



Dr hab. Tomasz Sowiński, prof. IF PAN
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warszawa
tomasz.sowinski@ifpan.edu.pl

Warszawa, 31 maja 2022 r.

**Recenzja wniosku habilitacyjnego dra Konrada Jerzego Kapci
na podstawie osiągnięcia naukowego
pt. „Przemiany metal-izolator, porządek ładunkowy i efekty oddziaływania dalszego zasięgu
w wybranych modelach silnie skorelowanych fermionów”**

Sylwetka habilitanta

Doktor Konrad Kapcia w roku 2009 ukończył studia magisterskie na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu i w tym samym miejscu w roku 2014 uzyskał stopień naukowy doktora nauk fizycznych. W chwili obecnej jest zatrudniony na swojej Alma Mater na stanowisku adiunkta w Zakładzie Teorii Materii Skondensowanej. Niemniej jednak, tuż po uzyskaniu stopnia doktora najpierw przez dwa lata pracował w Instytucie Fizyki PAN w Warszawie, a następnie przez trzy lata w Instytucie Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN w Krakowie w związku z kierowanym przez niego projektem SONATINA. Co ważne, dr Kapcia odbył też kilka krótkoterminowych wyjazdów naukowych oraz półroczny staż naukowy w SISSA w Trieście. Natomiast dzięki zdobyciu stypendium w programie im. Bekkera finansowanym przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA), w chwili obecnej habilitant odbywa dwuletni staż typu PostDoc w Centrum Fizyki na Swobodnych Elektronach (CFEL) w Niemczech. Powyższa krótka charakterystyka przebiegu kariery naukowej po uzyskaniu pierwszego stopnia naukowego wskazuje zatem, że dr Kapcia jest naukowcem mobilnym, otwartym na współpracę z grupami o bardzo różnych zainteresowaniach i jest gotowy do podejmowania nowych wyzwań naukowych.

Osiągnięcie habilitacyjne — ocena formalna

Jako swoje osiągnięcie habilitacyjne dr Kapcia przedkłada cykl dziesięciu publikacji, które ukazały się w dobrych lub bardzo dobrych, recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Wśród nich znajduje się pięć prac wydrukowanych w czasopismach Physical Review wydawanych przez Amerykańskie Towarzystwo Fizyczne, a pozostałe zostały opublikowane w innych, bardziej specjalistycznych czasopismach dedykowanych fizyce materii skondensowanej. W tym miejscu warto podkreślić, że dwie z tych prac są jednoautorskie, a w pozostałych liczba współautorów nie przekracza trzech. Te fakty, uzupełnione dodatkowo treścią oświadczeń zarówno współautorów jak i samego habilitanta, wskazują, że w zdecydowanej większości prac cyklu habilitacyjnego wkład dra Kapci był dominujący na każdym etapie ich powstawania. Wszystkie prace cyklu habilitacyjnego są ze sobą powiązane w sposób logiczny pod spinającym je tytułem

osiągnięcia habilitacyjnego i spełniają warunki formalne, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.), tzn. są opublikowane w czasopismach ujętych w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b tej samej Ustawy.

Osiągnięcie habilitacyjne — ocena merytoryczna

Osiągnięcie habilitacyjne dra Konrada Kapci dotyczy teoretycznego badania własności wielociałowych układów fermionowych, które można opisać w ramach rozszerzonych modeli typu Hubbarda. Punktem wyjścia jest dość ogólny hamiltonian, który powstaje z modelu Hubbarda poprzez rozszerzenie o człony dwuciałowego oddziaływania pomiędzy cząstkami znajdującymi się w najbliższych i następnie-najbliższych węzłach sieci, a także poprzez dopuszczenie możliwości, że tunelowanie cząstek do sąsiednich węzłów sieci może zależeć od spinu cząstki. W szczególności, poprzez całkowite zaniedbanie jednego z tych tunelowań otrzymuje się odpowiednie rozszerzenie modelu Falicova-Kimballa. Takie modele od wielu lat są rozważane w teorii ciała stałego, gdyż powszechnie uważa się, że współdziałanie różnych członów tego typu (wcześniej zaniedbywanych) może być odpowiedzialny za powstawanie niestandardowych korelacji między cząstkami i w efekcie prowadzić do powstawania faz kwantowych o bardzo ciekawych własnościach makroskopowych. Tę motywację dość odpowiednio i przejrzyście ujmuje habilitant w swoim autoreferacie. Trzeba tu jednak dodać, że już od ponad 20 lat podobne (i jeszcze mocniej zmodyfikowane) modele są intensywnie rozważane w środowisku fizyki atomowej. Wynika to z faktu, że precyzja i łatwość (niespotykana w innych dziedzinach fizyki) z jaką wielociałowe układy ultrazimnych atomów przetrzymywanych w tzw. sieciach optycznych mogą być kontrolowane pozwala na niemal idealną realizację doświadczalną modeli typu Hubbarda o zadanych parametrach. Tego kontekstu naukowego niestety trochę zabrakło mi zarówno w samym autoreferacie jaki i w samych publikacjach. Choć jest on zasygnalizowany, to wydaje mi się on potraktowany zbyt zdawkowo. Jestem przekonany, że bardziej dogłębne przedstawienie tych elementów na pewno dawałoby możliwość spojrzenia na poruszane tematy z innej perspektywy i tym samym mogłoby się przyczynić do większego dostrzeżenia badań dra Kapci przez szersze środowisko naukowe.

W mojej ocenie punktem centralnym osiągnięcia habilitacyjnego dra Kapci jest czteroautorska praca [H2]. Jest ona poświęcona najbardziej naturalnemu rozszerzeniu modelu Hubbarda o człon oddziaływania międzywęzłowego. Choć wcześniej były znane różne własności takiego modelu i różne fazy kwantowe były zidentyfikowane, to dopiero praca [H2] dość dobrze cały ten obraz uporządkowała. Stosując metodę dynamicznego pola średniego, całkiem precyzyjnie określono położenie różnych faz kwantowych na diagramie fazowym, a także zbadano w jaki sposób zachodzą przemiany pomiędzy nimi. Wyniki tej pracy stają się bezpośrednią motywacją do postawienia kolejnych pytań, a pozostałe prace cyklu habilitacyjnego starają się w jakimś stopniu udzielić na nie odpowiedzi.

Jednym z podstawowych założeń w pracy [H2] jest przyjęcie, że tunelowanie cząstek do najbliższych sąsiadów nie zależy od spinu cząstek. Można się spodziewać, że zmiana ruchliwości cząstek w zależności od spinu może mieć istotny wpływ na przejścia pomiędzy fazami jak i na stabilność samych faz. Dlatego w serii czterech prac [H4], [H5], [H7] i [H8] rozważana jest skrajna modyfikacja modelu, w której tunelowanie jednego ze składników jest całkowicie zabronione. Tym sposobem otrzymuje się odpowiednie rozszerzenie wspomnianego już modelu Falicova-Kimballa. W pracach [H4] i [H5], wykorzystując teorię pola średniego w granicy dużej liczby wymiarów przestrzennych, badane są możliwe fazy kwantowe dla tego modelu zarówno w zerowej jak i niezerowej temperaturze. Dzięki zastosowanemu podejściu, w obu przypadkach autorzy uzyskali precyzyjne wyrażenia na gęstość stanów, przerwy energetycznej i samej energii układu w zależności od parametrów hamiltonianu. To pozwoliło im zbadać całe bogactwo różnych faz kwantowych układu, ich położenia na diagramie fazowym, a także ich własności termodynamiczne. Praca [H7] koncentruje się na problemie temperaturowej zależności parametru porządku w granicy słabych oddziaływań. W tej granicy mamy do czynienia z anomalnym zachowaniem się tej zależności. Jak wynika z przeprowadzonej analizy, każdej określonej wartości energii oddziaływania lokalnego w węźle sieci odpowiada pewna krytyczna wartość energii oddziaływania międzywęzłowego, dla której anomalne zachowanie parametru porządku staje się istotne. Ta krytyczna wartość skaluje się kwadratowo z energią oddziaływania w węźle. Ostatnia praca tej serii [H8] zawiera szczegółową analizę tego modelu w niezerowej temperaturze z punktu widzenia przybliżenia Hartree-Focka i porównanie tak otrzymanych wyników z wyrażeniami ścisłymi otrzymanymi wcześniej.

Korespondencję pomiędzy pracą [H2], a wyżej opisaną serią [H4], [H5], [H7] i [H8] zapewnia bardzo zgrabnie napisana praca [H6], w której autorzy rozważają model przejściowy, tj. taki w którym tunelowania obydwu składników spinowych są niezerowe (choć różne), ale „wyłączone” jest oddziaływanie lokalne w węźle sieci. Takie sformułowanie problemu pozwala zbadać jaka jest rola oraz wpływ asymetrycznego tunelowania oraz oddziaływania międzywęzłowego na istnienie oraz stabilność faz kwantowych.

Jeszcze bardziej subtelną granicę wyjściowego modelu rozważa habilitant wraz ze swoimi współpracownikami w serii prac [H1], [H3], [H9] i [H10]. W tym przypadku tunelowanie jednociąłowe do sąsiadujących węzłów jest całkowicie zaniedbane dla obydwu składników. Jest to zatem model, w którym dominującą rolę w stabilizacji faz kwantowych pełnią oddziaływania. Poprzez uwzględnienie nie tylko oddziaływań do najbliższych, ale również do następnie-najbliższych sąsiadów przestrzeni parametrów jest bogata i jak wskazują prace tej serii taka jest również różnorodność możliwych faz kwantowych. Habilitant i jego współautorzy przedstawiają szczegółową analizę możliwych faz dla problemu z oddziaływaniami przyciągającymi jak i odpychającymi, na sieciach o różnej geometrii (dwudzielnej, czterodzielnej, trójkątnej), zarówno w zerowej jak i niezerowej temperaturze. Tym sposobem otrzymujemy kompleksowy opis przewidywań modelu w granicy atomowej, tzn. przy zaniedbaniu tunelowań jednociąłowych.

Nie mam żadnych wątpliwości, że wybrany cykl publikacji spełnia warunki merytoryczne, a także formalne aby mógł stanowić osiągnięcie habilitacyjne. Uważam je za osiągnięcie merytorycznie wartościowe i na pewno zwiększające ogólne rozumienie własności układów wielociałowych opisywanych rozszerzonymi modelami Hubbarda.

Pozostała działalność naukowa

Na pozostałą działalność naukową dra Kapci składają się przede wszystkim inne publikacje naukowe. Po uzyskaniu stopnia doktora i po wyłączeniu publikacji, które wchodziły w cykl stanowiący osiągnięcie habilitacyjne, jest ich 27, tj. 6 w Physical Review, 5 w Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, 5 w Acta Physica Polonica A, 3 w Scientific Reports, 2 w Physica A, 2 w Superconductor Science and Technology i po jednej w New Journal of Physics, Journal of Physics: Condensed Matter, Journal of the Physical Society of Japan oraz Frontiers in Physics. Badania te dotyczą różnych problemów fizyki ciała stałego, które z jednej strony wpisują się w aktualną tematykę dziedziny, a z drugiej pozwalają dobrze wykorzystać warsztat oraz metody doskonale opanowane przez dra Kapcię. Prace te można wyraźnie podzielić na dwie części. Pierwsza to prace ściśle teoretyczne, w których rozważane są najróżniejsze modele sieciowe i próba ich zastosowania do opisu własności rzeczywistych układów. Druga to prace, które powstały w ścisłej współpracy z grupami doświadczalnymi. W tym przypadku dr Kapcia miał okazję nie tylko uczestniczyć (jako teoretyk) w interpretacji końcowych wyników doświadczeń, ale również brać czynny udział w odpowiednim opracowaniu i analizie zbieranych danych, a nawet samodzielnie wykonywać pomiary. Doświadczenie jakie zdobył dr Kapcia przy takiej współpracy jest na pewno bardzo wartościowe, gdyż pozwala nabrać odpowiedniego krytycznego dystansu do swoich (teoretycznych) pomysłów naukowych. Niewątpliwie wysiłek włożony w tę współpracę będzie miał pozytywny wpływ na dalszą karierę naukową habilitanta i powinien zostać dostrzeżony.

Do dodatkowej działalności naukowej dra Kapci należy również zaliczyć odpowiednie na tym etapie kariery, zarówno co do ilości jak i jakości, uczestnictwo w konferencjach naukowych. Już po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, habilitant wygłosił kilkanaście wykładów na konferencjach o charakterze międzynarodowym, w tym kilka o statusie wykładowy zaproszonego. Zaprezentował też około dziesięciu plakatów naukowych. To wszystko jest w odpowiedni sposób uzupełnione kilkunastoma referatami seminaryjnymi w jednostkach krajowych i zagranicznych.

Działalność organizacyjna

Dr Kapcia wykazuje się dość sporą aktywnością związaną z organizacją nauki. Jej najważniejszym elementem jest kierowanie projektami badawczymi, dla których habilitant zdobył finansowanie. Chodzi tutaj o projekt NCN SONATINA, który pozwolił odbyć mu trzyletni staż w Instytucie Problemów Jądrowych PAN, a także projekt sfinansowany przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA) w ramach programu im. Mieczysława Bekkera. Ten drugi dał możliwość odbycia dwuletniego stażu podoktorskiego w CFEL

w Hamburgu. Jest to jasny sygnał, że dr Kapcia potrafi nie tylko stawiać ciekawe pytania naukowe, ale również zdobyć dla nich finansowanie w ramach otwartych konkursów. Do aktywności organizacyjnej habilitanta należy również zaliczyć bardzo wartościową pracę jaką wykonuje przy recenzowaniu artykułów naukowych (kilkadziesiąt prac) oraz uczestnicząc w komitetach redakcyjnych kilku czasopism. Dodając do tego fakt, że dr Kapcia kilkakrotnie był członkiem komitetów organizacyjnych spotkań naukowych oraz to, że przez wiele lat był przewodniczącym Sekcji Młodych Polskiego Towarzystwa Naukowego można śmiało stwierdzić, że jest on gotowy poświęcić swój czas na pracę na rzecz szeroko rozumianego środowiska naukowego. Tę działalność odczytuję jako bardzo pozytywny znak, gdyż aktywność na tym kierunku nie jest zbyt popularna wśród naukowców na tym etapie kariery.

Działalność dydaktyczna

Działalność dydaktyczna dra Kapci przedstawiona we wniosku jest wystarczająca jeśli odnieść ją do obecnego etapu kariery naukowej. Habilitant regularnie prowadzi zajęcia dydaktyczne dla studentów kierunków ścisłych i przyrodniczych. O jakości tej pracy świadczy Nagroda Rektora UAM za działalność dydaktyczną, którą dr Kapcia uzyskał w roku 2012. Będąc przez jakiś czas pracownikiem instytutów Polskiej Akademii Nauk, dr Kapcia nie miał dużej możliwości prowadzenia zajęć dydaktycznych. Niemniej jednak nie zapomniał w tamtym czasie o obowiązkach wobec młodszego pokolenia i podejmował kilkakrotnie indywidualną opiekę nad studentami w ramach praktyk studenckich. Habilitant jest też mocno zaangażowany w szeroko rozumianą popularyzację nauki wśród społeczeństwa. Odbywa się to na kilku poziomach — od imprez okolicznościowych takich jak Festiwal Nauki czy Noc Naukowców, poprzez aktywny udział w różnego rodzaju warsztatach naukowych, aż po opiekę naukową nad uczniami szczególnie uzdolnionych (Krajowy Fundusz na Rzecz Dzieci, Turniej Młodych Fizyków, Olimpiada Fizyczna). Jedynym elementem, którego brakuje w działalności dydaktycznej dra Kapci to brak jakiegokolwiek formalnej opieki nad dyplomantami, tj. licencjantami i/lub magistrantami.

Wskaźniki bibliometryczne

W dotychczasowej karierze (na dzień złożenia wniosku habilitacyjnego) dr Kapcia opublikował 52 publikacje, z czego 37 było opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w bardzo różnych periodykach naukowych — od bardzo dobrych i renomowanych do czasopism o ograniczonym zasięgu. Łączna liczba publikacji wskazuje na dość dużą aktywność publikacyjną habilitanta. Ta przekłada się na odpowiednie dostrzeżenie tych prac przez szerokie środowisko naukowe. W tym miejscu trzeba jednak zwrócić uwagę na fakt, że choć łączna liczba cytowań wszystkich prac dra Kapci może wydawać się imponująca (ok. 530 w dniu sporządzania recenzji wg Web of Science) to niestety większość z nich (wyraźnie ponad 50%) pochodzi z prac opublikowanych przez habilitanta lub jego współautorów. Efekt zwiększonego samocytowania widać nawet w przypadku trzech najczęściej cytowanych prac z całego dorobku dra Kapci (opublikowanych odpowiednio 10, 9 i 11 lat temu). Pierwsza z nich była cytowana 33 razy, ale 18 z tych cytowań pochodzi z prac,

w których habilitant nie był współautorem. Druga z kolei praca na tej liście ma 25 cytowań, ale jedynie 11 od innych naukowców. Trzecia, cytowana łącznie 24 razy, ma jedynie 3 obce cytowania. Nietypowo zawyżona samocytowalność nie może jednak przykryć obiektywnego faktu, że prace dra Kapci były łącznie cytowane dobrze ponad 200 razy przez innych autorów. Taki poziom trzeba uznać za bardzo dobry na tym etapie kariery naukowej.

Uwaga poboczna dotycząca autoreferatu

Kończąc swoją recenzję chciałbym w tym miejscu zwrócić uwagę na bardzo dobre i kompleksowe przygotowanie autoreferatu i całego wniosku habilitacyjnego. Choć w myśl przepisów nie podlegają one ocenie to stanowią wizytówkę habilitanta w postępowaniu. Przedłożona dokumentacja pozwala zapoznać się w pełni z całym dorobkiem dra Kapci we wszystkich jego aspektach — od naukowego, przez dydaktyczny, po organizacyjny. Fakt, że w swoim wniosku dr Kapcia nie ogranicza się jedynie do swoich osiągnięć, ale również w sposób uczciwy i jasny przedstawia słabsze strony swojej kariery, zasługuje na dostrzeżenie i docenienie. Świadczy to w mojej ocenie o bardzo dużej dojrzałości i odpowiedzialności jaką powinien mieć samodzielny pracownik naukowy.

Podsumowanie

Przedłożony wniosek habilitacyjny dra Konrada Jerzego Kapci zawiera dobrze skonstruowany i opisany jednotematyczny cykl publikacji naukowych, w których powstaniu habilitant miał zasadniczy udział. Moim zdaniem cykl ten spełnia wszystkie wymagania, aby być podstawą osiągnięcia habilitacyjnego. Przedstawiona dokumentacja wskazuje również jednoznacznie, że aktywność naukowa dra Kapci była realizowana w więcej niż jednym ośrodku naukowym. Tym samym wniosek czyni zadość wszystkim aktualnie obowiązującym ustawowym warunkom jakie muszą być spełnione przez osobę ubiegającą się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

W mojej ocenie, oprócz spełniania warunków formalnych, wniosek dra Konrada Kapci spełnia również w odpowiednim stopniu wszystkie zwyczajowe warunki jakie są stawiane kandydatom do drugiego stopnia naukowego w zakresie fizyki teoretycznej. Chodzi tutaj m.in. o odpowiedni dorobek naukowy kandydata po uzyskaniu stopnia doktora, dużą aktywność dydaktyczną, a także odpowiednią na tym etapie kariery aktywność organizacyjną. Nie mam wątpliwości, że dr Kapcia ma wszystkie atrybuty samodzielnego pracownika naukowego i jest w pełni gotowy do podjęcia odpowiedzialności promotorskiej w przewodach doktorskich. Dlatego z pełnym przekonaniem popieram wniosek dra Konrada Jerzego Kapci o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie fizyka.

