jego rozprawy habilitacyjnej nt.
„Własności magnetyczne i elektronowe związków RNi_4B i RNi_4Al (R = lantanowiec)”

Pan dr Tomasz Toliński ukończył studia wyższe w roku 1994 na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu uzyskując tytuł magistra fizyki ze specjalnością fizyka doświadczalna. Jego praca magisterska, wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Janusza Baszyńskiego, w ramach współpracy Zakładu Teorii Magnetyzmu Instytutu Fizyki UAM z Instytutem Fizyki Molekularnej PAN, była poświęcona problemom sprzężenia magnetycznego w warstwach potrójnych Fe/Ag/Ge. Praca ta uzyskała wyróżnienie Dyrektora IFM PAN. Bezpośrednio po studiach p. Toliński podjął pracę w IFM PAN w charakterze fizyka, a następnie asystenta w Zespole Stopów Magnetycznych. Pracując pod kierunkiem prof. dr hab. Janusza Baszyńskiego kontynuował badania własności magnetycznych warstw Fe/Ag/Ge, co zaowocowało w roku 1998 przedstawieniem Radzie Naukowej IFM PAN rozprawy doktorskiej na temat „Sprzężenie wymienne w warstwach potrójnych Fe/Ag/Ge – rola warstwy magnetycznej i niemagnetycznej”. Publiczna obrona pracy doktorskiej odbyła się w maju 1998. Uchwałą Rady Naukowej IFM PAN z dnia 26 maja 1998 p. Toliński uzyskał stopień naukowy doktora nauk fizycznych, a jego rozprawa została wyróżniona nagrodą Dyrektora Instytutu. Od tego czasu dr Tomasz Toliński pracuje na stanowisku adiunkta w IFM PAN.

W swoim dotychczasowym dorobku publikacyjnym dr Toliński ma 62 artykuły w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym (w tym 4 w Phys. Rev. B, 3 w J. Phys.: Condens. Matter, 1 w Europhys. Lett.) z czego 56 prac zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Jest też współautorem jednego

rozdziału w książce (seria Lecture Notes in Physics, Springer). Kolejne 10 publikacji zostało przyjęte do druku i jest obecnie w końcowej fazie wydawniczej. Prace dr Tolińskiego były jak dotąd cytowane przez innych autorów 44 razy (19 razy przy odliczeniu cytowań dokonanych przez współautorów). Uzyskane wyniki naukowe prezentowane były na wielu konferencjach naukowych, w kraju i za granicą. Spośród 63 komunikatów konferencyjnych, 9 zostało przedstawionych w formie referatu wygłoszonego osobiście przez dr Tolińskiego. Ponadto, przedstawiał on swoje wyniki naukowe na seminariach w kraju i zagranicą (m.in. w Instytucie Krystalografii w Aachen i w Instytucie Badań Ciała Stałego w Jülich).

Pan dr Toliński był wykonawcą dwóch zakończonych już grantów KBN (promotorskiego i badawczego), a obecnie bierze udział w kolejnym projekcie badawczym finansowanym przez Ministerstwo Edukacji i Nauki. Współuczestniczył w organizacji konferencji Physics of Magnetism w Poznaniu i letniej szkoły poświęconej magnetyzmowi. Był opiekunem praktykanta z Politechniki Poznańskiej.

Początkowo zainteresowania naukowe dr Tomasza Tolińskiego koncentrowały się na własnościach magnetycznych warstw wielokrotnych Fe/Ag i Fe/Cu. Znaczącym rezultatem przeprowadzonych prac było wyznaczenie parametrów sprzężenia międzywarstwowego z danych doświadczalnych uzyskanych w badaniach procesów namagnesowania i rezonansu ferromagnetycznego oraz opracowanie stosownych procedur numerycznych dla interpretacji wyników eksperymentalnych. Następnie, działalność naukowa habilitanta objęła materiały magnetyczne w postaci litej: taśmy amorficzne zawierające pierwiastki 3d elektronowe oraz związki ziem rzadkich z metalami przejściowymi. W latach 2002-2004, podczas swojego półtorarocznego stażu naukowego w zespole prof. K. Baberschke na Wolnym Uniwersytecie w Berlinie, dr Toliński prowadził badania techniką rezonansu ferromagnetycznego statycznych i dynamicznych wzbudzeń magnetycznych w układach warstwowych ze sprzężeniem RKKY. W ich wyniku zaobserwował między innymi wzbudzenia stojących fal spinowych w paskowej strukturze domenowej warstw MnAs, a także efekt pompowania spinów na szerokość linii rezonansowej w warstwach Co/Cu/Ni. Równolegle do badań układów cienkowarstwowych dr Toliński rozwijał swoje zainteresowania własnościami międzymetalicznymi związków ziem rzadkich typu RNi_4B i RNi_4Al , które stały się przedmiotem przedłożonej rozprawy habilitacyjnej.

Związki RNi_4B i RNi_4Al , znane od wczesnych lat 70-tych, dopiero niedawno doczekały się szerszego zainteresowania. Badania wszczęte pod koniec ubiegłego wieku koncentrowały się na potencjalnych zdolnościach tych układów do absorpcji wodoru dla celów produkcji ogniów paliwowych. Przy okazji fazy te zostały wstępnie scharakteryzowane pod względem ich charakterystyk magnetycznych. Pierwsze kompleksowe badania własności fizycznych zostały jednakże przeprowadzone dopiero przez dr Tolińskiego i współpracowników. Posłużono się w nich metodami

dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego i neutronów, metodami magnetometrycznymi, pomiarami oporu elektrycznego, ciepła właściwego, jak też rentgenowską spektroskopią fotoemisyjną. Wyniki eksperymentalne zinterpretowano w oparciu o istniejące w literaturze modele teoretyczne oraz obliczenia struktury elektronowej metodą TB-LMTO.

Rozprawa habilitacyjna dr Tomasza Tolińskiego pod tytułem „Własności magnetyczne i elektronowe związków RNi_4B i RNi_4Al (R = lantanowiec)” oparta jest o 11 publikacji, które ukazały się w latach 2002-2005 w renomowanych czasopismach naukowych (2 w Phys. Rev. B, 2 w Solid State Commun., 2 w Phys. Stat. Sol. (b), 2 w J. Alloys Compd., 1 w J. Phys.: Condens. Matter, 1 w Phys. Lett., 1 w Czech. J. Phys.). Są to artykuły wieloautorskie i może nieco szkoda, iż wśród nich nie znalazła się praca pt. „Structural, magnetic, transport and electronic properties of RNi_4B i RNi_4Al (R = rare earth)”, przytaczana w spisie literatury w poz. 12 jako „w recenzji”, której jedynym autorem jest habilitant. Tym bardziej należy wyraźnie podkreślić, iż wiodąca rola naukowa dr Tolińskiego w przeprowadzonych pracach jest jasno odzwierciedlona tak w fakcie, iż we wszystkich powyższych publikacjach jest on pierwszym autorem, jak i w stosownych, jednoznacznych oświadczeniach współautorów. W tym kontekście warto również zauważyć, iż zdecydowana większość współczesnych prac eksperymentalnych, raportujących wyniki uzyskane za pomocą wielu technik badawczych, sygnowana jest przez liczne grono autorów. Niekiedy, na przykład w przypadku badań neutronograficznych, realizowanych w tzw. Large Scale Facilities, niejako „z definicji” autorami publikacji są opiekunowie stanowiska pomiarowego, nawet, jeśli ich rzeczywisty wkład do raportowanego eksperymentu jest pomijalnie mały.

W wyniku przeprowadzonych badań strukturalnych dr Toliński potwierdził dane literaturowe mówiące o tym, iż związki RNi_4B krystalizują w heksagonalnej strukturze typu $CeCo_4B$, z pełnym porządkiem atomowym, natomiast fazy RNi_4Al adaptują heksagonalną komórkę typu $CaCu_5$, w której połowa atomów Ni i atomy Al zajmują tę samą pozycję krystalograficzną. Ta zasadnicza różnica w strukturach krystalicznych rzutuje na własności magnetyczne i elektryczne badanych związków. Efekt nieporządku strukturalnego jest np. wyraźnie odzwierciedlony w bardzo dużych wartościach oporu właściwego próbek z serii RNi_4Al (ponad $1 \mu\Omega\text{cm}$ dla $CeNi_4Al$). Jak pokazały pomiary magnetyczne i elektryczne faz RNi_4B z $R = Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er$ i Tm , związki te porządkują się ferromagnetycznie w niskich temperaturach (5 – 40 K). Charakterystyka tych układów uzupełniona została przez badania XPS, które potwierdziły dominującą rolę dobrze zlokalizowanych elektronów 4f na magnetyzm tych związków. Podobnie, habilitant wykazał w swoich badaniach, iż związki RNi_4Al z $R = Nd, Sm, Gd, Tb, Dy$ i Tm są ferromagnetycznie uporządkowane w niskich temperaturach (5 – 25 K), a pomiary neutronograficzne faz z $R = Nd$ i Dy dostarczyły informacji o kierunku momentów magnetycznych związanych z atomami ziem rzadkich w fazie uporządkowanej (w płaszczyźnie

heksagonalnej). W przypadku NdNi_4Al badania objęły również pomiary ciepła właściwego i oporu elektrycznego (wyniki pomiarów oporu elektrycznego innych związków RNi_4Al wraz z ich analizą numeryczną zawarte są we wzmiankowanej wyżej, niepublikowanej jeszcze pracy nr. 12).


Szczególną uwagę dr Tomasz Toliński poświęcił w swojej pracy badawczej własnościom związków na bazie ceru: CeNi_4B i CeNi_4Al . Układy te zostały scharakteryzowane za pomocą pomiarów podatności magnetycznej i namagnesowania, oporności właściwej, ciepła właściwego (CeNi_4Al) i XPS, oraz obliczeń struktury elektronowej metodą TB-LMTO. W rezultacie sformułowany został wniosek, iż oba materiały zawierają cer w stanie mieszanej walencyjności, a zakres niskotemperaturowy zdominowany jest przez efekt Kondo typu domieszkowego. O ile stan mieszanej (najprawdopodobniej fluktuującej) wartościowości w CeNi_4B i CeNi_4Al jest moim zdaniem niewątpliwy, o tyle eksperymentalnie zaobserwowane w niskich temperaturach: logarytmiczny wzrost oporu właściwego, hiperboliczny wzrost podatności magnetycznej, jak również niewielkie maksimum w cieple właściwym mogą pochodzić od zanieczyszczeń zawierających jony Ce^{3+} , np. tlenków ceru ulokowanych w przestrzeniach międzyziarnowych lub na powierzchni mierzonych próbek. Warto zauważyć, że sytuacja taka jest absolutnie typowa dla słabo magnetycznych układów ceru z niestabilną powłoką 4f. Oszacowane wstępnie ilości zanieczyszczeń, które mogłyby prowadzić do zmierzonych przez habilitanta przebiegów temperaturowych podatności magnetycznej wynoszą jedynie około 0.5 % i 0.7 % obcych jonów ceru, odpowiednio w próbce CeNi_4B i CeNi_4Al . Ewentualna obecność takich zanieczyszczeń może nieznacznie zmienić oszacowania energii hybrydyzacji i efektywnego obsadzenia n_f stanów 4f z widm XPS, ale z pewnością nie zmienia generalnej konkluzji dr Tolińskiego na temat stanu mieszanej walencyjności w obu badanych związkach. W tym miejscu pozwolę sobie zauważyć, iż w kontekście prawdopodobnego dynamicznego charakteru stanu jonów Ce w CeNi_4B i CeNi_4Al (jak również w CeNi_4Ga) byłoby interesujące prześledzenie w dalszych pomiarach spektroskopowych spodziewanych zmian wartości parametru n_f w funkcji temperatury.

Podsumowując dotychczasowy dorobek publikacyjny i rozprawę habilitacyjną dr Tomasza Tolińskiego należy stwierdzić, iż świadczą one o dojrzałości naukowej habilitanta i o odwadze w podejmowaniu zadań w dziedzinach, w których znajduje silną konkurencję w wielu ośrodkach naukowych na świecie. Jego badania układów RNi_4B i RNi_4Al prowadzone są w sposób logiczny i konsekwentny, a dobór metod badawczych jest przemyślany i uzasadniony. Niewątpliwie, dotychczas uzyskane wyniki znacząco przyczyniają się zrozumienia zachowań magnetycznych tych faz, tworząc trwałą przyczynę do literatury przedmiotu. Szczególnie intrygujące są rezultaty uzyskane dla związków na bazie ceru, głównie ze względu na wykazane dla nich silne efekty hybrydyzacji elektronów 4f z elektronami przewodnictwa. Z całą pewnością zaproponowana interpretacja mikroskopowych mechanizmów tych

oddziaływań stanie się inspiracją dla szerszej społeczności naukowej zajmującej się silnymi korelacjami elektronowymi w ciele stałym do podjęcia dalszych badań tych układów, tak eksperymentalnych, jak i teoretycznych.

Pan dr Toliński jest dobrze wykształconym fizykiem o poważnych osiągnięciach w pracy badawczej. W szczególności jest on ekspertem w dziedzinie badań rezonansu ferromagnetycznego w cienkich warstwach, metod dyfrakcji neutronów termicznych, pomiarów za pomocą rentgenowskiej spektroskopii fotoemisyjnej oraz technik magnetometrycznych. Posiada znaczną wiedzę na temat zjawisk magnetycznych w układach warstwowych i objętościowych, a także efektów silnych korelacji elektronowych w ciele stałym. Wiedza ta i cenne umiejętności stanowią o znakomitych perspektywach dalszej pracy badawczej habilitanta, będąc gwarantem najwyższej jakości uzyskiwanych przez niego wyników naukowych.

W świetle powyższych uwag dotyczących całokształtu aktywności naukowej dr Tomasza Tolińskiego oraz uzyskanych przez niego oryginalnych i wartościowych w skali światowej wyników badań, zawartych tak w jego publikacjach naukowych, jak i przedstawionych w przedłożonej rozprawie habilitacyjnej, uważam, iż spełnione są kryteria określone w art. 17 ustawy z dn. 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz.U. nr 65/03, poz. 595), oraz wymogi stawiane w stosownym rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 15 stycznia 2004 roku (Dz.U. nr 15/04, poz. 128). Na tej podstawie wnoszę o dopuszczenie pana dr Tolińskiego do kolokwium habilitacyjnego.

 Mariusz Vlachovskí