



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Kraków, 1-20 listopada, 2023

**Recenzja oceniająca czy osiągnięcia naukowe dr. Davida Ziemkiewicza ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. Z 2018r. poz. 1668 ze zm.) tj. czy dr David Ziemkiewicz posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne.**

Instytut

Fizyki Teoretycznej

Jako osiągnięcie habilitacyjne dr Ziemkiewicz przedstawił cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „Własności optyczne ekscytonów rydbergowskich w Cu<sub>2</sub>O”. Jest to 12 prac opublikowanych w bardzo dobrych czasopismach fizycznych takich jak Optics Letters (1), New Journal of Physics (1), Physical Review Letters (1), Physical Review B (8) czy Optics Express (1) wraz z szeregiem autorów. Co warte jest podkreślenia to trzy spośród tych prac (NJP, PRL i jedna w PRB) powstały we współpracy z grupami eksperymentalnymi, gdzie zespół z Bydgoszczy dostarczał danych teoretycznych. Pokazuje to o bliskim związku przeprowadzonych obliczeń z możliwymi eksperymentami, co niewątpliwie podnosi rangę tych rezultatów. Niewątpliwie przedstawiony cykl stanowi spójny zespół prac, który może być uważany za istotny wkład w rozwój dyscypliny, przynajmniej na bazie ilości prac oraz jakości czasopism, w których są one opublikowane.

W naturalny sposób podobne osiągnięcie składałoby się z następujących części:

1. Zauważenie pojawienia się eksperymentalnych pomiarów ekscytonów rydbergowskich w tlenku miedzi i realizacja potencjalnych wartości ich analizy;
2. Zaproponowanie i wdrożenie metody teoretycznego opisu tych ekscytonów;
3. Przeprowadzenie obliczeń w różnych możliwych sytuacjach (obecność pól zewnętrznych etc.).

Punkty 1 i 2 zostały jednakże już zaimplementowane przez zespół z Bydgoszczy w pracach wcześniejszych niż te wchodzące w skład ocenianego osiągnięcia. Trudno ustalić kto był autorem obserwacji 1. O ile chodzi o opis teoretyczny to w znakomitej większości opiera się on o formalizm nazwany, dość myląco, przybliżeniem rzeczywistej macierzy gęstości (real density matrix approximation, RDMA). Tu niewątpliwym

ul. St. Łojasiewicza 11

PL 30-348 Kraków

tel. +48(12) 664-47-26

+48(12) 664-46-77

e-mail:

sekret@th.if.uj.edu.pl

liderem wydaje się być prof. Gerard Czajkowski, który od szeregu lat był zaangażowany w zastosowanie metody RDMA do znajdowania własności optycznych układów z fizyki fazy skondensowanej. Metoda ta została oryginalnie opisana w książce Stahla i Balsheva. Prof. Czajkowski w szeregu pracach na przełomie tego tysiąclecia czy wcześniej, we współpracy z włoskimi autorami, stosował i rozwijał tę metodę do opisu np. własności optycznych supersieci arsenku galu. Nie mam wątpliwości, że prof. G. Czajkowski musiał mieć też niezaniechanialny wkład w pomysł zastosowania metody RDMA i jej rozwinięcia do badanych ekscytonów rydbergowskich.

Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia są pracami współautorskimi, więc dopiero analiza oświadczeń współautorów może pozwolić na wydzielenie własnego wkładu habilitanta. W dostępnej dokumentacji jest szereg takich oświadczeń, ale, o ile się nie mylę, nie są one wyczerpujące. W szczególności 5 różnych oświadczeń prof. Sylwii Zielińskiej-Raczyńskiej nie obejmuje wszystkich prac wchodzących do rozprawy habilitacyjnej. Brak jest oświadczeń o pracach [H5],[H6],[H7],[H8]. Jest to o tyle istotne, że prof. S. Zielińska-Raczyńska jest współautorką, często pierwszą, wszystkich 12 prac wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Mamy tu do czynienia z dość czystym przypadkiem układu mistrz-uczeń (czy raczej mistrzyni-uczeń) bo dr David Ziemkiewicz był wychowankiem prof. S. Zielińskiej-Raczyńskiej od pracy inżynierskiej, przez doktorat. Dlatego określenie na ile wkład dr. Davida Ziemkiewicza stanowi indywidualny wkład w rozumieniu art.219 pkt.2 ustawy (par.4 pkt.2 uchwały nr 37 Senatu UMK) jest trudne. W dostępnych oświadczeniach prof. Sylwia Zielińska-Raczyńska miała udział w powstaniu koncepcji prac czy teoretycznym postawieniu analizowanego problemu co jest rolą Mistrzyni, ale zatem te prace nie wydają się implikować by „opracowanie wydzielonego zagadnienia było ”indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego” zgodnie z pkt. 2 uchwały Senatu).

Pewne światło na ten problem może rzucić fakt, że w okresie powstawania prac wchodzących w skład osiągnięcia prof. Sylwia Zielińska-Raczyńska występowała o tytuł profesora. W udostępnionych mi przez RDN materiałach z tego postępowania w ramach np. „informacji o najważniejszym osiągnięciu naukowym” prof. Sylwia Zielińska-Raczyńska pisze, cytuję (z pewnymi skrótami): „Za swoje najważniejsze osiągnięcie naukowe po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego uważam otrzymanie szeregu ważnych wyników dotyczących ekscytonów rydbergowskich (ER), struktur po raz pierwszy doświadczalnie

zaobserwowanych w roku 2014 w kryształach tlenku miedzi o dużej czystości. Do opisu własności optycznych, elektrooptycznych i magneto-optycznych ekscytonów rydbergowskich zaproponowałam metodę rzeczywistej macierzy gęstości (RDMA), która początkowo służyła do rozwiązywania problemów brzegowych związanych z oddziaływaniem fali elektromagnetycznej z półprzewodnikiem dla energii odpowiadającej rezonansom ekscytonowym. Rozwinęłam tę metodę włączając do rozważań ekscytony rydbergowskie." Dalej Pani Profesor omawia rezultaty 3 prac z lat (2016-2017) napisanych wspólnie z dr. Ziemkiewiczem i prof. G. Czajkowskim, które nie wchodzi w skład rozprawy. W dalszej części osiągnięcia omawiane są prace [H1] i [H2] jako uzyskane w projekcie NCN, W szczególności cytuję „Już w ramach jego realizacji rozważałam stany ciągłe; w sytuacji gdy kryształ umieszczono w stałym polu elektrycznym, a energia fali wzbudzającej była większa od fundamentalnej przerwy energetycznej wyprowadziłam formuły na funkcje optyczne dla kryształu z ER (efekt Franza-Keldysha). Uzyskałam wyrażenia analityczne na dyspersję i polaryzację kryształu oraz obliczyłam analitycznie okres i amplitudę oscylacji, charakterystycznych dla efektu Franza-Keldysha, które występują w widmie absorpcji powyżej przerwy energetycznej." Muszę uznać, że ten opis znacznie odbiega od przedstawionego w oświadczeniach wkładu Autorki w pracę [H2]. Omówienie wkładu w pracę [H1] nie nastrocza takich wątpliwości, gdyż jest pisane w formie bezosobowej, jako osiągnięcie zespołu..

W tej sytuacji wydaje mi się, że do osiągnięcia habilitacyjnego nie można przypisać znalezienie tematu badań jak i wyboru oraz wdrożenia metody, natomiast wydaje się być naturalnym z kształtu zespołu, że większość praktycznych obliczeń jak i znaczący udział w doborze badanych poszczególnych sytuacji można przypisać habilitantowi. Szczególnie, że w przeważającej większości prac wchodzących w skład osiągnięcia określa się on jako autor korespondencyjny. Podkreśla on też swoją rolę jako „łącznika” z eksperymentalnymi grupami zagranicznymi. Ilość prac wchodzących w osiągnięcie (nawet pomijając [H2]) i ranga czasopism, w których są one opublikowane świadczą o niezaniechanym jakości przedstawionych rezultatów. Stanowią one niewątpliwie istotny wkład w rozwój opisu i zrozumienia fizyki ekscytonów rydbergowskich.

Opis teoretyczny, jak wspomniałam, opiera się o podejście RDMA. W prawie wszystkich pracach osiągnięcia punktem startowym jest równanie na funkcję  $Y$  zwane równaniem konstytutywnym a funkcja  $Y$  to element niediagonalny macierzy gęstości (przynajmniej w moim rozumieniu).

Pochodzenie tegoż równania jest dość trudne do ustalenia ale poprzez kolejne odsyłacze można dotrzeć do monografii Stahla i Balsleva dotyczącej elektrodynamiki w półprzewodnikach. Dla postronnego czytelnika, takiego jak obecny recenzent, sytuacja jest wybitnie niekomfortowa. Równanie na  $Y$  choć niesie duże podobieństwo do wspomnianego niediagonalnego elementu macierzy gęstości (tzw. koherencji optycznej) jest jednak inne. Nie jest to równanie tak fundamentalne jak równanie Schroedingera czy Diraca i jego wyprowadzenie pozwoliłoby może precyzyjniej określić np. zakres jego stosowalności. Oczywiście można powiedzieć, że w pracach wchodzących w skład osiągnięcia nie było miejsca do szczegółowego wyprowadzenia równania znanego specjalistom z tej tematyki – taki wniosek wyciągam z faktu, że prace opierające się na tym równaniu były przyjmowane do druku – ale przynajmniej w autoreferacie takie wyprowadzenie mogłoby się znaleźć. Możliwość uzasadnić dlaczego mówimy o rzeczywistej macierzy gęstości, gdy w równaniu na  $Y$  występuje jednostka urojona. Najwyraźniej dla recenzentów opublikowanych prac były oczywistymi stwierdzenia, że  $\Gamma$  opisuje procesy dyssypacyjne (ale jakie) a  $M$  to „the smeared-out transition dipole density”, ale dlaczego zakładano takie a nie inne wyrażenie funkcyjne na tę gęstość momentu dipolowego i jaki to ma wpływ na otrzymane widma już trudno się doczytać. Przedstawiona analiza RDMA nie jest skontrastowana z jakimkolwiek innym podejściem, a poprzez stosowanie wolnych parametrów takich jak np. masy efektywne elektronu czy dziury czy wielkość przerwy energetycznej trudno ocenić na ile ewentualna zgodność z eksperymentami zależy od doboru tych parametrów. Zakładając zasadność stosowania tej metody warto zauważyć, że w pracach wchodzących w skład rozprawy uzyskano szereg wyników analitycznych. Było to możliwe gdyż ekscytory Rydbergowskie, z dobrym przybliżeniem, można opisywać jak stany rydbergowskie atomu wodoru z ewentualnym defektem kwantowym, po odpowiednim doborze właśnie mas efektywnych. Pozwala to na wykorzystanie wodoropodobnych funkcji falowych i często analityczne rachunki co jest silnym punktem osiągnięcia.

Powstrzymam się od szczegółowego omawiania zawartości poszczególnych artykułów, można na pewno stwierdzić, że w całości stanowią w miarę kompletny opis fizyki ekscytonów rydbergowskich zarówno w normalnych (bulk) kryształach tlenku miedzi, studniach kwantowych jak i nanocząstkach w obecności pól zewnętrznych. Badane są elektro-optyczne ich własności jak i efekt Kerra (czyli optyczny nieliniowy efekt) oraz efekty magnetyczne. Trochę odmienny charakter

mają prace [H1] i [H5], które dotyczą możliwości konstrukcji masera przy wykorzystaniu  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Warto jeszcze raz podkreślić, że trzy z prac wchodzących w skład osiągnięcia są wspólne z grupami eksperymentalnymi, tu habilitant był bezpośrednio odpowiedzialny za kontakty z eksperymentem i porównanie/fitowanie wyników eksperymentalnych z jego obliczeniami. Porównanie uzyskanych wyników obliczeniowych z danymi eksperymentalnymi stanowi znaczną wartość dodaną.

Podsumowując przedstawiony do recenzji cykl prac z uwagi na ilość prac jak i jakość czasopism, w których są one opublikowane stanowi niewątpliwie znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Cykl prac jest wewnętrznie spójny i analizuje szereg zagadnień z fizyki ekscytonów rydbergowskich. W tej sytuacji oceniam przedstawione do oceny osiągnięcie habilitacyjne **pozytywnie**.

Z drugiej strony, ze względu na powyższe wątpliwości, a także na fakt, że w pracach wchodzących w skład osiągnięcia nie zawarto w zasadzie kompletnego opisu stosowanej metody obliczeniowej (RDMA), próżno się też go niestety doszukiwać w autoreferacie, uważałbym za korzystne przeprowadzenie, nawet w formie zdalnej, kolokwium habilitacyjnego, w czasie którego habilitant uzupełniłby swoje osiągnięcie opisem zastosowanej metody obliczeniowej, a w szczególności jej wyprowadzeniem, jej ograniczeniami i zakresem stosowalności.

Zwyczajowo ocenie podlegają inne osiągnięcia naukowe habilitanta jak i jego działalność dydaktyczna i organizacyjna. Tu muszę stwierdzić, na podstawie załączonej dokumentacji, że oceniam ją bardzo dobrze. Obok innych prac o zbliżonej tematyce, które nie weszły w skład osiągnięcia dr Ziemkiewicz ma w dorobku dwie prace samodzielne z zupełnie innej tematyki, nazwijmy ją zegarowej. Prace te są na bardzo dobrym poziomie i świadczą, że dr David Ziemkiewicz jest dojrzałym fizykiem potrafiącym postawić sobie i rozwiązywać zaawansowane problemy. Na dzień 17 listopada jego prace w Web of Science są cytowane 261 razy, z czego 152 razy bez autocytowań (ta druga liczba jest znacznie niższa od liczby 230 podanej bez źródła w autoreferacie). Jest to dość typowy wynik na tym etapie kariery. W ramach pracy w Bydgoszczy prowadził szereg zajęć dydaktycznych z fizyki, ma też znaczne osiągnięcia popularyzatorskie. Oceniam te dodatkowe elementy bardzo dobrze.

Nie jestem przekonany, natomiast, czy habilitant spełnia wymagania ustawowe odzwierciedlone w paragrafie 4 ust.1 pkt.3 brzmiącym cyt. „wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w

szczególności zagranicznej.". Dr Ziemkiewicz od początku swojej działalności naukowej jest zatrudniony w Politechnice Bydgoskiej i tu realizuje swoją aktywność naukową. Był jedynie na tygodniowym pobycie zagranicznym przed doktoratem oraz na dwutygodniowym pobycie w Uniwersytecie St. Andrews tuż przed złożeniem dokumentów, co trudno uznać za aktywność naukową w więcej niż jednym miejscu. Jego kontakty z innymi ośrodkami, w szczególności zagranicznymi ograniczały się do współpracy z grupami eksperymentalnymi w ramach kontaktów pocztowych czy internetowych, co nie wydaje się wypełniać wymagania zacytowanego punktu.



Jakub Zakrzewski