

Dr hab. Edward A. Görlich
INSTYTUT FIZYKI IM. M. SMOLUCHOWSKIEGO
UNIwersytet Jagielloński
UL. REYMONTA 4
30-059 KRAKÓW

Kraków, 18. grudnia 2012 r.

**Recenzja dorobku naukowego
w postępowaniu habilitacyjnym dr. Marcina Sikory**

Zainteresowanie Pana Marcina Sikory doświadczalną fizyką ciała stałego przejawiało się zaangażowaniem w badania prowadzone w grupie prof. Czesława Kapusty jeszcze przed ukończeniem przez Niego w roku 1999 studiów na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Po uzyskaniu na podstawie [wyróżnionej] rozprawy "Magnetyzm związków $\text{La}_{2/3-y}\text{RE}_y\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$ badany metodą magnetycznego dichroizmu promieniowania X" (promotor prof. Czesław Kapusta) w roku 2002 stopnia doktora nauk fizycznych dr Marcin Sikora rozpoczął pracę na stanowisku asystenta, od 2003 roku - adiunkta na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej AGH (obecna nazwa: Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH). W latach 2004 do 2005 przebywał na rocznym stażu po-doktorskim w Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (w Saragossie), a następnie w okresie od 2005 do 2008 roku pracował w Europejskim Laboratorium Promieniowania Synchrotronowego (ESRF) w Grenoble przy linii badawczej ID26. W okresie 1997 do 2012 dr Marcin Sikora w związku z prowadzonymi pomiarami przebywał w szeregu laboratoriów synchrotronowych (w niektórych wielokrotnie): Hasylab/DESY (Hamburg – Niemcy), BESSY II (Berlin – Niemcy), Elettra (Triest – Włochy), ESRF (Grenoble – Francja), SLS/PSI (Villigen – Szwajcaria), ALS (Berkeley – USA).

Te etapy i przebieg kariery naukowej są świadectwem znakomitego przygotowania i naukowej samodzielności kandydata do stopnia doktora habilitowanego.

Dorobek naukowy Pana dr. Marcina Sikory na który składają się łącznie, zgodnie z dostarczonym przez Habilitanta wykazem publikacji, 64 pozycje, których jest współautorem (z czego 61 po doktoracie) w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports o sumarycznym *impact factorze* ok. 154, 26 doniesień w raportach rocznych, konferencjach itp. środkach informacji naukowej, należy uznać za bardzo obszerną dokumentację osiągnięć, przede wszystkim, w dziedzinie badań własności magnetycznych materii skondensowanej.

Rozpoznawalność naukowa obecnego kandydata do stopnia doktora habilitowanego jest dobitnie podkreślona przez liczbę recenzji dla czołowych czasopism fizycznych (np. Phys.Rev.Lett – 7, Phys.Rev.B – 10, J.Phys.: Condens. Matter – 2, J.Appl.Phys. – 1).

Na rozprawę habilitacyjną dr. Marcina Sikory składa się cykl siedmiu prac [1 – 7], który w sposób esencjonalny ilustruje (nie wyczerpując obszaru zagadnień, którymi zajmował się) rozwój naukowy Habilitanta w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Artykuły te opublikowane zostały w bardzo znaczących czasopismach fizycznych (Phys.Rev.B, Appl.Phys.Lett., J.Appl.Phys., Phys.Rev.Lett.), których *impact factor* w roku publikacji mieścił się w zakresie od 2.17 do 7.62. We wszystkich przypadkach oświadczenia Habilitanta i pozostałych współautorów nie pozostawiają wątpliwości co do wiodącego koncepcyjnie, twórczego wkładu dr. Marcina Sikory w badania przedstawione w pracach [1] – [7]. Znajduje to wyraz w umieszczeniu nazwiska Habilitanta na pierwszym miejscu wśród współautorów (za wyjątkiem pracy [6], gdzie wymieniony jest na miejscu drugim).

Tytuł rozprawy: "Właściwości elektronowe i magnetyczne złożonych tlenków metali przejściowych badane metodami spektroskopii rentgenowskiej" jasno i prawidłowo określa jej problematykę.

Za ważny wkład w badania konfiguracji elektronowej i spinowej pierwiastków przejściowych w mieszanych perowskitach należy uznać wyniki badań układu $\text{LaMn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$, interesującego ze względu na nieoczekiwane własności magnetyczne dla składów pośrednich, w zależności od wartości $x \in (0, 1)$, gdzie przeprowadzono szczegółową analizę danych doświadczalnych otrzymanych dla Co i Mn techniką wysokorozdzielczej spektroskopii emisyjnej K_β (XES) oraz spektroskopii krawędzi absorpcji (XANES) [1], [3].

Mikroskopowy porządek atomowy determinujący lokalne otoczenie jonów metali przejściowych w świetle przeprowadzonych badań wydaje się decydującym czynnikiem wpływającym na efektywny stan ładunkowy i spinowy tych jonów. W uporządkowanych podwójnych perowskitach sytuacja elektronowa pozostaje labilna. Potwierdzają to badania momentów spinowego i niewygaszonego orbitalnego renu w perowskitach podwójnych $\text{AA}'\text{FeReO}_6$ (A, A' – Ba, Sr, Ca), interesujących m.in. ze względu na wysokie temperatury Curie, możliwe dzięki metodzie XMCD dla krawędzi $\text{Re } L_{2,3}$ [2]. W wyniku zastosowaniu nowatorskiej techniki rejestracji XMCD w wysokich impulsowych polach magnetycznych i niskich temperaturach [42] możliwym stało się monitorowanie w $\text{Ca}_2\text{FeReO}_6$ konfiguracji ładunkowo spinowej renu w warunkach przejść magneto-strukturalnych pod wpływem temperatury/pola magnetycznego [4]. Stwierdzono, że przejście następuje w wyniku zmiany względnego udziału dwóch faz o różnym stopniu sprzężenia spinowo-orbitalnego. Praca ta wykonana na linii ID24 europejskiego ośrodka synchrotronowego ESRF została wyróżniona zamieszczeniem doniesienia w "ESRF Highlits 2009" [Konf-21]. Niewątpliwie pomiary magnetycznego dichroizmu kołowo spolaryzowanego promieniowania rentgenowskiego przeprowadzane w wysokich impulsowych polach magnetycznych są dużym osiągnięciem w skali światowej.

Analiza przyczynków orbitalnych i spinowych do momentu magnetycznego w metodzie XMCD oparta o reguły sum jest daleka od postępowania rutynowego, w szczególności w odniesieniu do cięższych pierwiastków. Wiarygodne wyznaczenie stopnia obsadzenia pasma walencyjnego metalu 5d w sytuacji słabej lokalizacji i istotnego sprzężenia spinowo-

orbitalnego staje się sprawą zasadniczą. W metodologicznie i eksperymentalnie ładnej pracy [6] wykorzystano metodę rezonansowego wzbudzenia stanów powyżej E_F i emisję z obsadzonych stanów walencyjnych w pobliżu krawędzi $L_{2,3}$ do badania gęstości stanów $5d$ w prostych tlenkach wolframu i renu. Wykorzystanie twardego promieniowania X sprawia, że problem głębokości próbkowania staje się nieistotny. W tej publikacji dr Marcin Sikora jest drugim autorem, nie mniej odgrywał wiodącą rolę w ustawieniu i przeprowadzeniu pomiarów rezonansowej emisyjnej spektroskopii rentgenowskiej (RXES) w zakresie twardego promieniowania, we wstępnej analizie danych doświadczalnych i ich jakościowej interpretacji. Praca ta jest dobrym przykładem wykorzystania komplementarności badań doświadczalnych i teoretycznych prowadzących do wspólnego celu: lepszego zrozumienia sytuacji fizycznej, w tym wypadku dotyczącej cech struktury elektronowej i znaczenia określonych procesów determinujących kształt otrzymanych doświadczalnie widm.

Prace [5] i [7] stanowią spektakularne zwieńczenie rozprawy habilitacyjnej. Przedstawiono w nich podstawy fizyczne i metodologię pomiarową wysokorozdzielczej techniki $1s2p$ RIXS-MCD, pozwalającej na czułą obserwację magnetycznego dichroizmu kołowo spolaryzowanego promieniowania z obszaru przedkrawędziowego K żelaza poprzez rejestrację niesprężystego rezonansowo rozproszonego promieniowania na płaszczyźnie energia padającego fotonu – przekaz energii (RIXS, proces absorpcja – emisja). Metoda może pozwolić m.in. na selektywne ze względu pierwiastek, stopień utlenienia czy symetrię lokalnego otoczenia jonu metalu przejściowego wyznaczenie namagnesowania, co stanowi istotne osiągnięcie i wkład do rozwoju rentgenowskich technik spektroskopowych. Użycie tutaj twardego promieniowania wnosi dodatkowe korzyści związane z głębokością wnikania.

Jak zaznaczono wcześniej, dokonania naukowe dr. Marcina Sikory w dziedzinie nowoczesnej fizyki eksperymentalnej ciała stałego są znacznie szersze niż przedstawione w zestawie publikacji wytypowanym jako podstawa rozprawy habilitacyjnej. Dotyczy to zarówno przedmiotu badań, problemów fizycznych jak i metod badawczych. Badania prowadzone były różnymi mikroskopowymi technikami, jak te oparte o promieniowanie synchrotronowe ((HR)XAS [32, 36, 46, 47, 49, 51, 55], XANES [53, 57], EXAFS [12, 30, 37, 52], XMCD [9, 38, 42], (R)XES [29, 31, 32, 44, 45], RIXS [32], XPS [53, 57]) czy metodą magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) w ciałach stałych [8, 11, 14, 18, 20, 21, 27] oraz makroskopowymi jak pomiary magnetometryczne, magnetooporu, magnetostrykcyjne, rozszerzalności cieplnej [23, 33, 59].

Zaawansowanie współczesnych metod badań doświadczalnych, w szczególności tych, które wykorzystują duże urządzenia badawcze wymaga ścisłej współpracy wyspecjalizowanych naukowców. Osiągnięcia naukowe dr Marcina Sikory to także wynik umiejętności inicjowania efektywnej pracy zespołowej. Dowodem tego są liczne wspólne projekty z naukowcami z kraju i zagranicy. W latach 2006 – 2012 kierował sześcioma znaczącymi projektami międzynarodowymi.

Z działalności Habilitanta, we wczesnym okresie po ukończeniu studiów, należy koniecznie wspomnieć o Jego aktywnym udziale w eksperymencie ablacyjnym przy pomocy femtosekundowych impulsów VUV przeprowadzonym podczas fazy testowej programu budowy lasera rentgenowskiego na swobodnych elektronach (TTF: TESLA Test Facility w DESY) - obecnie realizowanego w postaci XFEL, czołowego projektu *photon science* [22], [Konf-7], [Konf-11]. Był to jeden z pierwszych eksperymentów, oryginalny polski wkład, wykorzystujących wiązkę laserową uzyskaną metodą SASE.

Dr Marcin Sikora aktywnie uczestniczył również w działającej w latach 2002 - 2006 naukowo-szkoleniowej sieci laboratoriów europejskich "Spin, Charge and Orbital Ordering in Complex Transition Metal Oxides" (SCOOTMO), czego wyrazem są m.in. referaty na pięciu spotkaniach tej współpracy.

Lista wszystkich wystąpień konferencyjnych, prezentacji podczas szkół fizyki i warsztatów naukowych przekracza 40 pozycji.

Działalność dydaktyczna i szkoleniowa dr. Marcina Sikory, związana przede wszystkim z promowaniem wiedzy o zastosowaniach promieniowania synchrotronowego, wyraża się prowadzeniem wykładów i instruktażu dla doktorantów, stażystów i studentów uczestniczących w pomiarach w laboratoriach synchrotronowych (Elettra, ESRF, Hasylab i SLS). To także liczne wykłady podczas warsztatów i imprez popularyzujących naukę. Aktywność ta jest niezwykle ważna wobec tego, że obecnie, w zaawansowanym stadium, prowadzona jest w Krakowie budowa pierwszego takiego urządzenia w tej części Europy (planowany początek eksploatacji – jesień 2014). Poszerzanie wiedzy na temat możliwości badawczych przy użyciu promieniowania synchrotronowego, przygotowanie potencjalnych użytkowników jest, wobec powstawania polskiego ośrodka, rzeczą nadzwyczaj pożądaną.

W latach 2009-11 dr Sikora był opiekunem dwóch prac inżynierskich i dwóch magisterskich.

Na zakończenie chciałbym podkreślić element wyjątkowości w działalności dr. Marcina Sikory jako eksperymentatora wykorzystującego źródła promieniowania synchrotronowego. Spośród kilkuset polskich użytkowników promieniowania synchrotronowego (o stałym zatrudnieniu lub kształcących się w polskich instytucjach naukowych) tylko niewielka liczba (zapewne ok. kilkunastu osób) wnosi istotny wkład aparaturowy do linii/stacji doświadczalnych, gdzie wykonywane są pomiary. Do tej ostatniej grupy należy z pewnością Habilitant – laureat stypendium POLITYKI "Zostańcie z Nami".

Podsumowując – osiągnięcia naukowe składające się na dorobek naukowy, w tym rozprawa habilitacyjna, a także działalność dydaktyczna i organizacyjna Habilitanta w sposób wyróżniający spełniają ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.



Edward A. Görlich