

Warszawa 17 stycznia 2024

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

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr Karola Lemańskiego
z Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza
Trzebiatowskiego we Wrocławiu
w dyscyplinie nauki fizyczne**

Zgodnie z odpowiednią ustawą (art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce) opinia sporządzona przez recenzenta powinna opierać się na stwierdzeniu czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2. Zgodnie z powyższym opinia recenzenta (pozytywna albo negatywna), powinna być oparta wyłącznie na ocenie osiągnięć naukowych kandydata i ocenie czy osiągnięcia te stanowią znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny.

Zanim przystąpię do tej oceny załączam jednak krótki opis dotychczasowej kariery naukowej kandydata.

1. Przebieg kariery naukowej kandydata

Choć zgodnie z cytowaną już ustawą ten punkt nie podlega ocenie, to jednak postanowiłem zawrzeć w recenzji odpowiednią informację.

Kandydat jest absolwentem Politechniki Wrocławskiej. Na tej uczelni wykonał w roku 2007 pracę magisterską na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki. Stopień naukowy doktora (nauk fizycznych) kandydat uzyskał w roku 2012 w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych (INTiBS) PAN we Wrocławiu, gdzie jest zatrudniony na etacie od 2009 roku. Praca doktorska zatytułowana „Właściwości spektroskopowe nanokryształów perowskitów LaAlO_3 oraz CaTiO_3 domieszkowanych jonami ziem rzadkich” wykonana została pod kierunkiem prof. Przemysława Derenia. Stopień naukowy doktora został nadany uchwałą Rady Naukowej INTiBS PAN z dnia 30 listopada 2012 r.

Podaję też informację o aktywności naukowej kandydata. Bardzo pozytywnym faktem jest duża aktywność publikacyjna kandydata, w tym autorstwo dwóch monografii i jednego rozdziału w monografii. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora kandydat opublikował 32 prace w czasopismach naukowych, co jest znaczącym osiągnięciem. Uzyskane wyniki zaprezentowano ponadto w 34 wystąpieniach konferencyjnych. Rozczarowuje jednak fakt, że brak jest w dorobku kandydata choć jednego referatu zaproszonego.

Kandydat był wykonawcą sześciu projektów badawczych, a także (po doktoracie) odbył dwa staże naukowe w zagranicznych laboratoriach badawczych (we Francji i Finlandii).

Przy ocenie osiągnięć kandydata/kandydatki podaje się zwykle liczbę cytowań jego/jej publikacji, a także ile z nich to autocytowania. W przypadku kandydata te dane są przyzwoite, choć nie wybitne. Według bazy Scopus całkowita liczba cytowań to 429 (390 bez autocytowań). Indeks Hirscha to 13, co jest dobrym osiągnięciem, choć jak zaznaczyłem nie wybitnym.

2. Ocena dorobku naukowego kandydata – wniosek habilitacyjny

Zgodnie z obowiązującymi przepisami w recenzji należy stwierdzić czy wśród wskazanych do oceny osiągnięć naukowych znajduje się co najmniej (cytuje za odpowiednim dokumentem):

- a) 1 monografia naukowa wydana przez wydawnictwo
lub
- b) **1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych** lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B.

Złożona habilitacja (tytuł osiągnięcia „Właściwości spektroskopowe glinianów i glinokrzemianów domieszkowanych jonami lantanowców oraz metali przejściowych”) przygotowana została zgodnie z punktem b) ustawy jako cykl powiązanych tematycznie

publikacji naukowych H1-H8, opublikowanych w czasopismach o przyzwoitych/dobrych współczynnikach cytowalności. Poniżej podaję spis wybranych prac i opisuję krótko uzyskane w nich wyniki naukowe. Ponieważ wszystkie opublikowane prace były recenzowane przez wybranych przez czasopisma recenzentów, skupiam się wyłącznie na opisie tematyki tych prac i podaniu wyników badań.

Wybrane prace:

[H1] **K. Lemański**, P.J. Dereń, W. Walerczyk, W. Stręk, R. Boulesteix, R. Epherre, A. Mâtre, Spectroscopic and structural properties of $\text{MgAl}_2\text{O}_4:\text{Nd}^{3+}$ nanopowders and ceramics, *Journal of Rare Earths* (2014) 32 (3), pp. 265 – 268.

DOI: 10.1016/S1002-0721(14)60062-4.

IF (2014) = 1,494.

[H2] **K. Lemański**, W. Walerczyk, P.J. Dereń, Luminescent properties of europium ions in $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$, *Journal of Alloys and Compounds* (2016) 672, pp. 595 – 599.

DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.02.208.

IF (2016) = 3,355

[H3] R. Boulesteix, A. Maître, **K. Lemański**, P.J. Dereń, Structural and spectroscopic properties of $\text{MgAl}_2\text{O}_4:\text{Nd}^{3+}$ transparent ceramics fabricated by using two-step Spark Plasma Sintering, *Journal of Alloys and Compounds* (2017) 722, pp. 358 – 364.

DOI: 10.1016/j.jallcom.2017.06.101.

IF (2017) = 3,971

[H4] **K. Lemański**, B. Bondzior, D. Szymański, P.J. Dereń, Spectroscopic properties of $\text{Gd}_x\text{La}_{1-x}\text{AlO}_3$ nanocrystals doped with Pr^{3+} ions, *New Journal of Chemistry* (2019) 43 (16), pp. 6242 - 6248.

DOI: 10.1039/c9nj00264b.

IF (2019) = 3,319

[H5] **K. Lemański**, M. Michalska, M. Ptak, M. Małecka, A. Szysiak, Surface modification using silver nanoparticles for $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9:\text{Nd}$ – Synthesis and their selected studies, *Journal of Molecular Structure* (2020) 1202, art. no. 127363.

DOI: 10.1016/j.molstruc.2019.127363.

IF (2020) = 3,092

[H6] **K. Lemański**, D. Sztolberg, B. Brzostowski, A. Drzewiecki, D. Stefańska, P.J. Dereń, Spectroscopic and paramagnetic properties of LaAlO₃ polycrystals doped with vanadium ions, Journal of Luminescence (2020) 221, art. no. 117059.

DOI: 10.1016/j.jlumin.2020.117059.

IF (2020) = 3,561

[H7] **K. Lemański**, D. Sztolberg, B. Brzostowski, A. Drzewiecki, D. Stefańska, P.J. Dereń, Spectroscopic and paramagnetic studies of LaAlO₃ polycrystals doped with manganese ions, Materials Chemistry and Physics (2020) 250, art. no. 123149.

DOI: 10.1016/j.matchemphys.2020.123149.

IF (2020) = 4,044

[H8] **K. Lemański**, Tunable phosphor properties of the CaAl₂SiO₆ polycrystals doped with chromium, manganese and vanadium ions, Solid State Sci. 144 (2023) 107300.

DOI: 10.1016/J.SOLIDSTATESCIENCES.2023.107300.

IF (2023) = 3,5

W siedmiu z tych prac kandydat jest pierwszym autorem. Załączone są także odpowiednie oświadczenia współautorów potwierdzających wiodącą rolę kandydata we wszystkich wybranych pracach.

Głównym celem naukowym prac H1-H8 jest opisanie właściwości spektroskopowych szeroko-przerwowych glinianów oraz glinokrzemianów domieszkowanych jonami lantanowców i/lub metali przejściowych. Badania te były ukierunkowane na znalezienie nowych luminoforów do zastosowań głównie w optoelektronice.

Głównym celem wybranych prac było znalezienie optymalnego procesu syntezy materiałów, wybór metod ich domieszkowania (jonami ziem rzadkich lub/i metali przejściowych), określenie optymalnego rozmiaru krystalitów, określenie struktury krystalicznej, itd... Celem nadrzędnym było uzyskanie wydajnej luminescencji w określonym kolorze (głównie w

kolorze czerwonym). Badano wybrane nanostruktury domieszkowanych glinianów i glinokrzemianów, do zastosowań jako luminofory.

Główną motywacją prowadzonych prac była modyfikacja obecnie stosowanych białych diod elektroluminescencyjnych (w-LED). Dostępne na rynku diody w-LED wykorzystują niebieskie świecenie diod azotowych pobudzające żółte świecenie luminoforu YAG:Ce³⁺. Wadą tego rozwiązania jest zbyt duża ilość światła niebieskiego, które może zakłócać sen człowieka. Rozwiązaniem może być dodanie do lamp w-LED dodatkowego luminofora emitującego przy pobudzeniu światłem niebieskim światło czerwone. Dlatego też poszukuje się nowego wydajnego luminofora emitującego światło czerwone przy pobudzeniu światłem niebieskim (lub UV), który powinien być stabilny termicznie, tani, a także wykonany z nieszkodliwych substancji. Podobnie jak w przypadku luminofora żółtego uważa się, że luminoforem tym będzie matryca materiału tlenkowego domieszkowana albo jonami metali przejściowych lub ziem rzadkich. Wybrany przez kandydata cykl prac dotyczy poszukiwania takiego luminofora.

Autor rozprawy jako matrycę wybrał szeroko-przerwowe (przezroczyste dla światła widzialnego) gliniany i glinokrzemiany odpowiednio domieszkowane twierdząc, że takie materiały są jedną z najbardziej obiecujących grup związków, która charakteryzuje się wydajną i stabilną luminescencją. Są to trwałe związki, stabilne chemicznie, jednocześnie bezpieczne dla zdrowia ludzkiego i niegroźne dla środowiska naturalnego. Mają także istotną zaletę w porównaniu z luminoforami organicznymi - są odporne na promienie UV i inne czynniki fizykochemiczne. Wybrane przez kandydata matryce to glinokrzemian CaAl₂SiO₆, kryształy Y₄Al₂O₉ (YAM), spinel glinianu magnezu (MgAl₂O₄). Autor rozprawy podkreśla także, że interesujące właściwości wykazują kryształy perowskitów.

Poniżej omawiam krótko tematykę prac H1-H8. Nie opisuję ich jednak szczegółowo ponieważ przeszły one już weryfikację przez recenzentów wybranych czasopism.

W pracy H1 przedstawione są badania nanokryształów oraz ceramiek glinianów magnezowych (MgAl₂O₄) domieszkowanych jonami Nd³⁺. Nanoproszki zsyntezowano metodą Pechiniego, a ceramiki metodą SPS. Glinian magnezu posiada dobre właściwości termomechaniczne i optyczne, umożliwiając wytwarzanie przezroczystych ceramiek. W pracy H1 przebadano piętnaście ceramiek MgAl₂O₄ w celu określenia metody wytwarzania najbardziej

przezroczystej ceramiki. Badano także świecenie domieszki Nd^{3+} w zakresie światła czerwonego i podczerwonego. Autorzy konkludują, że możliwe jest wytworzenie wysoce przezroczystych materiałów ceramicznych, wydajnie emitujących światło. Materiały te nadają się do zastosowań jako emitery światła, ale także jako filtry UV.

Badania te kontynuowano w pracy H3. W pracy tej skupiono się na poprawie właściwości spektroskopowych ceramik i poprawie ich transparencji.

W pracy H2 badano właściwości spektroskopowe zsyntezowanych metodą zol-żel nano polikryształów glinokrzemianu $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$ domieszkowanych jonami europu występujących w dwóch stanach ładunkowych $2+$ i $3+$. Jony Eu^{2+} wykazywały szerokopasmową emisję w świetle widzialnym, natomiast dla jonów Eu^{3+} obserwowano emisję czerwoną. Autorzy pracy wykazują, że badane polikryształy mogą być zastosowane jako luminofory w przemyśle oświetleniowym.

W pracy H4 badano właściwości spektroskopowe matryc $\text{Gd}_x\text{La}_{1-x}\text{AlO}_3$ domieszkowanych jonami prazeodymu (Pr^{3+}), przy wysokich stężeniach podstawianych jonów Gd^{3+} (wbudowywanych za jony La^{3+}), od aż do 100%. Autorzy pracy wykazali, że badane nanostruktury (emitujące światło czerwone) są obiecującymi materiałami luminoforowymi.

W pracy H5 badano glinian itrowy $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$ (YAM) domieszkowany jonami neodymu i współdomieszkowany nanocząsteczkami srebra. Wykazano, że nanocząstki srebra mogą stymulować emisję jonów lantanowców i metali przejściowych w tym materiale. To ciekawa obserwacja.

W pracy H6 zbadano właściwości spektroskopowe jonów wanadu $4+$ w glinianie lantanu LaAlO_3 . Wykazano, że w przypadku połączenia emisji w-LED z emisją $\text{LaAlO}_3:\text{V}$ możliwe jest obniżenie temperatury barwnej emitowanego światła i poprawa współczynnika oddawania barw. Tym samym polikryształy $\text{LaAlO}_3:\text{V}$, posiadające szerokie widma luminescencyjne w obszarze koloru czerwonego, mogą znaleźć zastosowania w nowych generacjach białych diod LED.

W publikacji H7 opisano właściwości spektroskopowe jonów manganu w perowskicie LaAlO_3 . Polikryształy te wykazywały stabilną termicznie i wydajną czerwoną luminescencję otwierając szanse na ich liczne zastosowania.

W ostatniej w cyklu pracy H8 przebadano polikryształy glinokrzemianów $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$ (CASO) domieszkowane jonami chromu, manganu oraz wanadu. Wykazano możliwość modyfikowania luminescencji tych kryształów przez różne domieszkowanie.

Choć wszystkie złożone prace H1-H8 są na dobrym poziomie naukowym i zawierają ciekawe obserwacje, to zabrakło mi choć jednego „top rezultatu” wskazującego na osiągnięcie znaczącego wkładu w dziedzinie badań.

Podsumowanie

Zgodnie z wytycznymi RDN ocena wraz z uzasadnieniem powinna zawierać informację, „czy wskazane osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego stanowią znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny”. Uważam, że wybrane przez kandydata prace prezentują wysoki poziom naukowy i zawierają szereg ważnych obserwacji. Moją pozytywną ocenę obniża jednak fakt braku choć jednego „przełomowego” rezultatu. Przyszłość pokaże czy badane przez kandydata materiały znajdą przewidywane zastosowania. Pomimo tej krytycznej uwagi **wnioskuję o przyznanie kandydatowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne.**

