

Warszawa 12 sierpnia 2021

Prof. dr hab. Marek Godlewski  
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk  
02-668 Warszawa  
Aleja Lotników 32/46

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr Tomasza Kazimierczuka  
z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego  
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne**

**1. Ocena dorobku naukowego kandydata - wprowadzenie**

Kandydat złożył rozprawę habilitacyjną zatytułowaną „Optyczne badania ciemnych (szarych) ekscytonów w półprzewodnikach o różnej wymiarowości”. Do dokumentacji dołączony jest bardzo starannie napisany choć dosyć krótki autoreferat. Dołączone są także oświadczenia wybranych współautorów.

Poniżej (na podstawie złożonej dokumentacji) analizuję dorobek kandydata będący podstawą wniosku habilitacyjnego. Zanim jednak do tego przystąpię to wyrażę zdziwienie dlaczego tak późno przygotowana została ta habilitacja. **Oceniam, że dorobek kandydata jest znakomity i porównywalny do dorobku wielu wniosków profesorskich które recenzowałem.**

O ile pamiętam to profesor K. Wróblewski z macierzystego wydziału kandydata zaproponował kiedyś kryterium oceny czy dorobek danego naukowca jest światowy – jeśli jest światowy, to dany naukowiec powinien mieć ponad 1000 cytowań i choć jedną publikację cytowaną ponad 100 razy. Korzystając z Google Scholar sprawdziłem listę cytowanych prac kandydata. Wybrałem i załączam poniżej prace cytowane obecnie powyżej 50 razy (w tym trzy prace cytowane powyżej 100 razy czyli takie o których mówił profesor K. Wróblewski):

Prace cytowane powyżej 100 razy:

1) Giant Rydberg excitons in the copper oxide  $\text{Cu}_2\text{O}$   
T Kazimierczuk, D Fröhlich, S Scheel, H Stolz, M Bayer  
Nature 514 (7522), 343-347 (2014)

261 cytowań

2) Optical manipulation of a single Mn spin in a CdTe-based quantum dot  
M Goryca, T Kazimierzuk, M Nawrocki, A Golnik, JA Gaj, P Kossacki, ...  
Physical review letters 103 (8), 087401 (2009)  
180 cytowań

3) Slowing hot-carrier relaxation in graphene using a magnetic field  
P Plochocka, P Kossacki, A Golnik, T Kazimierzuk, C Berger, ...  
Physical Review B 80 (24), 245415 (2009)  
105 cytowań

Prace cytowane powyżej 50 razy:

4) Excitation mechanisms of individual quantum dots studied by photon correlation spectroscopy  
J Suffczyński, T Kazimierzuk, M Goryca, B Piechal, A Trajnerowicz, ...  
Physical Review B 74 (8), 085319 (2006)  
89 cytowań

5) Observation of high angular momentum excitons in cuprous oxide  
J Thewes, J Heckötter, T Kazimierzuk, M Aßmann, D Fröhlich, M Bayer, ...  
Physical review letters 115 (2), 027402 (2015)  
81 cytowań

6) Optically induced energy and spin transfer in nonresonantly coupled pairs of self-assembled CdTe/ZnTe quantum dots  
T Kazimierzuk, J Suffczyński, A Golnik, JA Gaj, P Kossacki, P Wojnar  
Physical Review B 79 (15), 153301 (2009)  
75 cytowań

7) Tuning Valley Polarization in a Monolayer with a Tiny Magnetic Field  
T Smoleński, M Goryca, M Koperski, C Faugeras, T Kazimierzuk, ...  
Physical Review X 6 (2), 021024 (2016)  
69 cytowań

8) Brightening of dark excitons in a single CdTe quantum dot containing a single Mn<sup>2+</sup> ion  
M Goryca, P Plochocka, T Kazimierzuk, P Wojnar, G Karczewski, JA Gaj, ...  
Physical Review B 82 (16), 165323 (2010)  
56 cytowań

Sumarycznie, zgodnie z dokumentacją prace kandydata wykonane przed doktoratem były cytowane 657 razy, a prace po doktoracie 597. Podaje dane według bazy Scopus. Baza Google Scholar wykazuje najczęściej więcej cytowań bo uwzględnia cytowania w książkach i w wystąpieniach konferencyjnych (w abstraktach).

Bez względu na wybraną bazę cytowań ich liczba jest znacząco powyżej 1000, a współczynnik Hirscha wynosił w momencie składania habilitacji  $h=18$ . **Te wyniki są istotnie powyżej podobnych danych w większości składanych wniosków habilitacyjnych. Choćby na tej podstawie składany wniosek należy ocenić bardzo pozytywnie.**

## **2. Ocena dorobku naukowego kandydata – wniosek habilitacyjny**

Kandydat jest autorem/współautorem 84 publikacji (dane w momencie składania habilitacji). Ponad połowa tych prac (52) opublikowana została po doktoracie. Spełniony jest więc warunek znacznego wzrostu dorobku naukowego po ostatniej promocji.

Osiem z tych prac kandydat wybrał jako podstawę wniosku habilitacyjnego (podaję cytowania tych prac na podstawie bazy Google Scholar):

1) Giant Rydberg excitons in the copper oxide  $\text{Cu}_2\text{O}$  – 261 cytowań  
T Kazimierzczuk, D Fröhlich, S Scheel, H Stolz, M Bayer  
Nature 514 (7522), 343-347 (2014)

2) Observation of high angular momentum excitons in cuprous oxide - 81 cytowań  
J Thewes, J Heckötter, T Kazimierzczuk, M Aßmann, D Fröhlich, M Bayer, ...  
Physical review letters 115 (2), 027402 (2015)

3) In-plane radiative recombination channel of a dark exciton in self-assembled quantum dots – 29 cytowań  
T Smoleński, T Kazimierzczuk, M Goryca, T Jakubczyk, P Wojnar, A Golnik, ...  
Physical Review B 86 (24), 241305 (2012)

4) Optical study of a doubly negatively charged exciton in a CdTe/ZnTe quantum dot containing a single  $\text{Mn}^{2+}$  ion – 3 cytowania  
T Smoleński, M Koperski, M Goryca, P Wojnar, P Kossacki, ...  
Physical Review B 92 (8), 085415 (2015)

5) Tuning Valley Polarization in a  $\text{WSe}_2$  Monolayer with a Tiny Magnetic Field – 69 cytowań  
T Smoleński, M Goryca, M Koperski, C Faugeras, T Kazimierzczuk, ...  
Physical Review X 6 (2), 021024 (2016)

6) Magnetic field induced polarization enhancement in monolayers of tungsten dichalcogenides: effects of temperature – 8 cytowań  
T Smoleński, T Kazimierzczuk, M Goryca, MR Molas, K Nogajewski, ...  
2D Materials 5 (1), 015023 (2017)

7) Probing and Manipulating Valley Coherence of Dark Excitons in Monolayer WSe<sub>2</sub> – 22 cytowania

MR Molas, AO Slobodeniuk, T Kazimierczuk, K Nogajewski, M Bartos, ...  
Physical Review Letters 123 (9), 096803 (2019)

8) Neutral and charged dark excitons in monolayer WS<sub>2</sub> – 4 cytowania

M Zinkiewicz, AO Slobodeniuk, T Kazimierczuk, P Kapuściński, ...  
Nanoscale 12 (35), 18153-18159 (2020)

Wszystkie wybrane prace, w tym te najnowsze, są cytowane, w tym jedna z nich ma już ponad 200 cytowań! Jak już zazaczyłem przy ocenie cytowań prac wybranych do wniosku habilitacyjnego korzystałem z platformy Google Scholar. Należy także podkreślić, że wybrane prace opublikowane zostały w prestiżowych czasopismach naukowych, w tym w Nature, Nanoscale, Physical Review Letters, Physical Review, ... Są to prestiżowe periodyki naukowe o wysokiej cytowalności. Prace przejęte do druku w tych czasopismach przechodzą ostre kryteria oceny. To bardzo ułatwia prace recenzenta wniosku habilitacyjnego. Nie będę więc recenzował prace a tylko podkreślę najważniejsze rezultaty.

### **3. Ocena dorobku naukowego kandydata - przebieg kariery naukowej kandydata**

W ciągu całej swojej kariery naukowej kandydat pracował na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (z przerwą na post-doc w Niemczech). Na tym wydziale wykonywał on pracę magisterską (w roku 2007), doktorską (obronioną w roku 2012 – promotorem był prof. dr hab. Piotr Kossacki, a recenzentami profesorowie J. Kossut i A. Wysmołek) i pracował po powrocie ze stażu typu post-doc w TU Dortmund. Po powrocie z Dortmundu kandydat został zatrudniony w projekcie Fundacji Nauki TEAMS na stanowisku adiunkta badawczego, a od lutego 2012 jest zatrudniony na Wydziale Fizyki jako adiunkt badawczo-dydaktyczny.

Prowadzone przez kandydata prace dotyczące spektroskopii ekscytonowej nie są przyczynkowe! Osiągnięto w tych pracach szereg nowatorskich rozwiązań w skali światowej, co potwierdzają publikacje w bardzo prestiżowych czasopismach naukowych jak i liczne cytowania wybranych publikacji.

Jak już pisałem wybrany cykl prac do wniosku habilitacyjnego przeszedł cały tryb ich weryfikacji/oceny przez recenzentów czasopism. W związku z tym poniżej nie omawiam

szczegółów prac. Skupiam się na podkreśleniu ich nowości i wskazaniu najciekawszych według mnie wyników.

Wszystkie wybrane do wniosku habilitacyjnego prace dotyczą mechanizmów częściowego stymulowania rekombinacji promienistej tzw. ciemnych ekscytonów, stąd użyta nazwa „szarych” ekscytonów. Jednym z badanych mechanizmów jest mieszanie stanów ekscytonowych indukowane polem magnetycznym.

Przeglądając tematykę prac wybranych do habilitacji ucieszył mnie „powrót do korzeni”, czyli wybór  $\text{CuO}_2$  jako badanego materiału. Ze względu na wysoką energię wiązania ekscytonów w sieci tego związku (92 meV), to dla tego materiału potwierdzono po raz pierwszy występowanie w materiałach półprzewodnikowych ekscytonów Wanniera-Motta, odpowiedników ekscytonów Frenkla z materiałów jonowych.

Pamiętam także jaką ważną rolę odegrały tzw. linie satelitarne dla ekscytonów związanych, których analiza doprowadziła do opracowania najdokładniejszej metody oceniania energii wiązania płytkich domieszek (domieszek akceptorowych) w GaAs. W tym przypadku badano stany wzbudzone (głównie stany s) domieszek wiążących ekscytony. Natomiast w pracach 1) i 2) z cyklu prac habilitacyjnych badano stany wzbudzone samych ekscytonów. Zaobserwowanie w sieci  $\text{CuO}_2$  stanów wzbudzonych ekscytonów, aż do stanu 25 p, jest w moim odczuciu fascynującym wynikiem. Nie dziwi mnie fakt, że te prace 1) i 2) są tak licznie cytowane.

Kolejne prace kandydata dotyczyły widm ekscytonowych w systemie kropek kwantowych CdTe/ZnTe, w tym kropek kwantowych z pojedynczym jonem  $\text{Mn}^{2+}$ . Jest to po części kontynuacja prac magneto-optycznych zapoczątkowanych wiele lat temu przez profesorów J. Gaja i M. Nawrockiego, a następnie kontynuowanych przez profesora Kossackiego. W tych pracach kandydata dotyczących tzw. ekscytonów ciemnych i „szarych” najciekawszym wynikiem (oczywiście w mojej ocenie) jest nie samo badanie mechanizmów rekombinacji, a zaobserwowanie podwójnie naładowanych ekscytonów – układu dziury i trzech elektronów. W tych pracach bardzo wysoko oceniam ich zaawansowanie techniczne – znalezienie i przebadanie kropek kwantowych z pojedynczym jonem  $\text{Mn}^{2+}$ .

Najnowsze prace kandydata dotyczą spektroskopii ekscytonowej w monowarstwach WS<sub>2</sub> i WSe<sub>2</sub>. Prace dotyczące tych materiałów, jak i grafenu, to wiodąca tematyka badawcza działalności wielu grup na świecie. Osiągnięcie znaczących wyników w tej dziedzinie, biorąc pod uwagę dużą konkurencję z wieloma laboratoriami na świecie, oceniam bardzo wysoko. Bardzo ciekawym wynikiem jest zaobserwowanie różnicy dominującego kanału zaniku ekscytonów ciemnych indukowanego polem magnetycznym w tych dwóch monowarstwach. Jestem przekonany, że załączone do habilitacji prace kandydata dotyczące tej tematyki doczekają licznych kolejnych cytowań.

Jak już zaznaczyłem we wstępie do tej recenzji, bardzo pozytywnie oceniam nie tylko prace wybrane do wniosku habilitacyjnego, ale także całkowity dorobek publikacyjny kandydata. Dr Tomasz Kazimierczuk jest autorem/współautorem 84 prac (stan w momencie składania habilitacji) w czasopismach naukowych, w tym licznych prac w czasopismach bardzo prestiżowych. Prace kandydata cytowane były ponad 1000 razy, a współczynnik Hirscha wynosi 18. **Te dane są znakomite, szczególnie gdy osiągnięte są przez młodego pracownika nauki.**

#### **4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego kandydata**

Oceniając aspekty działalności organizacyjnej kandydata i zaangażowanie w zdobywanie pieniędzy na badania **bardzo pozytywne wrażenie robi liczba projektów badawczych kierowanych przez kandydata** (1 grant przed doktoratem i 3 po doktoracie) jak i duża aktywność konferencyjna.

Wygłoszenie referatu zaproszonego jest dodatkową metodą oceny osiągnięć kandydata. W ciągu ostatnich 5 lat kandydat wygłosił trzy referaty zaproszone i siedem „zwykłych”. To dobre osiągnięcie. Inna metoda oceny osiągnięć to udział kandydata w komitetach konferencyjnych. Kandydat był nie tylko członkiem komitetu, ale dwukrotnie był przewodniczącym międzynarodowych warsztatów dotyczących badań optycznych układów dwuwymiarowych. **To jest spore wyróżnienie w przypadku młodego pracownika nauki.**

**Działalność dydaktyczna kandydata jest również wyróżniająca.** Oprócz licznych zajęć na uczelni (kandydat prowadził między innymi zaawansowany wykład z fizyki materii skondensowanej) dr Tomasz Kazimierczuk był członkiem Komitetu Głównego Olimpiady Fizycznej. **Jest to bardzo prestiżowe osiągnięcie!** Ponadto kandydat był promotorem pomocniczym dwóch doktoratów, opiekunem jednej pracy licencjackiej i jednej pracy magisterskiej.

### **Podsumowanie**

Uważam, że dotychczasowy dorobek kandydata jest wyróżniający. Śledząc cytowania prac kandydata, jak i dorobek konferencyjny (referaty zaproszone) uważam, że osiągnięcia kandydata mają duży wpływ na rozwój całej dziedziny spektroskopii ekscytonów w materiałach półprzewodnikowych o różnej wymiarowości.

Bardzo wysoko oceniając dorobek naukowy kandydata (a także organizacyjny i dydaktyczny) **wniosuję o przyznanie kandydatowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.**



