



UNIwersytet
WARSAWski

WYDZIAŁ
FIZYKI

Wydział Fizyki

Dr hab. Barbara Piętka, prof. UW
Instytut Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski
ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa
barbara.pietka@fuw.edu.pl

Warszawa, 22 grudnia 2023 roku

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej *Własności optyczne ekscytonów rydbergowskich w Cu₂O*
oraz ocena dorobku naukowego, organizacyjnego, dydaktycznego i popularyzatorskiego
dr. Davida Ziemkiewicza w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora
habilitowanego nauk ścisłych i przyrodniczych w dziedzinie nauki fizyczne**

Kariera naukowa doktora Davida Ziemkiewicza prowadząca do osiągnięć przedstawionych w jego rozprawie habilitacyjnej rozpoczęła się na Politechnice Bydgoskiej, gdzie w 2013 roku otrzymał tytuł inżyniera za rozprawę pt. *Metamateriały i ich optyczna generacja*. Studia magisterskie dr David Ziemkiewicz odbył na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie w roku 2014 uzyskał stopień magistra za rozprawę pt. *Symulacja numeryczna metamateriałów o ujemnym współczynniku załamania*. Studnia doktoranckie kontynuował na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu i zakończył je w 2018 roku uzyskując tytuł doktora nauk fizycznych i prezentując dorobek naukowy opisany w rozprawie pt. *Zjawiska falowe w ośrodkach o ujemnym współczynniku załamania*. Od tego czasu dr David Ziemkiewicz pracował na stanowisku naukowo-dydaktycznym, a później na stanowisku naukowym na Politechnice Bydgoskiej, na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytutu Matematyki i Fizyki. Kariera naukowa doktora Davida Ziemkiewicza do czasu uzyskania doktoratu była skupiona na modelowaniu numerycznym własności optycznych metamateriałów o ujemnym współczynniku załamania i materiałów plazmonicznych.

Doktor David Ziemkiewicz w rozprawie pt. *Własności optyczne ekscytonów rydbergowskich w Cu₂O* przedstawił swój dorobek naukowy uzyskany po otrzymaniu stopnia doktora, który stanowi podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu.

Dorobek naukowy dr Davida Ziemkiewicza opisany w rozprawie habilitacyjnej stanowi cykl monotematycznych prac naukowych opublikowanych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym w wiodących czasopismach w tej dziedzinie. Na ten cykl składa się dwanaście prac opublikowanych w takich czasopismach jak Optics Letters (H1), Physical Review B 8x (H2, H4, H6 – H10, H12), New. J. Physics (H3), Optics Express (H5), Physical Review Letters (H11). W ramach tych prac dr David Ziemkiewicz opracował w znacznej mierze modele teoretyczne opisywanych zjawisk. Ponadto widoczny jest jego znaczący wkład w sformułowanie koncepcji prac, redakcję manuskryptów i nadzór nad całością prac, łącznie z koordynowaniem działań w ramach międzynarodowych zespołów z udziałem zarówno badań teoretycznych jak i doświadczalnych. Ta widoczna współpraca międzynarodowa i połączenie modeli teoretycznych i wyników doświadczalnych zaowocowała pracami opublikowanymi w Physical Review Letters (współpraca z naukowcami z Ecole Normale Superieure w Paryżu, we Francji), Physical Review B (współpraca z naukowcami z Uniwersytetu St. Andrews w Anglii), New Journal of Physics (współpraca z naukowcami z Laboratoire National des Champs Magnetiques w Grenoble, we Francji). W szczególności, praca w Physical Review Letters jest uznawana za znaczącą w tej dziedzinie. W tej pracy dr David Ziemkiewicz jest przedostatnim autorem, co świadczy o jego zaangażowaniu nie tylko w badania naukowe, ale w nadzór nad zespołem złożonym również z młodszych naukowców. Pośród prac wyróżnia się również praca w Physical Review B z zespołem z Uniwersytetu St. Andrews w Anglii, w której dr David Ziemkiewicz jest ostatnim autorem. Artykuł ten opublikowany w 2021 roku jest cytowany już dwanaście razy i stanowi pierwszą teoretyczno-doświadczalną pracę na temat własności ekscytonów w nanocząstkach Cu_2O . O wspomnianych osiągnięciach i wkładzie dr. Davida Ziemkiewicza w przytoczone publikacje świadczą oświadczenia współautorów. W mojej ocenie, żadna z tych prac nie możliwa byłaby bez wkładu teoretycznego dr. Davida Ziemkiewicza w postaci modelowania numerycznego opisywanych zjawisk w Cu_2O i koncepcji merytorycznych prac.

Sama rozprawa habilitacyjna jest przedstawiona w sposób bardzo klarowny wprowadzając w tematykę atomów rydbergowskich i ekscytonów, dalej łącząc te tematy dla ekscytonów w Cu_2O , gdzie obserwuje się ekscytony wzbudzone do stanów o dużych liczbach kwantowych n . W rozprawie habilitacyjnej dr David Ziemkiewicz opisuje jak różne własności układu skalują się ze wzrostem tej głównej liczby kwantowej. Odpowiada również na pytanie jak generowany moment dipolowy wpływa na reakcję układu na zewnętrzne pola magnetyczne (w całym zakresie sił pola od słabego, poprzez średnie do silnego), elektryczne i zjawiska nieliniowe. Dotychczas metody konwencjonalne opisu tych układów nie były dostatecznie precyzyjne. Dr David Ziemkiewicz podjął się trudniej tematyki jaką było rozwinięcie dokładnych metod numerycznych, które pozwoliłyby mu na opis zachowania ekscytonów rydbergowskich poddanych działaniu pól zewnętrznych i porównaniu tych wyników z doświadczeniem.

Cykl prac opisanych w rozprawie habilitacyjnej przedstawia zatem spektrum zjawisk fizycznych w Cu_2O , takich jak struktura stanów energetycznych ekscytonów w materiale objętościowym, studniach kwantowych i nanocząstkach, efekt Kerra, efekt Franza-Keldysza, optyczne efekty nieliniowe, możliwość realizacji masera.

W szczególności, zgodnie z autorem, zbiór prac wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego obejmuje cztery główne tematy:

- własności ekscytonów rydbergowskich w polu elektrycznym (opisane w pracach H2, H4, H9, H10, H11) i magnetycznym (opisane w pracach H3, H7),
- własności nieliniowe ekscytonów rydbergowskich (opisane w pracach H4, H11),
- koncepcja masera opartego o Cu_2O (opisana w pracach H1, H5),
- własności struktur niskowymiarowych (opisane w pracach H6, H7, H8, H9, H10).

Wkład merytoryczny dr. Davida Ziemkiewicza w te prace jest związany z opracowaniem analitycznej metody rzeczywistej macierzy gęstości, która pozwoliła mu na opis optycznych, elektrooptycznych, magneto-optycznych i nieliniowych własności ekscytonów rydbergowskich w Cu_2O . Dr David Ziemkiewicz w niezwykle istotny sposób przyczynił się do opisu wyników doświadczalnych, dzięki czemu możliwa była interpretacja tych wyników. Niewątpliwie, wszechstronne spojrzenie autora na rezultaty swoich obliczeń pozwala mu na rozwinięcie koncepcji potencjalnych zastosowań rozważanych materiałów i trafne wnioski dotyczące rozwoju technologii (m. in. w informatyce kwantowej, maserach, elektromodulatorach).

Opracowane modele numeryczne pozwoliły dr Davidowi Ziemkiewiczowi na uzyskanie szeregu nowych i interesujących rezultatów. Do najważniejszych moim zdaniem można zaliczyć:

- pierwszy opis teoretyczny efektu Franza-Keldysha w Cu_2O uwzględniający efekty ekscytonowe (H2),
- opis teoretyczny własności optycznych ekscytonów rydbergowskich we wszystkich trzech zakresach pola magnetycznego (słabego, pośredniego i silnego) (H3),
- opis optycznego zjawiska Kerra w Cu_2O , łącznie z uwzględnieniem blokady rydbergowskiej (H4, H11, H12),
- jedna z pierwszych koncepcji masera opartego o ciało stałe, niewymagająca próżni i niskich temperatur, pozwalająca na emisję fal o dużym zakresie długości i o dużej mocy (H1, H5),
- pełen teoretyczno-doświadczalny opis własności optycznych ekscytonów rydbergowskich w nanocząstkach Cu_2O (H6 – H10).

W mojej opinii, przedstawione osiągnięcia mają duże znaczenie dla rozwoju fizyki, w szczególności w kontekście wzbudzeń rydbergowskich w półprzewodnikach i ich zastosowań w rzeczywistych urządzeniach.

Wyniki prac bezpośrednio związane z tematyką rozprawy habilitacyjnej były prezentowane przez dr. Davida Ziemkiewicza na kilku konferencjach naukowych w formie wykładów, między innymi na prestiżowej konferencji ICPS, wiodącej w dziedzinie fizyki półprzewodników oraz w formie plakatów (np. NOEKS). Wyniki naukowe zostały również dostrzeżone przez Rektora Politechniki Bydgoskiej, gdzie corocznie uzyskiwał nagrodę za osiągnięcia naukowe.

Podsumowując dorobek naukowy prezentowany w cyklu monotematycznych prac stanowiących podstawę do ubiegania się o tytuł doktora habilitowanego, opis prac zawarty w rozprawie oraz sposób upowszechnienia tych wyników uważam, że stanowi on istotny wkład w dziedzinę i rozwój fizyki półprzewodnikowej. Modele numeryczne opracowane przez dr. Davida Ziemkiewicza przyczyniły się znacznie do opisu zjawisk magneto-optycznych i elektro-optycznych w Cu_2O . Świadczy to o dojrzałości i samodzielności naukowej dr. Davida Ziemkiewicza. Jego pozycja

naukowa jest poparta szeregiem współprac z zagranicznymi ośrodkami naukowymi i krajowymi. Rozwinięta pod jego opieką grupa badawcza ma ogromny potencjał i szansę na osiągnięcie szeregu dalszych solidnych wyników naukowych. Dotychczas był (współ)promotorem jednego doktoranta i promotorem trzech prac inżynierskich.

Udział w międzynarodowych zespołach i tworzenie własnego zespołu było również możliwe dzięki dość skromnemu finansowaniu badań naukowych, które uzyskał dr David Ziemkiewicz. Był kierownikiem projektu NCN Miniatura oraz jako wykonawca brał udział w projekcie NCN Opus (realizowany przy współpracy międzynarodowej z Laboratoire National des Champs Magnetiques Intenses w Grenoble, we Francji). Współpraca międzynarodowa odbyła się przy dwóch krótkich pobytach w St. Andrews i Karlsruhe (do dwóch tygodni). Niestety w dorobku naukowym nie widać dłuższego stażu za granicą.

Dorobek naukowy dr. Davida Ziemkiewicza wykraczający poza cykl prac na temat Cu_2O jest bogaty i skupia się wokół propagacji fali elektromagnetycznej przez ośrodki charakteryzujące się ujemnym współczynnikiem załamania n , w szczególności, w materiałach plazmowych. Wśród tych prac wyróżniają się koncepcje zastosowania elektromagnetycznie wymuszonej przezroczystości do kontroli prędkości grupowej propagujących się plazmonów powierzchniowych (praca w Optics Letters, w której dr David Ziemkiewicz jest pierwszym autorem) oraz zastosowanie plazmonów w sensorach (praca w Sensors, w której dr David Ziemkiewicz jest ostatnim autorem).


Uwzględniając cały dorobek publikacyjny dr David Ziemkiewicz jest współautorem 35 prac naukowych. W każdej z nich odegrał znaczącą rolę w postaci dostarczenia modelu numerycznego opisywanych zjawisk. Jego prace były cytowane ponad 230 razy, tym samym zapewniając mu index Hirscha 11 wg Google Scholar i 9 wg Web of Science, co jest wynikiem bardzo dobrym na tym etapie kariery naukowej.

Ciekawa i niezwykle wartościowa dodatkowa aktywność naukowa dr. Davida Ziemkiewicza jest zawarta w jego pracach dotyczących aerodynamiki (opracowanie modelu opisu profili lotniczych) i termodynamiki zegarów mechanicznych. Z tymi aktywnościami wiążą się nie tylko publikacje naukowe, ale również działalność popularyzatorska. Dr David Ziemkiewicz jest autorem czterech artykułów popularnonaukowych, w tym w czasopiśmie Dela, na portalu Nauka w Polsce oraz na portalach zagranicznych (American Physical Society i Horological Science Newsletter). Wygłaszał też wykłady na Zjeździe Fizyków Polskich (nagroda za najlepszą prezentację) oraz dla Polskiego Towarzystwa Fizycznego i CFT PAN. W trakcie doktoratu brał udział w festiwalach nauki (Toruń, Bydgoszcz), wygłaszał wykłady na Uniwersytecie Dziecięcym i był współorganizatorem Ogólnopolskiej Sesji Kół Naukowych Fizyków. Po doktoracie aktywność popularyzatorską przeniósł do Internetu, gdzie prowadzi kanał na Youtube, na którym porusza tematy związane z matematyką, inżynierią, aerodynamiką i programowaniem.

Doktor David Ziemkiewicz prowadził również szereg zajęć dydaktycznych. Wśród nich znajdują się zarówno ćwiczenia przy tablicy, jak i laboratoria fizyczne. Na zajęciach z programowania i technologii informacyjnych z grafiką inżynierską był odpowiedzialny zarówno za ćwiczenia jak i laboratoria, co świadczy o jego znacznym zaangażowaniu w prowadzenie zajęć dydaktycznych.

W mojej ocenie rozprawa habilitacyjna doktora Davida Ziemkiewicza, poparta szeregiem prac naukowych zarówno związanych z głównym nurtem badań własności optycznych w Cu_2O , jak również cała aktywność naukowo-badawcza, dydaktyczna i popularyzatorska spełniają wymagania ustawowe konieczne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. W szczególności można docenić zaangażowanie doktora Davida Ziemkiewicza w badania doświadczalne prowadzone na arenie międzynarodowej. Poprzez połączenie opracowywanych przez siebie modeli numerycznych z wynikami eksperymentalnymi był w stanie pokazać stosowalność swoich modeli, jak również opracować idee potencjalnych implementacji tych osiągnięć w optycznych urządzeniach kwantowych. Te wszystkie osiągnięcia naukowe, łącznie z popularyzacją, świadczą o dużej samodzielności i globalnym spojrzeniu na badania naukowe prezentowanym przez doktora Davida Ziemkiewicza. W mojej opinii dr David Ziemkiewicz umie samodzielnie formułować problemy badawcze i prowadzić badania naukowe zarówno samodzielnie, jak i we współpracy z grupami doświadczalnymi i teoretycznymi.

Uważam, że wniosek o nadanie doktorowi Davidowi Ziemkiewiczowi tytułu doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne jest jak najbardziej uzasadniony. Wnoszę o dopuszczenie doktora Davida Ziemkiewicza do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Dr hab. Barbara Piętka, prof. UW