

Prof. Dr hab. inż. Artur Podhorodecki
Katedra Fizyki Doświadczalnej, WPPT,
Politechnika Wrocławska

Wrocław 17.02.2024

Recenzja dorobku naukowego dr Karola Lemańskiego w postępowaniu habilitacyjnym

Pan doktor Karol Lemański uzyskał stopień naukowy magistra fizyki w 2007 na Politechnice Wrocławskiej na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, Kierunek Fizyka Techniczna, Specjalność Fotonika. Rozprawę doktorską obronił w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu w roku 2012 i rozprawa ta dotyczyła tematu: *Właściwości spektroskopowe nanokryształów perowskitów $LaAlO_3$ oraz $CaTiO_3$ domieszkowanych jonami ziem rzadkich.*

Po uzyskaniu stopnia doktora, Pan doktor Kamil Lemański zatrudniony był na stanowisku asystenta, a następnie adiunkta w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu, gdzie jest zatrudniony do chwili obecnej. W swojej pracy po doktoracie, kontynuował badania związane z tematyką doktoratu.

Całkowita liczba publikacji, w której Pan dr Lemański jest współautorem cytowana przez bazę Scopus (na dzień 17.02.2024) to 34, cytowanych 353 razy, co przekłada się na indeks Hirsha = 13. W 13 publikacjach z pośród 34 publikacji, Pan dr Lemański jest pierwszym autorem. Biorąc pod uwagę czas powstawania tych publikacji (2007-2024), daje to średnio 2 publikacje na rok. Nie jest to wynik szczególnie imponujący, ale nie jest to także wynik świadczący o braku aktywności naukowej.

W okresie po doktoracie (tj. 2013 - 2021) wyniki pracy badawczej Pana doktora Lemańskiego zostały opublikowane w 21 czasopismach naukowych.

Wszystkie prace są to publikacje w dobrych czasopismach naukowych takich jak *Journal of Alloys and Compounds* (IF = 3,97) czy *Materials Chemistry and Physics* (IF = 4,04). Prace zawarte we wniosku nie mają jednak zbyt dużej liczby cytowań. Jedynie dwie prace, z pośród załączonych 8 prac do oceny, mają liczbę cytowań > 10 i są to prace opublikowane ponad 5 lat temu. Sugerować to może, że tematyka badań podejmowanych przez Pana dr Lemańskiego nie należy do najbardziej aktualnych tematów badawczych lub otrzymane wyniki nie wnoszą istotnego wkładu do dziedziny jaką się zajmuje.

Pan doktor Lemański był współautorem 22 wystąpień konferencyjnych. Brak jest w dorobku Pana dr Lemańskiego wykładów zaproszonych na konferencjach zarówno zagranicznych jak i krajowych. W większości są to wystąpienia na konferencjach krajowych oraz wystąpienia plakatowe, z kilkoma wyjątkami wystąpień ustnych np. *19th International Conference on Dynamical Processes in Excited States of Solids (DPC'16), Chimie ParisTech, Paris, France, July 17-22, 2016*.

Pan doktor Lemański był uczestnikiem 6 projektów badawczych w roli wykonawcy, jednakże w okresie 10 lat po doktoracie nie udało mu się pozyskać samodzielnie środków na własne badania. W okresie tym, nie był kierownikiem żadnego projektu badawczego, a co za tym idzie nie miał możliwości zdobycia umiejętności zarządzania zespołem badawczym. Uważam, że umiejętność pozyskiwania środków na badania własne jest kluczowa dla osób ubiegających się o stanowisko samodzielnego pracownika naukowego.

Pan doktor Lemański w trakcie swojej kariery naukowej odbył dwa, krótkie staże naukowe: Listopad 2012: jednomiesięczny pobyt w SPCTS (*Science of Ceramic Processes and Surface Treatments*) na Uniwersytecie w Limoges we Francji oraz trzymiesięczny staż podoktorski na Uniwersytecie w Turku w Finlandii (październik – grudzień 2013).

Warta podkreślenia jest aktywność naukowa kandydata związana w promocją nauki zarówno pośród studentów jak i w szerszych gronach społecznych oraz udział w komitetach organizacyjnych imprez naukowych. Pan dr Lemański m.in. pełnił rolę opiekuna nad studentami odbywającymi praktyki w INTiBS oraz od roku 2009 jest redaktorem portalu internetowego popularyzującego nanonauki i nanotechnologię: Nanonet.pl.



Pośród wszystkich swoich publikacji, habilitant przedstawił do oceny cykl **8 wybranych** prac wpisujący się w tematykę osiągnięcia naukowego pt: *Właściwości spektroskopowe glinianów i glinokrzemianów domieszkowanych jonami lantanowców oraz metali przejściowych*, autoreferat oraz załączniki obejmujące wskazane do oceny artykuły. Są to w większości prace dość stare, z roku 2020 i wcześniejsze, aż do roku 2014. Jedynie jedna z przedłożonych prac jest datowana na rok 2023. Świadczyć to może o malejącej w ostatnich latach aktywności naukowej kandydata, a nie jej rosnącym potencjale.

Głównym celem badań przedłożonych do oceny było poznanie, zrozumienie i wyjaśnienie mechanizmów powstawania luminescencji w matrycach glinianów i glinokrzemianów, tak aby można było uzyskiwać zadane parametry luminoforów, do potencjalnych zastosowań. W tym celu, w okresie ostatnich lat prowadzone były przez dr Lemańskiego badania związków, domieszkowanych różnymi jonami ziem rzadkich i metali przejściowych. Autor twierdzi, że otrzymane wyniki pozwoliły poszerzyć dotychczasową wiedzę dotyczącą glinianów i glinokrzemianów, zwłaszcza w kontekście ich właściwości spektroskopowych, a rezultaty badań przyczyniły się do głębszego zrozumienia procesów, mających wpływ na ich właściwości luminescencyjne.

Przeprowadzone prace polegały na syntezie oraz zbadaniu i analizie właściwości strukturalnych oraz spektroskopowych, wybranych polikryształów glinianów i glinokrzemianów.

W pierwszej części autoreferatu, dr Lemański zamieszcza wprowadzenie do tematyki swoich badań i opisuje rolę doboru odpowiedniego luminoforu w diodach światła białego. Opisuje materiały, dla których prowadzone były badania zamieszczone we wniosku tj. $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$, kryształy $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$ (YAM), spinel glinianu magnezu (MgAl_2O_4), LaAlO_3 , kryształy perowskitu GdAlO_3 (GAP).

Brak w tej części bardziej szczegółowych i aktualnych informacji na temat aplikacji oraz oczekiwanych parametrów dla takich aplikacjach, do których projektowane są przez autora materiały. Utrudnia to istotnie ocenę wagi otrzymanych przez autora wyników oraz stawianych przez niego tez o przydatności otrzymanych przez niego materiałów do aplikacji. Wstęp jest bardzo krótki i liczy trzy i pół strony napisanej dużą czcionką.

W drugiej części autoreferatu, autor opisuje otrzymane przez niego wyniki opublikowane w przedłożonym cyklu 8 publikacji. Przedłożone do oceny prace są dość krótkie i zawierają wyniki

otrzymane przy użyciu standardowych metod pomiarowych stosowanych do charakteryzacji materiałów. W zamieszczonych pracach nie znalazłem też pogłębionej dyskusji dotyczącej mechanizmów wzrostu otrzymywanych materiałów czy też zjawisk fizycznych w nich zachodzących. Większość prac kończy się wnioskami o dużym potencjale otrzymywanych materiałów do aplikacji. W żadnej z prac nie znalazłem jednak przekonujących argumentów potwierdzających taką tezę.

Niemniej jednak, uważam, że otrzymane w pracach H1-H8 wyniki mają wartość dla badaczy zajmujących się materiałami optycznie aktywnymi, dostarczając im informacji nt. materiałowych parametrów otrzymywanych materiałów.

W pracy [H1, str.4] zostały opublikowane wyniki badań dotyczących glinianów magnezowych w formie nanokryształów oraz ceramik, domieszkowanych jonami Nd^{+3} . W ramach tej pracy zsyntezowano szereg nanokrystalicznych proszków spinelu $MgAl_2O_4$, domieszkowanego jonami trójwartościowego neodymu, z których później zostały wytworzone transparentne ceramiki. Nanoproszki $MgAl_2O_4$ były zsyntezowane przy użyciu metody Pechiniego. Ceramiki zostały wytworzone spiekaniem iskrowo-plazmowego.

W pracy [H2, str.5] badano właściwości spektroskopowe nanorozmiarowych polikryształów glinokrzemianu Ca_2SiO_6 domieszkowanego jonami europu, występującego na różnych stopniach utlenienia. Próbkę zsyntezowano metodą zol-żelową. Przedyskutowano parametry barwowe, które jak twierdzi autor, świadczą o dość dobrym odzwierciedleniu bieli.

Nie znalazłem jednak w pracy dyskusji nt. wydajności konwersji promieniowania przy użyciu tych materiałów, ani dyskusji nt. powtarzalności wyników dla stosowanych metod syntezy. Bez przedstawienia takich danych trudno mówić o przydatności tego materiału do jakiegokolwiek zastosowań. Aspekty energetyczne stosowanych materiałów są często znacznie istotniejsze niż parametry barwowe podczas wdrażania materiałów do komercyjnych zastosowań – szczególnie w tak masowych aplikacjach jak oświetlenie. Autor podaje, że otrzymany przez niego współczynnik CRI 76 jest dość dobry – jak rozumiem, świadczący o potencjale materiału do

zastosowań komercyjnych. Recenzent nie do końca rozumie ten wniosek w kontekście licznych, dostępnych powszechnie na rynku źródeł światła o współczynniku CRI 90+.

Praca [H3, str.7] była kontynuacją pracy [H1]. Jak twierdzi autor, udało się w znaczącym stopniu poprawić właściwości spektroskopowe, przede wszystkim transparentę wytwarzanych ceramiek $MgAl_2O_4$. Niedomieszkowane ceramiki posiadały 70% przepuszczalności światła w zakresie widzialnym. Pomiar spektroskopowe przedstawione przez autora wykazały powstawanie defektów strukturalnych kompensujących ładunek w wyniku podstawienia Mg^{2+} przez Nd^{3+} w sieci krystalicznej spinelowej. Wyniki tej pracy pokazały, że możliwe jest wytwarzanie wysoce przezroczystych materiałów ceramicznych emitujących światło, na bazie glinokrzemianów $MgAl_2O_4$, także zawierających defekty w strukturze.

Dla recenzenta brak jest w pracy, jak również we wstępie do autoreferatu, informacji jak otrzymane wartości mają się do komercyjnie dostępnych materiałów? Na ile otrzymane wyniki mają potencjał komercyjny, o którym pisze autor?

W pracy [H4, str.8] zbadano właściwości spektroskopowe jonów prazeodymu w tzw. roztworach stałych $Gd_xLa_{1-x}AlO_3$, przy wysokich stężeniach podstawianych jonów Gd^{3+} za jony La^{3+} , od 10% aż do 100%. Jednym z wniosków wynikających z analizy widm wzbudzenia, było zauważenie, że transfer energii zachodzi nie tylko pomiędzy jonami $Pr^{3+}-Pr^{3+}$, ale także następuje z jonów Gd^{3+} , wchodzących w skład sieci perowskitowej, do domieszek Pr^{3+} . Autor twierdzi, że badane nanokryształy $La_{1-x}Gd_xAlO_3$ emitujące światło czerwone są obiecującymi materiałami luminescencyjnymi. Również dla tej tezy nie znajduję uzasadnienia w pracy m.in. z powodu braku informacji nt. wydajności konwersji promieniowania.

W pracy [H5, str.6] badano właściwości glinianu itrowego $Y_4Al_2O_9$ (YAM) domieszkowanego jonami neodymu. Ponadto, zbadany został wpływ współdomieszkowania nanocząsteczkami srebra (Ag) o rozmiarze od 3 do 40 nm, na właściwości otrzymanych próbek. Autor stawia w tej pracy tezę, że: *ze względu na obecność szerokiego pasma absorpcji, z maksimum na 430 nm, wykazuje, że nanokryształy YAM są dobrą matrycą dla nanocząstek srebra i stwarzają potencjalnie*

szansę na wzmocnienie emisji współdomieszkowanych jonów lantanowców i metali przejściowych w tym materiale.

Bazując na zamieszczonych w pracy zdjęciach TEM nie widać aby kryształ YAM był matrycą dla nanocząstek Ag. W mojej opinii, nanocząstki Ag doczepiły się do powierzchni kryształu YAM, co jest czym innym niż stanowanie matrycy dla nanocząstek Ag. Jest to chyba typowe efekt oczekiwany po wymieszaniu dwóch rodzajów nanocząstek i odparowaniu rozpuszczalnika? Czy po ponownym zdyspergowaniu proszku w roztworze nanocząsteczki Ag nadal będą przylegały do powierzchni kryształitów YAM? W pracy tej nie znalazłem także żadnego dowodu merytorycznego na to, że mamy do czynienia ze sprzężeniem jonów (ekscytonu), z plazmonami powstającymi w nanocząstkach srebra.

W **pracy [H6, str.6]** autor skupił się na badaniu właściwości spektroskopowych jonów wanadu w glinianie lantanu LaAlO_3 zsyntezowanego metodą Pechiniego. Wyznaczono współczynnik CRI i wartości badanej próbki jako 62 dla CCT 1974 K i 55 dla CCT 2016 K. Autor, jako punkt odniesienia podaje parametry komercyjnej lampy WLED opartej na emisji niebieskiej diody InGaN i żółtej emisji polikryształów YAG, które posiada CRI na poziomie 84. Autor w pracy wyciąga wniosek, że: *...jeśli połączymy widmo emisyjne komercyjnych lamp wLED i emisję $\text{LaAlO}_3:\text{V}$, możemy uzyskać szersze widmo w obszarze czerwonym w porównaniu z emisją samej wLED. Dla tego przypadku uzyskany został współczynnik CRI 90 i skorelowana CCT 3257 K, co jest bardzo obiecującym wynikiem.*

Nie do końca jest dla recenzenta jasne, na czym polegało to połączenie? Czy był to jedynie zabieg numeryczny czy dokonano połączenia proszku YAG z proszkiem LaAlO_3 i wykonano pomiary CRI? Podobnie jak w pracach poprzednich, brak tutaj dyskusji nt. wydajności energetycznej takiego konwertera. Diody światła białego LED mają jako źródło pobudzające diody InGaN z emisją w okolicach 450 – 460 nm. Analizując widmo wzbudzenia dla proszku LaAlO_3 widać, że ten przedział spektralny przypada na skraj, średnio wydajnego pasma wzbudzenia V, co sugeruje niską konwersję energii pobudzania, a tym samym mało wydajne urządzenie LED. Ponadto, za bardzo powierzchowną uważam dyskusję nt. uzasadnienia zastosowania modelu dwóch funkcji wykładniczych w celu dopasowania się do zaniku emisji. Nie ma też w pracy wyjaśnienia, dlaczego

krzywa dopasowania została *ucięta* i nie uwzględnia narostu emisji, nie podano wartości amplitud dla obu procesów, ani informacji statystycznych na temat dopasowania.

W pracy [H7, str.6] badano właściwości spektroskopowe jonów manganu w perowskicie LaAlO_3 . Na podstawie danych spektroskopowych wyznaczono parametry pola krystalicznego dla jonów Mn^{4+} w strukturze LaAlO_3 . Zmierzona wydajność kwantowa próbki $\text{LaAlO}_3:0,1\% \text{Mn}^{4+}$ wyniosła 47%. W opisie tej pracy zabrakło mi komentarza czy otrzymana wartość to dużo czy mało? Czy otrzymany przez autora materiał można porównać np. z komercyjnie oferowanym (np. przez General Electric) luminoforami KSF o wydajności powyżej 90 %? Jaka jest przewaga materiału otrzymanego przez autora? W pracy, zbadano także zmiany emisji w funkcji temperatury i uzyskano wynik świadczący, że wydajność emisji znacząco spada powyżej 100°C . Zabrakło mi w pracy dyskusji, czy stabilność emisji do wartości 100°C jest wystarczająca do wykorzystania otrzymanego materiału w realnej aplikacji. Dyskusja taka szczególnie byłaby wartościowa, gdyż autor sugeruje użycie tego materiału do aplikacji w uprawie roślin, gdzie moce lamp, a co za tym idzie temperatury są bardzo wysokie.

W pracy [H8, str.7] zawarto wyniki badań dotyczących polikryształów glinokrzemianów $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$ (CASO) domieszkowanych jonami chromu, manganu oraz wanadu otrzymanych metodą zol-żel. Współczynnik oddawania barw dla tej próbki, wyznaczony na podstawie widma emisyjnego, wynosi 73.

Podsumowując wyniki uzyskane w załączonych pracach, można stwierdzić, że dr Lemański posiada umiejętności otrzymywania różnego rodzaju luminoforów, różnymi metodami syntezy. W tym zakresie, posiada on dość szeroki zakres umiejętności. Można także stwierdzić, że potrafi stosować podstawowe metody badania takich materiałów – zarówno spektroskopowe jak i strukturalne – i wyciągać z otrzymanych wyników poprawne, podstawowe wnioski.

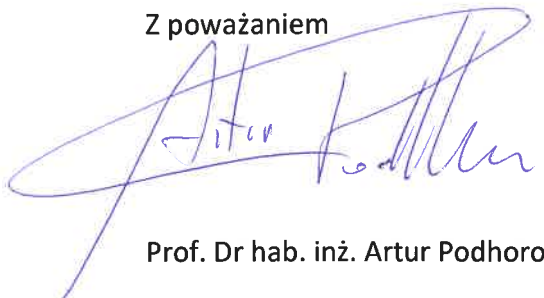
Wnioski

Biorąc pod uwagę wyżej przedstawione do oceny:

- monotematyczny cykl publikacji o wspólnym tytule: *Właściwości spektroskopowe glinianów i glinokrzemianów domieszkowanych jonami lantanowców oraz metali przejściowych*,
- dorobek naukowy,
- działalność dydaktyczną oraz organizacyjną,

stwierdzam, iż w mojej ocenie Pan Dr Karol Lemański spełnia minimalne ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego art. 219 ust. 1 pkt. 2 oraz pkt. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.). Wniosuję zatem o dopuszczenie Pana Dr Karola Lemańskiego do dalszych etapów zmierzających do nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Z poważaniem



Prof. Dr hab. inż. Artur Podhorodecki