

**Recenzja wniosku dr Karola Synoradzkiego o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych.**

Dane o karierze naukowej osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Dr Karol Synoradzki jest absolwentem Wydziału Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej. Dyplom magistra inżyniera uzyskał w 2010 r. na tym wydziale za prace pod tytułem „Badania własności strukturalnych i magnetycznych wybranych związków manganu”. Dyplom doktora nauk fizycznych uzyskał w 2015 r. w Instytucie Fizyki Molekularnej, Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu w oparciu o prace pod tytułem „Własności magnetyczne, elektryczne i termodynamiczne związków $\text{Ce}(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_4\text{Mn}_y\text{Al}_{1-y}$ ”. Byłem recenzentem tej pracy, którą wysoko oceniłem i wnioskowałem o jej nagrodzenie.

Miejsca pracy i zajmowane stanowiska

- Instytut Fizyki Molekularnej, Polskiej Akademii Nauk, Poznań, Adiunkt 01.03.2015 – obecnie,
- Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych, Polskiej Akademii Nauk, Wrocław, adiunkt/posdoc 01.09.2016 – 31.08.2019; zatrudniony w ramach grantu NCN Maestro,
- Centrum NanoBioMedyczne, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, adiunkt/posdoc, 01.09.2019-31.08.2020; zatrudniony w ramach grantu FNP FirstTeam.

Dane o dorobku naukowym

Kandydat ma znaczący dorobek naukowy, do którego w pierwszym rzędzie należy zaliczyć 60 publikacji naukowych - 25 przed doktoratem i 45 po - opublikowanych w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu. 10 publikacji zostało przedstawione jako rozprawa habilitacyjna. Prace te są opublikowane w różnych czasopiśmie głównie fizycznych i nauk o materiałach. Najwięcej prac zostało opublikowanych w J. Alloys Compd. (7), J. Magn. Magn. Mater. (5) i w Acta Phys. Polon. A (10). Kandydat miał znaczącą rolę w ich powstawaniu o czym świadczy fakt, iż został podany jako pierwszy autor w 24 i jako drugi w 17.

Tematyka prac przed doktoratem koncentrowała się na zbadaniu wpływu modyfikacji składu chemicznego na hybrydyzację elektronów 4f z elektronami przewodnictwa w związkach $\text{Ce}(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_4\text{Mn}_y\text{Al}_{1-y}$ (7 prac, które zostały włączone do pracy doktorskiej). Badania przedstawione w pozostałych trzech pracach koncentrowały się na zbadaniu własności roztworów stałych zawierających atomy Ce. Badania te były kontynuacją tematyki pracy doktorskiej. Pięć publikacji prezentuje wyniki badań efektu magnetokalorycznego w różnych związkach.

Tematyka badań po doktoracie jest bardzo zróżnicowana. Wynika to z faktu, iż Kandydat brał udział w realizacji badań w różnych ośrodkach. Do istotnych wyników należy zaliczyć 8 publikacji prezentujących wyniki badań efektu termoelektrycznego w fazach Heuslera realizowanych w INTiBS PAN. Badania te miały na celu określenie potencjału aplikacyjnego tych związków. Przeprowadzone badania wykazały, że związki RNiSb są interesujące do takich zastosowań.

Kandydat badał również właściwości fizyko-chemiczne związków na bazie magnetyt (9 publikacji). Celem tych badań było wytworzenie nowych materiałów hybrydowych o różnych zastosowaniach np. medycynie.

Kandydat kontynuował badania właściwości roztworów stałych na bazie Ce (7 publikacji) - zagadnienie to jest kontynuacją wcześniejszych prac.

Pozostałe 6 prac dotyczą badania właściwości różnych materiałów pod kątem ich własności strukturalnych oraz magnetycznych.

Do dorobku naukowego Kandydata należy zaliczyć również współautorstwo jednego rozdziału w monografii oraz 31 (głównie w postaci plakatu) wystąpień na konferencjach naukowych.

Informacja o aktywności naukowej

Działalność naukową Kandydata charakteryzuje duża aktywność prowadzona w różnych instytucjach. Oprócz Instytutu Fizyki Molekularnej PAN szczególnie owocny był pobyt w INTiBS PAN we Wrocławiu na stanowisku adiunkt/posdoc. Trzyletni pobyt zaowocował 20 publikacjami, z których 3 zostały włączone do pracy habilitacyjnej: H2, H3 i H4, a trzy następne H5, H9 i H10 były efektem nawiązanej podczas stażu współpracy. Na drugim po doktoracie stażu w CNBM UAM powstały 4 publikacje dotyczące własności niskowymiarowych tlenków żelaza.

Kandydat odbył krótkie staże związane z pomiarami neutronograficznymi w Instytucie Laue-Langevin w Grenoble (Francja) i Helmholtz Zentrum w Berlinie (Niemcy) oraz w Instytucie Fizyki Chemicznej Ciał Stałych w Dreźnie (Niemcy), gdzie syntezował i badał materiały termoelektryczne. Dodatkowo przebywał na krótkich kilkudniowych stażach zagranicznych i krajowych.

Był uczestnikiem 7 międzynarodowych szkół i kursów. Kandydat wygłosił jeden referat w Berlinie i 5 w ośrodkach krajowych.

Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzacji nauki

Kandydat był promotorem lub promotorem pomocniczym w 10-ciu pracach dyplomowych: 1 licencjackiej, 3 inżynierskich, 2 magisterskich i 4 doktorskie na trzech uczelniach Politechnice Poznańskiej i Wrocławskiej, Uniwersytecie Wrocławskim oraz dwóch Instytutach PAN (IFM i INTiBS).

Prowadził zajęcia praktyczne i wykłady dla studentów w INTiBS i AGH. Brał udział w Nocy Naukowców i Poznańskim Festiwalu Nauki i Sztuki. Wygłosił także 2 wykłady popularno-naukowe w ramach cyklu „Fizyka Warta Poznania”.

Opracował 52 recenzje dla 23 czasopism z listy JCR. Najwięcej dla Journal of Alloys and Compounds (12) i Journal of Magnetism and Magnetic Materials (6).

Uczestniczył w organizacji konferencji naukowych, w szczególności „The European Conference Physics of Magnetism” (Poznań).

Był wykonawcą w realizacji 4 projektów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki i Fundacje na Rzecz Nauki Polskiej. Kierował zadaniem badawczym finansowanym przez NCN w ramach programu MINIATURA. Obecnie bierze udział w europejskim projekcie finansowanym w ramach programu Horyzont 2022.

Kandydat uczestniczył w organizacji laboratoriów w instytutach, w których pracował w celu zwiększenia potencjału badawczego.

Dr K. Synoradzki współpracował z 2 polskimi i 2 zagranicznymi firmami. W ramach współpracy wykonywał dla nich pomiary właściwości magnetycznych różnych materiałów.

Informacja o pracy habilitacyjnej

Praca habilitacyjna dr Karola Synoradzkiego pt. „Niskotemperaturowe właściwości magnetyczne i magnetokaloryczne trójskładnikowych materiałów na bazie metali ziem rzadkich” jest cyklem 10 publikacji w czasopismach o międzynarodowym zasięgu: Acta Physica Polonica A (2), Journal of Magnetism and Magnetic Materials (4), Journal of Alloys and Compounds (1), Journal of Applied Physics (1), Journal of Rare Earth (1) i Physica B (1). W czterech publikacjach (H1, H3, H6 i H10) jest samodzielnym autorem, w pozostałych jest pierwszym autorem poza kolejnością alfabetyczną. Świadczy to o dużej roli Habilitanta w powstawaniu tych prac. Prace zostały opublikowane w czasopismach o średnim IF. Najwyższe punktowanie ma praca w J. Alloys Compd. (IF=6.2).

Poniżej krótka informacja o wynikach prezentowanych w tych pracach. Tak jak sugeruje Habilitanta podzieliłem omówienie na 5 grup.

Pierwszą grupę stanowią związki o składzie $RNiX$, gdzie R-pierwiastek ziemi rzadkiej a $X=Sb$ i Sn (H2, H3 i H10). Przeprowadzone badania wykazały, że związki są antyferromagnetykami w niskich temperaturach, np. w $TmNiSn$ $T_N=2.4$ K a w $DyNiSn$ obserwuje się dodatkowe przejście poniżej temperatury Néela. Dla wszystkich związków zaobserwowano normalny (nMCE) i odwrotny (oMCE). Wartości zmiany entropii są małe.

Drugą grupą stanowią związki RCu_4Mn ($R=La, Gd$) (H1 i H6) o heksagonalnej strukturze krystalicznej, w której w jednej podsieci atomy tworzą strukturę typu kagomé. Pomiary magnetyczne i ciepła właściwego dla związku $R=La$ wykazały własności typowe dla układu kanonicznego szkła spinowego poniżej $T_f=33$ K. Szkoda, że Habilitant nie podjął badań MCE dla tego układu. Analogiczne badania dla związku $R=Gd$ wykazały własności klastrowego szkła spinowego poniżej $T_f=31$ K i uporządkowanie ferromagnetyczne poniżej $T_c=65.5$ K. Małe wartości S_m pokazały brak zjawiska wzmocnienia MCE wynikającego z frustracji magnetycznej.

W pracy H4 prezentowane są właściwości magnetokaloryczne i termoelektryczne ferromagnetycznego związku $CeCrGe_3$. Praca jest rozwinięciem tematyki jednego z współautorów Debarchan Das, opublikowanych w latach 2014-2016. Wysoka wartość $T_c=70$ K sugeruje, że momenty magnetyczne są zlokalizowane na atomach Ce i Cr. Parametry MCE wyznaczono w oparciu o pomiary namagnesowania i ciepła właściwego są małe. Prezentowane w pracy wyniki są nowe w stosunku do poprzednich prac.

Kontynuacją tej tematyki było zbadanie izostrukturnego związku $NdCrGe_3$, który jest ferromagnetykiem z $T_c=122$ K (H9). Wyznaczone parametry MCE, analogicznie jak w poprzednim związku, dają wyniki pokrywające się z danymi uzyskanymi dla monokryształu tego związku które są opublikowane w pracy J. Phys. Chem. C 125 (2021) 23370.

Kolejne dwie prace H7 i H8 zawierają wyniki badań związków z układu $CeSi_{2-x}Ga_x$ dla $x=0.7$ i 0.8 . Badanie właściwości tego układu są istotne gdyż ze zmianą składu obserwuje się zmianę właściwości od układu typu Kondo dla $x=0$ do uporządkowania ferromagnetycznego dla $x=2$. Badane związki są ferromagnetykami z T_c 10.5 K (0.7) i 12.5 K (0.8). W oparciu o pomiary magnetyczne i ciepła właściwego określono parametry MCE. Wartości tych parametrów są zbliżone dla obu związków.

Celem pracy H5 było zbadanie wpływu modyfikacji składu na właściwości magnetyczne i magnetokaloryczne związku Gd_5Si_4 , w którym atomy Si były podstawiane przez atomy B. Badano związki $GdSi_{4-x}B_x$ dla $x=0, 0.05, 0.1, 0.2$ i 0.5 . Badania wykazały nieznaczne podwyższenie parametrów

MCE dla składów $x=0.1$ i 0.2 . W pracy prezentowane również są wyniki badań parametrów MCE kompozytów Gd i $Gd_5Ge_2Si_2$ o stosunku 1:1 i 1:2. Uzyskane wyniki wskazują, że parametry MCE odzwierciedlają dane dla związku 5:2:2.

Podsumowując wyniki prezentowane w serii publikacji pragnę stwierdzić, że dla większości badanych związków po raz pierwszy określono parametry charakteryzujące efekt magnetokaloryczny w funkcji temperatury i natężenia zewnętrznego pola magnetycznego. To uważam za najważniejsze osiągnięcie pracy Habilitanta. Dla wybranych związków wyznaczono dodatkowo wartości T_{ad} i TEC. Cennym wynikiem kompleksowych badań jest określenie właściwości fizycznych badanych związków. Uzyskane wartości parametrów MCE nie są wysokie, więc ich potencjał aplikacyjny jest niski. Z tego powodu hipoteza badań została zweryfikowana negatywnie.

Do ważniejszych osiągnięć prezentowanych w pracy należy zaliczyć:

- 1) Określenie niskotemperaturowych właściwości $TmNiSn$ (H3),
- 2) Wykazanie roli pierwiastka ziemi rzadkiej R w związkach RCu_4Mn oraz stwierdzenie, że charakter uporządkowania momentów magnetycznych zmienia się w zależności od pierwiastka R od kanonicznego dla $R=La$ (H1) do klastrowego szkła spinowego dla $R=Gd$ (H6) oraz stwierdzenie, że frustracja magnetyczna nie prowadzi do zwiększenia MCE,
- 3) Wyznaczenie diagramu fazowego dla związku $NdCrGe_3$ (H9) i parametrów termoelektrycznych dla związków $RCrGe_3$: $R=Ce$ (H4) i Nd (H9),
- 4) Zbadanie właściwości strukturalnych, magnetycznych, termicznych i magnetokalorycznych dla związków $CeSi_{2-x}Ga_x$ dla $x=0.7$ i 0.8 (H7 i H8),
- 5) Zbadanie właściwości MCE układu $Gd_5Si_{4-x}B_x$ dla $x=0, 0.1, 0.2$ i 0.5 i kompozytów Gd-Gd₅Ge₂Si₂ (H5)

Kandydat w pracy podjął się ambitnego i trudnego zadania uzyskania nowych związków na bazie pierwiastków ziem rzadkich z silnym efektem magnetokalorycznym. Badania nad tym zagadnieniem zostały zapoczątkowane w 1997 roku pracą o własnościach związku $Gd_5Ge_2Si_2$. Badania nad tą tematyką objęły szereg związków czego efektem są liczne publikacje.

Wkład Habilitanta w pracach wspólnych to wykonanie i interpretacja pomiarów właściwości magnetycznych, magnetokalorycznych i ciepła właściwego, ich analiza i dyskusja wyników i opracowanie tekstu publikacji. Wyjątek stanowią prace H5, H6 i H7, w których autorem odpowiedzialnym za publikacje jest prof. dr hab. T. Tolinski. W mojej ocenie Habilitant był inicjatorem badań i autorem ich koncepcji. Wyjątek stanowi praca H4, o której pisałem powyżej. Średni IF prac to 2.93, a w ocenie punktów MNiSW 92.5 %.

Ocena wyników uzyskanych w pracach, które są przedmiotem habilitacji.

Podjęte badania miały na celu zbadanie efektu magnetokalorycznego w wybranych związkach międzymetalicznych ziem rzadkich pod kątem ich potencjału aplikacyjnego. Badania dotyczą wciąż aktualnego zagadnienia jakim jest MCE i jego poszukiwanie w nowych materiałach. Prace badawcze w tym zakresie trwają już 27-lat i zaowocowały ogromną ilością publikacji, prezentujących wyniki dla wielu klas związków. Kandydat był świadomy i znał wcześniejsze wyniki badań w tym temacie, gdyż badań zjawisko MCE już począwszy od 2014 roku. W tej sytuacji realizując nowe badania w ramach rozprawy habilitacyjnej, miał on ograniczone możliwości. Te ograniczenia spowodowały, że przedstawiona praca habilitacyjna powstała z 10 publikacji. Ogółem zbiorcze wyniki prezentowane są na Rys. 6 w autoreferacie. Ich synteza, zaprezentowana przez Habilitanta w autoreferacie pokazuje ich spójność i dużą wartość naukową, obejmując szeroki opis własności badanych związków.

Założenia projektu badawczego przedstawionego jako rozprawa habilitacyjna były interesujące zarówno od strony fizycznej jak i aplikacyjnej. Stwierdzam, że od strony fizycznej prace przynoszą nowe interesujące informacje o właściwościach badanych związków. Niestety wyznaczone w pracach parametry MCE nie pozwalają na aplikacje tych związków co podkreślił Habilitant w autoreferacie.

Wnioski końcowe

Reasumując, uważam, że dr Karol Synoradzki spełnia formalne i merytoryczne wymagania stawiane habilitantom przez Ustawę i wnoszę o dopuszczenie dr Karola Synoradzkiego do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Dr Karol Synoradzki wykazał się znaczącymi osiągnięciami w każdym zakresie dorobku naukowego podlegającego ocenie. Liczba publikacji, ich ranga i liczba cytowań są na dobrym poziomie. Szczególnie wysoko oceniam udział Habilitanta w wielu projektach, w szczególności realizowanego w INTiBS PAN we Wrocławiu. Całokształt działalności opisany powyżej wskazuje, że Habilitant spełnia warunki oczekiwane od samodzielnego pracownika naukowego.

Kandydat ma znaczący dorobek naukowy. Jest autorem lub współautorem 60-ciu publikacji opublikowanych w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu, z czego 45 a więc większość została opublikowana już po doktoracie. Z tego dorobku, 10 prac przedstawionych zostało jako rozprawa habilitacyjna. Publikacje Kandydata były cytowane wg. Bazy Web of Science 475 razy (z samocytowaniami) i 357 razy (bez samocytowań). Indeks Hirscha wynosi 13. Natomiast według bazy Scopus to odpowiednio 595 i 464, h-indeks=15/12.

Wysoko oceniam wyniki pracy habilitacyjnej przynoszące nowe i interesujące wyniki badawcze. Praca habilitacyjna składająca się z powiązanych tematycznie 10 publikacji, wraz z prezentowanymi w nich całościowo koherentnymi wnioskami i wynikami badań, uznać należy jednoznacznie za osiągnięcie naukowe. Pragnę podkreślić, że w mojej ocenie Habilitant odegrał decydującą rolę w zainicjowaniu procesów badawczych i powstawaniu samych publikacji.

Na podkreślenie zasługuje także fakt, że od początku swojej działalności naukowej Habilitant wykazywał się istotną aktywnością naukową, realizowaną w trzech ośrodkach naukowych. Był wykonawcą przy realizacji 4 projektów badawczych finansowanych przez NCN i kierownikiem jednego. Aktualnie bierze udział w europejskim projekcie Horyzont 2022.

Działalność dydaktyczną i organizacyjną dr Karola Synoradzkiego oceniam pozytywnie, a na szczególną podkreślenie zasługuje w mojej opinii jego zaangażowanie i udział w kształceniu młodej kadry.

Przytoczone w recenzji fakty wskazują, że Kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Obserwując wieloletnią działalność Kandydata uważam, że osiągnął on poziom kwalifikujący Go do grona samodzielnych pracowników.

/podpisał: prof. dr hab. Andrzej Szytuła/