

Grodzisk Mazowiecki, 17.05.2022 r.

Uniwersytet Warszawski

Prof. Jakub Tworzydło

+48-225532919; jakub.tworzydlo@fuw.edu.pl

ulica Pasteura 5, 02-093 Warszawa, Polska



**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowo-badawczej
doktora Marcina Wysokińskiego
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.**

Sylwetka kandydata.

Kandydat do stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych, pan dr Marcin Wysokiński uzyskał tytuł zawodowy magistra w roku 2011 broniąc z wyróżnieniem pracy magisterskiej o tytule „Właściwości ciekłego Helu 3 jako skorelowanej cieczy kwantowej”. Pracę przygotował pod kierunkiem prof. Józefa Spałka na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Stopień naukowy doktora nauk fizycznych otrzymał, tak samo jak tytuł magistra, na Uniwersytecie Jagiellońskim i także pod opieką promotorską prof. Józefa Spałka. Tytuł przedstawionej rozprawy doktorskiej brzmiał: „Unconventional superconductivity and hybridized correlated fermion systems”, a stopień doktora został nadany w październiku 2015 roku. W przebiegu obrony pracy doktorskiej kandydat otrzymał za nią wyróżnienie.

Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora dr Marcin Wysokiński zatrudniony był przez miesiąc na stanowisku naukowym w granie Maestro (FNP) w grupie prof. Spałka, a następnie udał się na dwuletni staż podoktorski do International School for Advanced Studies (SISSA) w Trieście (Włochy). Wyjazd ten był finansowany w ramach wygranego przez kandydata konkursu krajowego MNiSW „Mobilność Plus”. Bezpośrednio po stażu dr Marcin Wysokiński uzyskał zatrudnienie, na drodze międzynarodowego konkursu, w Międzynarodowym Centrum Badawczym MagTop IFPAN (Warszawa). Kandydat jest zatrudniony w tej instytucji od 2017 roku do chwili obecnej, na stanowisku adiunkta badawczego.

Warto też zaznaczyć, że kandydat uzyskał grant NCN Sonatina w 2017 roku, jednak nie mógł go podjąć podczas zatrudnienia w MagTopie (finansowanym z FNP) ze względów formalnych.

Warunek ustawowy uczestniczenia w badaniach naukowych prowadzonych przez instytucje różne od macierzystej, a w szczególności w badawczych instytucjach międzynarodowych, jest przez kandydata spełniany. Co więcej, współpracę z różnymi grupami badawczymi kandydat zaczął rozwijać już jako doktorant, odbywając dwa krótkoterminowe staże w Institute of Science and Technology w Austrii. Także obecna instytucja badawcza zatrudniająca kandydata zapewnia znakomitą, międzynarodową i inspirującą atmosferę do prowadzenia badań naukowych. W mojej ocenie, wielorakie kontakty badawcze kandydata zostały przez niego bardzo dobrze wykorzystane i przyczyniły się do szybkich postępów naukowych.

Znakomitą ocenę dokonań naukowych dr. Marcina Wysokińskiego ilustrują nie tylko uzyskane przez niego granty, ale także liczne nagrody: 3-letnie stypendium DOCTUS (z Małopolskiego Centrum Przedsiębiorczości), nagroda START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (FNP) dla utalentowanych naukowców, oraz 3-letnie stypendium MNiSW dla wybitnych młodych naukowców. Warto podkreślić bardzo szybkie postępy w karierze naukowej kandydata, świadczące o jego wybitnej osobowości naukowej. Doktorat obronił już 4 lata po zakończeniu studiów, rozprawę habilitacyjną będącą przedmiotem niniejszej oceny przedłożył po zaledwie sześciu kolejnych latach.

Osiągnięcie naukowe, które zostało przedstawione do oceny, udokumentowane jest cyklem 7 prac. Prace te zostały wybrane pod kątem dość spójnej tematyki, i dobitnie ilustrują samodzielność badawczą kandydata. Wszystkie prace cyklu zostały opublikowane w renomowanych anglojęzycznych czasopismach. W dwu pracach cyklu dr Marcin Wysokiński jest jedynym autorem, w trzech jest pierwszym autorem, w pozostałych dwu pracach jest ostatnim autorem. Tylko jedna praca jest trój-autorska, pozostałe mają dwu autorów lub są samodzielne. Należy podkreślić, że sam fakt przygotowania i opublikowania 7 prac w bardzo dobrych czasopismach, w przeciągu zaledwie 6 lat i w tak szczupłym gronie autorskim stanowi znaczące dokonanie, wymaga wysokiej biegłości warsztatowej i dużego zaangażowania w pracę naukową. Oświadczenia współautorów również nie pozostawiają wątpliwości co do wiodącego wkładu kandydata w powstanie prac badawczych całego cyklu.

Kandydat opublikował łącznie 20 prac indeksowanych w bazie WoS, 10 przed i 10 po doktoracie. Wskaźniki bibliometryczne wynoszą 196 cytowań (oraz 154 bez auto-cytowań) przy indeksie Hirscha $H = 9$. Najwyżej cytowana praca [14] (referencje wg Wykazu osiągnięć) z okresu przed doktoratem z 2014 roku ma zgromadzonych 30 cytowań. Najwyżej cytowana praca z przedstawionego cyklu „Mott physics beyond the Brinkman-Rice scenario” [p5] ma 12 cytowań uzyskanych od 2017 roku. Oceniając łącznie wskaźniki cytowalności należy uznać je za bardzo dobre. Świadczą one niewątpliwie o międzynarodowej recepcji prac kandydata i potwierdzają jego znaczący wkład w rozwój dziedziny. Nieco niższa cytowalność prac cyklu (w stosunku do tych z doktoratu) wynika przede wszystkim z tego, że są to prace bardzo świeże; przeszło połowa prac cyklu została opublikowana w ostatnich trzech latach. Jakość naukowa wszystkich prac kandydata wydaje się natomiast utrzymywać na równym, wysokim poziomie.

Ocena sylwetki badawczej kandydata jest niewątpliwie pozytywna, z krótkiego przeglądu przebiegu kariery wyłania się obraz zdolnego, samodzielnego i wydajnego badacza. Przedstawiony cykl prac składających się na osiągnięcie habilitacyjne dobitnie ilustruje dojrzałość badawczą kandydata. Kandydat potrafi stawiać interesujące zadania badawcze i dysponuje odpowiednim arsenałem metod, aby je rozwiązać. Wyniki naukowe dr. Marcina Wysokińskiego znajdują oddźwięk w środowisku międzynarodowym, prowadzona jest aktywna współpraca z różnorodnymi ośrodkami badawczymi.

Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę wniosku habilitacyjnego.

Badania kandydata należą do dziedziny badań układów z silnymi oddziaływaniami elektronowymi. Materiały, które wykazują cechy układu z takimi oddziaływaniami, posiadają zazwyczaj własności z pogranicza szeroko rozumianego magnetyzmu, zjawisk lokalizacji typu Motta, czy także z nadprzewodnictwa. Różnorodne sprzężenia występujące pomiędzy elektronami ze zlokalizowanych, silnie skorelowanych powłok d lub f a zdelokalizowanymi elektronami pasmowymi prowadzą do wielu ciekawych faz (w tym topologicznych) wyłaniających się w pewnych obszarach parametrów materiałowych.

Zgodnie z takim paradygmatem kandydat badał ogólne fazy magnetyczne modulowane przestrzennie, a indukowane zmianami ciśnienia w przykładowych materiałach: $LaCrGe_3$ w pracy [p1] opublikowanej w Scientific Reports, $La_5Co_2Ge_3$ w pracy [p2] z Physical Review B czy USb_2 także z Physical Review B (Rapid Communications). W pracach tych osiągnięcie kandydata polegało na zaproponowaniu efektywnych modeli, ujmujących w sposób jakościowy najważniejsze cechy badanych faz i materiałów, oraz przedstawieniu fizycznej interpretacji mechanizmów ujętych w tych modelach. Wszystkie te trzy prace mają bezpośrednie odniesienie do eksperymentów, bądź to już istniejących [p1,p2], bądź potwierdzających przewidywanie teoretyczne zaproponowane przez kandydata [p3]. Prace [p1-p3] zawierają zatem bardzo solidne, centralne wyniki przedstawionego osiągnięcia.

Ciekawa jest praca [p4], zawierająca wyniki uzyskane dla modelu typu sieci domieszek Andersona, analogicznego do tego użytego np. w pracy [p1]. W modelu z [p4] został uwzględniony nowy element: silne sprzężenie spinowo-orbitalne. Prezentacja tej pracy przynosi ujęcie bardziej fundamentalne, jednak z też możliwym odniesieniem doświadczalnym do materiału SmB_6 . Sprzężenie spinowo-orbitalne może prowadzić do ciekawych, nowych efektów fizycznych, takich jak powstawanie faz topologicznych izolatorów Kondo (TKI). Praca [p4] przynosi też nowy element metodologiczny: obliczenie w ramach uogólnienia metody Gutzwillera (DE-GWF), dzięki któremu możliwe jest ujęcie nielokalnych (zależnych od pędu) wkładów do kwazicząstkowej energii własnej. Konsekwencją takiego ujęcia jest wyprowadzenie zmiany natury przejścia pomiędzy fazami z otwierającą się przerwą, uzyskanie obszarów parametrycznych dla przerwy topologicznie nietrywialnej i przewidywanie powstawania fazy TKI. Niewątpliwie, praca [p4] dokumentuje oryginalne, nowatorskie ujęcie niebanalnego zagadnienia badawczego.

Kolejna praca cyklu [p5] ma nieco inny charakter, ale też jest bardzo cenna dla całości cyklu. Kandydat rozwija w niej nową metodę obliczeniową, pozwalającą w sposób kontrolowany wyznaczać charakter i parametry przejścia typu Motta. Metoda łączy wariacyjną funkcję falową typu Gutzwillera ze sparametryzowaną transformacją kanoniczną Schrieffera-Wolffa, uwzględniającą wirtualne przeskoki z podwójnym obsadzeniem elektronowym (będące źródłem korelacji). Metoda okazuje się poprawnie odtwarzać granicę teorii dynamicznego średniego pola (DMFT) a jednocześnie poszerza zakres stosowalności standardowego podejścia Brinkmana-Rice'a. Uważam, że rezultat osiągnięty w tej pracy jest bardzo cenny, otwiera drogę do dalszych badań przejścia Motta przy użyciu nowego, i metodologicznie znacząco ulepszanego schematu analityczno-numerycznego.

Bardzo istotne dla zamknięcia całości cyklu są dwie prace dołączone jako ostatnie [p6] i [p7]. W pracach tych kandydat eksploruje obiecujący kierunek badawczy, dotyczący dynamicznych, nierównowagowych zjawisk w modelach z silną korelacją elektronową. Podjęcie tego, zupełnie nowego dla kandydata kierunku badań, świadczy o samodzielności naukowej, dobrej orientacji w trendach badawczych dziedziny układów skorelowanych i śmiałości w podejmowaniu trudnych wyzwań naukowych. Praca [p6] przynosi najpierw uogólnienie metody wariacyjnej z pracy poprzedniej w cyklu [p5] na sytuację z zależnością czasową, przy skokowo włączonym oddziaływaniem. Następnie metoda ta zostaje zastosowana do rozwiązania konkretnego problemu, postawionemu w literaturze przedmiotu około 10 lat temu. Kandydat wnikliwie bada mechanizmy relaksacji w „postquenhowej” dynamice oddziałującego układu, dokumentując istnienie dynamicznego przejścia ciągłego (typu „crossover”) w sektorze spinowym.

W końcu praca [p7] nie rozwija nowej metody, ma natomiast ciekawą zawartość fizyczną. Autorom udaje się pokazać wspólne cechy rezonansowego pochłaniania energii występującego w układzie pułapki dwupoziomowej, modelu dimeru Hubbarda oraz modelu dwu podpasem energetycznych dla izolatora Motta. Część pracy dotycząca układów skorelowanych została w całości opracowana przez kandydata. Zwraca też uwagę umiejętność kandydata do pracy z innymi badaczami (tutaj ze współautorem) na styku różnych dziedzin badawczych, w tym przypadku fizyki materii skondensowanej oraz kwantowej optyki układów kilkuciałowych.

Podsumowując osiągnięcie naukowe kandydata, warto zwrócić uwagę na bardzo klarowne omówienie uzyskanych rezultatów zamieszczone w autoreferacie. Chociaż ten swoisty przewodnik po pracach nie podlega sam w sobie ocenie, jednak jego staranne przygotowanie przez dr. Marcina Wysokińskiego bardzo ułatwia recenzentowi zorientowanie się w meritum osiągnięcia. Świadczy też, jako kolejny element, o dojrzałości badawczej i dobrej orientacji kandydata w szerszym kontekście frontu badań uprawianej przez niego dziedziny. Wydaje się, że po niewielkich poprawkach czy uzupełnieniach „opis osiągnięcia” kandydata mógłby stać się oddzielną publikacją o charakterze przeglądowym.

Inne elementy oceny dorobku kandydata.

Prace badawcze pozostające poza cyklem, a opublikowane po doktoracie, zachowują charakterystyczny

dla kandydata, wysoki standard. Dwie zostały opublikowane w *Physical Review B* (*Rapid Communication* oraz *Letter*), jedna w *J. Phys.: Condensed Matter*. Kandydat eksploruje ciekawe zagadnienia badawcze, takie jak niekonwencjonalne nadprzewodnictwo, topologiczne własności w przykładowej klasie materiałów, czy też dynamikę splątania stanów w układzie sprzęgającym kubity z promieniowaniem mikrofalowym. Tematyka tych prac jest zatem różnorodna, ciesząca się zainteresowaniem innych badaczy. Jedna z prac, dotycząca faz topologicznych w warstwach *SnTe*, może stać się bardzo znacząca dla dziedziny, o czym świadczy 8 cytowań uzyskanych w ciągu zaledwie 2 lat.

Współpraca międzynarodowa kandydata jest udokumentowana stażami oraz wspólnymi publikacjami z innymi ośrodkami badawczymi. Zwraca uwagę dorobek kandydata wyrażony w zaproszeniach do wygłoszenia wykładów na konferencjach. Kandydat wygłosił trzy takie referaty na międzynarodowych konferencjach, oraz dwa na międzynarodowych konferencjach odbywających się w kraju. Uważam, że jest to dorobek wybitny dla habilitanta będącego zaledwie sześć lat po doktoracie. Dr. Marcin Wysokiński uczestniczy regularnie w życiu międzynarodowego środowiska naukowego, wygłaszał liczne komunikaty konferencyjne (w tym jeszcze w czasie przed doktoratem), w sumie gromadząc listę około 10 tego typu wystąpień.

W ramach działalności dydaktycznej kandydat przygotował i poprowadził dwa wykłady monograficzne dla doktorantów (każdy po 30h) w 2018/2019 oraz 2020/2021 roku. W czasie studiów doktoranckich na UJ prowadził ćwiczenia i zajęcia na pracowni (105h), pomagał w zajęciach przygotowujących do olimpiady fizycznej, był opiekunem miesięcznej praktyki wakacyjnej studenta (dwukrotnie). Należy docenić obecność tego typu doświadczenia w curriculum kandydata tym bardziej, że jego dotychczasowa kariera naukowa była związana przede wszystkim z instytucjami stricte badawczymi. Z takim przebiegiem drogi naukowej wiąże się też zapewne fakt, że kandydat nie sprawował dotychczas opieki nad magistrantami, czy też nie był współopiekunem doktorantów.

Kandydat posiada pewne doświadczenie w działaniach organizacyjnych. Trzykrotnie uczestniczył w pracach komitetu organizacyjnego konferencji: „New physics of the spins” Zakopane 2014, „XVI Narodowa Konferencja Nadprzewodnictwa” Zakopane 2013, oraz „Symposium on the physics of Majorana bound states” Warszawa 2018. Uczestniczył też w pracach komisji rekrutacyjnej na studia doktoranckie IF PAN. Kandydat nie przedstawił osiągnięć z zakresu popularyzacji nauki.

Ocenę dokonań będących w dorobku kandydata w elementach poza cyklem przedstawionych prac określam jako co najmniej dobrą. Podkreślam jednocześnie wybitny dorobek pięciu zaproszonych referatów na konferencje międzynarodowe. Regularność tego typu zaproszeń świadczy dobitnie o znaczącym wpływie badań, prowadzonych przez dr Marcina Wysokińskiego, na uprawianą przez niego dziedzinę naukową.

Konkluzja

Na podstawie przeprowadzonej analizy wniosku pana dr. Marcina Wysokińskiego o nadanie stopnia doktora habilitowanego, której najważniejsze wyniki przedstawiłem w powyższej recenzji, stwierdzam z pełnym przekonaniem, że przedłożony wniosek spełnia warunki określone Ustawą o stopniach i tytule naukowym. Z przyjemnością wnoszę o przyjęcie tej rozprawy i dopuszczenie pana dr. Marcina Wysokińskiego do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Grodzisk Mazowiecki, 17.05.2022 r.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Wójcicki', written in a cursive style.