

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

Kraków, 28. grudnia 2013 r.

**Ocena dorobku naukowego i innych osiągnięć
w postępowaniu habilitacyjnym dr. Tomasza Ślęzaka**

Aktywność naukowa i dydaktyczna Pana dr Tomasza Ślęzaka, po ukończeniu w roku 1995 studiów w Uniwersytecie Jagiellońskim, związana jest do chwili obecnej z Akademią Górniczo-Hutniczą im. St. Staszica w Krakowie, gdzie w roku 2000 na [ówczesnym] Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej uzyskał stopień doktora nauk fizycznych na podstawie wyróżnionej rozprawy pt. "Polaryzacja spinowa i międzywarstwowe sprzężenie magnetyczne w układach wielowarstwowych Fe/FeAl/Fe i FeAu/Au/FeAu" (promotor prof. Józef Korecki). Jego praca doktorska otrzymała nagrodę Prezesa Rady Ministrów. Początkowo (1999 – 2000) na stanowisku asystenta, a od roku 2000 na stanowisku adiunkta, dr Ślęzak zatrudniony jest na obecnym Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH. W latach 2000 – 2001 przebywał na rocznym stażu po-doktorskim w Uniwersytecie Katolickim w Leuven (Belgia).

OCENA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

Na osiągnięcie naukowe określone tytułem: "**Jądrowe rezonansowe rozpraszanie promieniowania synchrotronowego w badaniach dynamiki drgań sieci i magnetyzmu nanostruktur Fe**", stanowiące podstawę rozprawy habilitacyjnej dr. Tomasza Ślęzaka, składa się cykl siedmiu prac [1H – 7H] opublikowanych w znaczących czasopiśmie fizycznych (Phys. Rev. Lett. – 3, Phys. Rev. B – 1, Surf. Sci. – 1, Rev. Sci. Instrum. – 1, Mater. Sci. (Poland) – 1) w latach 2007 – 2013. W pięciu z nich [1H – 5H] dr Ślęzak jest pierwszym autorem, w dwóch pozostałych [6H, 7H] Jego wkład jest istotny, oceniany przez Habilitanta, odpowiednio, na poziomie 40% i 30%. Publikacje odnoszą się do spójnych problemowo ważnych zagadnień własności fizycznych cienkich i ultracienkich warstw epitaksjalnych. W tym kontekście należy zwrócić uwagę, że uzyskanie większości wyników eksperymentalnych (prace [2H – 6H]) stało się możliwe dzięki konstrukcji zespolonego układu komór, który w warunkach ultrawysokiej próżni (UHV) pozwala na charakterystykę *in situ* powierzchni, cienkich warstw i nanostruktur wieloma metodami. W pełni skomputeryzowana aparatura jest zintegrowana z linią pomiarową ID18 synchrotronu w Europejskim Laboratorium Promieniowania Synchrotronowego (ESRF) w Grenoble w celu prowadzenia

badani metodami rezonansowego jądrowego rozpraszania promieniowania X (NRS). Układ ten opisany w publikacji [7H] powstał przy aktywnym i znaczącym udziale Habilitanta, którego doświadczenie wyrosło z wieloletniej pracy w ramach kierowanego przez prof. Józefa Koreckiego Laboratorium Powierzchni i Nanostruktur (współpraca Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH i Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN). Próbki przygotowane techniką epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) mogą być poddane analizie metodami 'klasycznymi' (dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów – LEED lub odbiciowa dyfrakcja wysokoenergetycznych elektronów, spektroskopia elektronów Auger – AES), a następnie przemieszczane do komory umożliwiającej pomiary metodami jądrowego rozpraszania promieniowania synchrotronowego.

Nadzwyczajna rozdzielczość przestrzenna, w badaniach prezentowanych w tej rozprawie, jest osiągnięta dzięki wykorzystaniu selektywnej izotopowo czułości rozpraszania rezonansowego, co stało się możliwe do praktycznej realizacji dzięki wielkiej jasności źródeł synchrotronowych III-generacji. Wymaga to przygotowania próbki, gdzie w sposób kontrolowany zdeponowany jest odpowiedni izotop w określonym obszarze. Interesującym wynikiem zastosowania tej metodologii są wnioski z prac [1H, 3H], w których badano własności magnetyczne i strukturalne pojedynczej warstwy $^{57}\text{Fe}(001)$ na podłożu $\text{Au}(001)$ w zależności od grubości ($N = 3 - 7$ monowarstw, co 1) przekładki oddzielającej ją od ferromagnetycznej kanapki (supersieci) $(^{56}\text{Fe}_1\text{Au}_1)_3$. Wpływ pośredniego sprzężenia międzywarstwowego ze strony supersieci Fe-Au przejawia się dopiero w temperaturach bliskich $T_C (= 210 \text{ K})$ monowarstwy Fe poprzez niemonotoniczną zależność magnetycznego pola nadsubtelnego $B_{\text{hf}}(^{57}\text{Fe})$. W szczególności manifestuje się wyraźnym wzrostem jego wartości, ponad tą obserwowaną dla swobodnej warstwy ($B_{\text{hf}}(^{57}\text{Fe}) = 5.6 \text{ T}$), począwszy od $N = 4$ ($B_{\text{hf}}(^{57}\text{Fe}) = 18.6 \text{ T}$). Oprócz zasadniczych wniosków dotyczących magnetycznego sprzężenia międzywarstwowego, zastosowanie lokalnie czulej metody ujawnia istotne własności strukturalne dotyczące niedoskonałości występujących w nominalnie pojedynczej warstwie $^{57}\text{Fe}(001)$, związane m.in. z podstawieniami $\text{Au} \rightarrow \text{Fe}$.

Publikacje [3H, 4H] donoszą o intrygujących wynikach badań zjawiska reorientacji spinowej (SRT) zachodzącej w płaszczyźnie epitaksjalnej warstwy żelaza, zdeponowanego w temperaturze pokojowej na podłożu $\text{W}(110)$, między kierunkami $[1 \bar{1} 0]$ (kierunek łatwego namagnesowania dla warstw o grubościach mniejszych niż wartość krytyczna), a kierunkiem $[0 0 1]$ wymuszonym dla większych grubości. Sekwencja widm rezonansowego rozpraszania jądrowego promieniowania X o energii 14.4 keV (dla rezonansu w ^{57}Fe) rejestrowana sukcesywnie *in situ* w miarę wzrostu warstwy pozwala (z uśrednioną, dzięki zastosowaniu geometrii poślizgowej (*ang.* Grazing-Incidence Nuclear Resonant Scattering – GI-NRS), jednorodnością grubości warstwy lepszą niż 0.1 \AA) na wyznaczenie parametrów oddziaływań nadsubtenych. Na tej podstawie odtworzono scenariusz reorientacji spinowej, która staje się kompletna na przestrzeni skończonego przedziału (ok. 6 \AA) grubości warstwy wokół wartości krytycznej. W zakresie przejściowym realizowana jest niekolearna struktura magnetycz-

na przypominająca zachowanie magnetyzacji w obszarze ścianki domenowej, a sam proces rozpoczyna się od warstwy granicznej z podłożem W, aż stopniowo obejmuje całą warstwę przy grubości 56.4 Å. Wyniki tego eksperymentu zostały wyróżnione włączeniem do "ESRF Highlights 2010". W rezultacie rozszerzenia badań na próbki osadzone w podwyższonej temperaturze (250°C) otrzymano szereg nowych danych eksperymentalnych o [innym] przebiegu formowania się niekolinearnej fazy magnetycznej w obszarze przejściowym, także w funkcji temperatury, co pozwoliło na zaproponowanie schematu diagramu fazowego we współrzędnych (grubość, temperatura) [5H]. Te obserwacje mają istotne znaczenie dla wyjaśnienia wpływu różnych przyczynków do anizotropii magnetycznej na przebieg zjawiska reorientacji spinowej związanego ze zmianą grubości cienkiej warstwy – z konsekwencjami dla inżynierii magnetyków cienkowiekowych.

Nieelastyczne jądrowe rozpraszanie promieniowania synchrotronowego w geometrii poślizgowej (GI-NIS), w połączeniu z izotopową selektywnością, pozwoliło na pomiar, *in situ* w warunkach UHV, fononowej gęstości stanów (DOS) z rozdzielczością monowarstwową. Istotą eksperymentu było umieszczenie w sposób kontrolowany pojedynczych warstw ⁵⁷Fe w układzie Fe(110)/W(110) w kolejnych położeniach, poczynając od samej powierzchni. W pracy [2H] (prezentowanej w "ESRF Highlights 2007") stwierdzono, że istotnie ulega znacznemu obniżeniu częstość i podwyższeniu amplituda drgań sieci tylko warstwy powierzchniowej, wykazując anizotropię kierunkową w jej płaszczyźnie. Wpływ grubości warstwy Fe (aż do jednej monowarstwy) na podłożu W(110) na widmo stanów fononowych i parametry elastyczne sieci jest przedmiotem pracy [6H]. Wykorzystana w pracach [2H, 6H] metodologia i uzyskane wyniki załugują na szczególne uznanie.

Podsumowując ocenę osiągnięcia habilitacyjnego dr. Tomasza Ślęzaka stwierdzam, że zawiera ono szereg ważnych, nierzadko unikalnych wyników w dziedzinie magnetyzmu i dynamiki sieci układów nanostrukturalnych na bazie żelaza. Także sam fakt, że linie pomiarowe dedykowane metodom jądrowego rozproszenia rezonansowego (główniej metody tu stosowanej) istnieją tylko przy czterech najważniejszych synchrotronach na świecie (ESRF, APS, Spring-8, Petra III) świadczy (poprzez udział w konstrukcji specjalnej stacji pomiarowej i przyznawaniu czasu na kolejne sesje pomiarowe na linii ID18 (ESRF)) o znaczeniu tematyki i docenianiu wyników tutaj prezentowanych.

OCENA DOROBKU NAUKOWEGO, DYDAKTYCZNEGO I ORGANIZACYJNEGO

Dorobek naukowy Pana dr. Tomasza Ślęzaka wyraża się m. in., zgodnie z dostarczonym przez Habilitanta wykazem publikacji, których jest współautorem, 49 pozycjami (z czego 4 wcześniejszymi niż rok uzyskania stopnia doktora) – poza siedmioma pracami włączonymi do omawianego wyżej osiągnięcia habilitacyjnego – w czasopiśmie znajdujących się w bazie ISI Web of Science (SCI – the Science Citation Index, w tym 3 pozycje notowane w ramach CPCPI – Conference Proceedings Citation Index) o sumarycznym (włączając habilitacyjne [1H – 7H]) *impact factorze* ok. 164. Wg danych z tej bazy ogólna liczba cytowań wynosi 448 (366 z pominięciem samocytowań; grudzień 2013) przy indeksie Hirscha wyno-

szącym 13. Ponadto, biorąc pod uwagę referaty wygłaszane (13 – w tym 6 na zaproszenie) lub prace prezentowane w czasie sesji plakatowych (12) na międzynarodowych i krajowych konferencjach, doniesienia w materiałach konferencyjnych, raportach rocznych, itp., należy uznać tę dokumentację osiągnięć naukowych za bardzo obszerną.

Zachowując pewien krytycyzm co do wartościowania osiągnięć naukowych głównie na podstawie wskaźników statystycznych, chciałbym stwierdzić, że w przypadku obecnego postępowania habilitacyjnego dostarczają one dodatkowego potwierdzenia znaczenia otrzymanych wyników oraz zainteresowania z jakim spotkały się w środowisku naukowym.

Rozpoznawalność Habilitanta w środowisku naukowym wyraża się również poprzez zaproszenia w charakterze recenzenta dla ważnych czasopism fizycznych (Phys.Rev.Lett – 1, Phys.Rev.B – 2), jak również przez powołanie Go do panelu eksperckiego oceniającego wnioski o czas pomiarowy w Europejskim Laboratorium Promieniowania Synchrotronowego (ESRF) w Grenoble.

Działalność naukowa dr. Tomasza Ślęzaka reprezentowana przez prace [1 – 49] niewłączone do cyklu stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne dotyczy różnych aspektów fizyki nanostruktur metalicznych i tlenkowych: własności strukturalnych, dynamiki sieci i zjawisk dyfuzji, magnetyzmu. Szerokie doświadczenie Habilitanta w zakresie preparatyki cienkich warstw i wielowarstw metodą epitaksji z wiązek molekularnych dokumentuje wielość wytworzonych struktur, których jakość i własności fizyczne badane były specjalistycznymi metodami: dyfrakcją niskoenergetycznych elektronów (LEED), skaningową mikroskopią tunelową (STM), spektroskopią elektronów Auger (AES), pomiarem magnetoptycznego efektu Kerra (MOKE), spektroskopią mössbauerowską elektronów konwersji.

Uważam za wyraz uznania dla twórczego i efektywnego wkładu dr. Ślęzaka w badania naukowe zapraszanie Go do udziału w roli wykonawcy do licznych projektów realizowanych niejednokrotnie przez szerokie międzynarodowe i krajowe współprace.

W zakresie działalności dydaktycznej na podkreślenie zasługuje wkład Habilitanta w kształcenie młodej kadry – opieka nad sześcioma pracami magisterskimi w latach 2006 - 2012 oraz współprowadzenie dwóch prac doktorskich w charakterze promotora pomocniczego.

Podsumowując, wyrażam zdecydowanie pozytywną ocenę zarówno wagi naukowej problematyki objętej rozprawą, jak i jakości pozostającej na poziomie światowym strony eksperymentalnej, rzetelności opracowania wyników oraz klarowności sformułowań wniosków. Osiągnięcia naukowe składające się na dorobek naukowy, w tym rozprawa habilitacyjna, a także działalność dydaktyczna i organizacyjna Habilitanta bez wątpienia spełniają ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego i tym samym popieram wniosek o jego nadanie Panu dr Tomaszowi Ślęzakowi.

