

Ocena rozprawy habilitacyjnej i dorobku naukowego Pana doktora Sebastiana Mahlika

Dr Sebastian Mahlik jest pracownikiem naukowym, na stanowisku adiunkt naukowo-dydaktyczny w Instytucie Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytetu Gdańskiego (UG). Obecnie ubiega się o tytuł doktora habilitowanego za pośrednictwem Rady Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego. Niniejszą opinię przedstawiam na prośbę Rady.

Ocena ogólna dorobku naukowego kandydata:

W skład rozprawy habilitacyjnej: 'Wpływ stanów pośrednich na własności spektroskopowe jonów lantanowców w matrycach dielektrycznych' wchodzi jedno-tematyczny cykl dwunastu publikacji [H1-H12] opublikowanych w latach 2012-2016, tj. po uzyskaniu tytułu doktora nauk fizycznych w czerwcu 2010 roku. Udział procentowy kandydata w większości prac [H1-H12] wynosi około 60% - 70%, tzn., że głównym autorem jest kandydat. Biorąc pod uwagę fakt, że współautorami tych prac są naukowcy z Polski oraz, w dużej mierze, z wiodących ośrodków zagranicznych, nawet udział procentowy kandydata około 40% - 50% byłby wysoki. Wszystkie te prace ukazały się w renomowanych czasopismach międzynarodowych znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports* (JRC), w większości z wysokim *Impact Factor*. Ogólny dorobek naukowy w okresie 2008-17 obejmuje także 53 publikacji, nie wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej, ale o pokrewnej tematyce, w których udział kandydata jest średnio nieco mniejszy, chociaż jest sporo prac z udziałem procentowym kandydata około 50% - 60%. Większość tych prac (51) ukazało się w czasopismach znajdujących się w bazie JRC, a tylko dwie w innych czasopismach międzynarodowych lub krajowych. Warto zauważyć, że współautorami większości prac są naukowcy z wiodących ośrodków zagranicznych, m.in. profs. E. Cavalli (Włochy), M. Bettinelli (Włochy), R. S. Meltzer (USA), Hyo Jin Seo (Korea), P. Boutinaud (Francja), R.-S. Liu (Tajwan). Dlatego zakres współpracy międzynarodowej kandydata można uznać za bardzo szeroki (zob. też poniżej - wizyty studyjne).

Wskaźniki biblio-metryczne dorobku naukowego kandydata są zdecydowanie powyżej średniej dla tego okresu kariery naukowej, m.in. sumaryczny *impact factor* (191,645), a dla prac w cyklu habilitacyjnym (34,795), liczba cytowań publikacji (514, w tym 369 bez auto-cytowań), Indeks Hirscha (13). Kandydat wykazał się także dużą aktywnością w zdobywaniu funduszy na badania, m.in. kierował trzema projektami badawczymi *Iuventus* MNiSW oraz dwoma projektami Badań Własnych Dla Młodych Naukowców UG, a także brał udział w dwóch projektach badawczych (konsorcyjnych) jako kierownik zadania oraz w dziewięciu projektach badawczych jako wykonawca. Kandydat był recenzentem 54-ech publikacji w sześciu czasopismach międzynarodowych. W latach 2006 - 2017 brał aktywny udział w sześciu lokalnych komitetach organizacyjnych międzynarodowej konferencji *International Workshop On Advanced Spectroscopy And Optical Materials (IWASOM)* odbywającej się w Gdańsku. Powyższe dane świadczą o dużym zaangażowaniu kandydata w rozwój wybranej dziedziny naukowej i znacznych osiągnięciach naukowych.

Odnośnie osiągnięć dydaktycznych warto wspomnieć, że kandydat wypromował jedną pracę magisterską oraz jedną pracę licencjacką, a także był promotorem pomocniczym w trzech przewodach doktorskich. Biorąc pod uwagę zmniejszającą się liczbę studentów fizyki, dorobek dydaktyczny kandydata w zakresie opieki naukowej nad studentami i doktorantami jest w pełni zadawalający.

Szczególnie warty podkreślenia jest bardzo szeroki zakres współpracy międzynarodowej kandydata, wyrażony przez nazwiska współautorów większości prac (zob. powyżej), a także przez odbyte staże w zagranicznych ośrodkach naukowych, m.in. wizyty studyjne w Korei, we Francji, we Włoszech i dwukrotnie na Tajwanie. Świadczy to o dużym doświadczeniu międzynarodowym oraz dużej umiejętności pracy w różnych zespołach naukowych i warunkach kulturowych.

Ocena merytoryczna osiągnięć naukowych kandydata:

Przedmiotem rozprawy habilitacyjnej są badania, głównie doświadczalne i częściowo teoretyczne, mające na celu lepsze zrozumienie ważnych zagadnień w dziedzinie spektroskopii optycznej w układach matryca-jony lantanowca. Działalność naukowa dr Mahlika przedstawiona w publikacjach [H1-H12] ogniskuje się przede wszystkim na następujących zagadnieniach: (i) stany elektronowe oraz

przejścia elektronowe, (ii) model ekscytonu pułapkowanego na domieszce ITE, (iii) położenie poziomów jonów lantanowców względem krawędzi pasm, oraz (iv) spektroskopia wysokociśnieniowa. Tematyka ta pojawia się już w doktoracie i znajduje dalsze pogłębienie w rozprawie habilitacyjnej oraz ostatnich badaniach kandydata. Uzyskał on w swojej wieloletniej działalności zarówno szeroki, jak i głęboki wgląd w tą złożoną problematykę.

Na uwagę zasługuje fakt, że badania doświadczalne zostały poparte rozważaniami odpowiednich modeli do opisu procesów pułapkowania. Dr Mahlik nie tylko używał istniejące modele, ale we współpracy z prof. Grinbergiem, zaproponował w 2008 własny model, który dał pełniejszy opis zarówno procesu pułapkowania dziury po wzbudzeniu jonizacyjnym IT, jak i procesu pułapkowania elektronu w skutek przejścia z przeniesieniem ładunku CTT. Pozwoliło to na stworzenie spójnego modelu opisującego układy matryca-jon domieszki z uwzględnieniem stanów pośrednich. Należy zauważyć, że badane zagadnienia są bardzo ważne z uwagi na potencjalne zastosowania technologiczne układów matryca-jony lantanowca. Wykazuje to także literatura cytowana w publikacjach dr Mahlika, na których oparta jest rozprawa habilitacyjna, a także dwie oferty wdrożeniowe powstałe w ramach Konsorcjum Nowe Wydajne Luminofory do Oświetleń i Koncentratorów Słonecznych. Dlatego wyniki tych badań mogą być bardzo przydatne przy projektowaniu nowych materiałów luminescencyjnych o określonych parametrach spektralnych oraz wysokiej wydajności.

W badaniach doświadczalnych zastosowano unikatowe metody pomiarowe, a szczegółowa analiza wyników doświadczalnych pozwoliła na lepsze zrozumienie procesów relaksacyjnych w materiałach dielektrycznych domieszkowanych jonami lantanowców. M.in. w pracach [H1-H12] wykazano istotną rolę, jaką odgrywają stany pośrednie w procesie wychwytu i rekombinacji nośników. Po dokładnym zapoznaniu się z pracami [H1-H12] mogę potwierdzić, że najważniejsze osiągnięcia rozprawy habilitacyjnej wymienione przez kandydata (zacytowane poniżej) mogą być w większości ocenione jako istotne osiągnięcia naukowe, oraz w dużej mierze przypisane kandydatowi, choć zostały uzyskane we współpracy z innymi naukowcami. Ogólna uwaga do listy najważniejszych osiągnięć: byłoby wskazane podać numery prac [H1-H12], których dotyczy dane osiągnięcie. Poniżej podaję też dwie uwagi szczegółowe.

1. *Udowodnienie powszechnego istnienia stanów ITE w materiałach dielektrycznych domieszkowanych jonami lantanowców.*

Stwierdzenie: 'Udowodnienie powszechnego istnienia' wydaje się zbyt uogólnieniem, gdyż trudno rozciągnąć to na wszystkie materiały, co implikuje słowo: 'powszechny'. Także zamiast słowa 'udowodnienie', co wskazywałoby na dowód teoretyczny, należałoby raczej użyć słowa 'wykazanie'.

2. *Określenie wpływu stanów pośrednich na mechanizm przenoszenia energii wzbudzenia pomiędzy stanami matrycy a jonem domieszki oraz pomiędzy domieszkami.*

3. *Określenie zmian struktury energetycznej całego układu jon matryca w odniesieniu do poziomu próżni wraz ze wzrostem ciśnienia.*

4. *Udowodnienie, że modele IVCT, CT oraz ITE opisują te same stany układu.*

Podobnie jak w przypadku osiągnięcia nr. 1, zamiast słowa 'udowodnienie', co wskazywałoby na dowód teoretyczny, należałoby raczej użyć słowa 'wykazanie'.

5. *Zaproponowanie metody pozwalającej wyznaczyć strukturę energetyczną matrycy domieszkowanych dowolnymi jonami lantanowców z wykorzystaniem wysokociśnieniowej spektroskopii.*

6. *Uwzględnienie relaksacji sieci w konstrukcji diagramów energetycznych matryca jony lantanowców ze szczególnym uwzględnieniem przypadku domieszkowania dwoma różnymi jonami lantanowców.*

Podsumowanie dorobku naukowego byłoby niepełne bez kilku uwag krytycznych, które mogą być pomocne dr Mahlikowi w dalszej pracy. Zasadniczy problem to niewystarczający podkład teoretyczny. W pracach [H1-H12] bardzo dużą rolę odgrywają przejścia optyczne, również przejścia typu $f-f$, dlatego też autorzy używają symboli multipletów $^{2S+1}L_J$ zaczerpniętych z teorii atomu swobodnego i będących stanami wyjściowymi do rozważań opartych na teorii pola ligandów (pola krystalicznego) dla jonów lantanowców. Jednak brakuje wyraźnych odniesień do teorii pola ligandów (pola krystalicznego), która jest podstawowa dla opisu przejść optycznych dla jonów lantanowców.

(A) Jedyne cytowane książki dotyczące tej tematyki to trzy pozycje raczej historyczne:
[13] G.H. Dieke, *Spectra and Energy Levels of Rare Earth Ions in Crystals*, red. H.M. Crosswhite, H. Crosswhite, Interscience Publishers, New York 1968
[20] B. G. Wybourne, *Spectroscopic properties of Rare Earth*, Wiley Interscience, New York 1965
[47] C. K. Jorgensen, *Modern Aspects of Ligand Field Theory*, Amsterdam, London, 1971
oraz jedna nowsza:

[17] B. Henderson, G.F. Imbusch, „*Optical Spectroscopy of Inorganic Solids*”, Clarendon Press, Oxford 1989.

Ponadto odniesienia w tekście do w/w książek są raczej marginalne, np. ‘wplyw oddziaływania sieci krystalicznej na strukturę energetyczną konfiguracji $4f^n$, a co za tym idzie również na przejścia $f-f$ jest niewielki. [13-16]’; ‘Przejścia $f-f$ są zabronione.... [17-20].’.

Warto wspomnieć, że w artykule przeglądowym: C. Rudowicz and M. Karbowiak, *Coordination Chemistry Reviews*, 287, 28-63 (2015) można znaleźć odnośniki do szeregu nowszych książek, np.: R.C. Powell, *Physics of Solid-State Laser Materials*, Springer, New York, 1998.

B. Henderson, R.H. Bartram, *Crystal-Field Engineering of Solid-State Laser Materials*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2000.

J. Mulak, Z. Gajek, *The Effective Crystal Field Potential*, Elsevier, Amsterdam, 2000.

D.J. Newman, B. Ng, (eds.) *Crystal Field Handbook*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2000.

G. Liu, B. Jacquier (eds.) *Spectroscopic Properties of Rare Earths in Optical Materials*, Tsinghua University Press and Springer, Berlin, 2005.

B.G. Wybourne, L. Smentek, *Optical Spectroscopy of Lanthanides: Magnetic and Hyperfine Interactions*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2007.

W przypadku badań *własności spektroskopowych jonów lantanowców w matrycach dielektrycznych*, jakimi są badania dr Mahlika, można by oczekiwać, że powyżej wymienione książki, powinny być dostrzeżone i odpowiednio zacytowane w publikacjach [H1-H12], zwłaszcza [H9, H11].

(B) Jedyne Hamiltonian jaki pojawia się w rozprawie habilitacyjnej to równanie (1), cytuje: ‘Korzystając z przybliżenia jednoelektronowego do opisu układów matryca-jon lantanowca, w zaproponowany następujący hamiltonian [9] ([9] M. Grinberg, S. Mahlik, *J. Noncryst. Solids*, 354, (2008), 4163)’. Hamiltonian ten zawiera, m.in. człony: ‘ V_{Ln} jest lokalnym potencjałem krótkozasięgowym związanym z jonem Ln^{+} ’, oraz ‘ V_{CR} jest periodycznym potencjałem sieci krystalicznej’. W opisie nie ma żadnych odniesień do Hamiltonianu pola ligandów (pola krystalicznego) H_{CF} , który jest podstawowy dla opisu przejść optycznych dla jonów lantanowców, ani wyjaśnień jak są relacje pomiędzy H_{CF} a Hamiltonianami użytymi w równaniu (1).

Uwagi techniczne/edytorskie:

(1) Brak listy używanych skrótów, które pojawiają się w tekście zanim zostaną zdefiniowane. Przykład mamy w Spisie treści, gdzie używane są skróty: ITE/IVCT/CT, objaśnione dopiero na str. 6, cytuje: ‘W literaturze stany te (pary elektron-dziura) bywają nazywane stanami charge transfer CT [3,4], intravalence charge transfer IVCT [5-8] lub stanami ekscytonowymi związanymi na domieszkach ITE (impurity trapped exciton).’

(2) Powyższy cytat pokazuje brak jasnych konwencji dla skrótów i nazw angielskich. Lepiej byłoby stosować konwencję: nazwa polska (skrót angielski, z ang. nazwa angielska), przykładowo: zamiast ‘stanami charge transfer CT’, raczej ‘stanami transferu ładunków (CT, z ang. charge transfer states)’.

(3) Mała ilość literówek świadczy o starannym przygotowaniu Autoreferatu. Cytuję, na str. 34: ‘na które (być może) z pewnością’ – nie usunięte przekreślenie, oraz ‘metody pomiarowy’ zamiast ‘metody pomiarowe’.

Podsumowując, biorąc pod uwagę powyższe fakty, pomimo kilku uwag krytycznych, czuję się w pełni uprawniony do stwierdzenia, że całościowy dorobek naukowy oraz wysoki standard rozprawy habilitacyjnej kandydata predestynują dr Mahlika do tytułu naukowego doktora habilitowanego.

Poznań, 18 sierpnia 2018

/prof. zw. dr hab. Czesław Rudowicz/