

**Recenzja osiągnięcia naukowego dr. Marcina Runowskiego w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Przedstawione do recenzji osiągnięcie naukowe jako podstawa habilitacji dr. Marcina Runowskiego pt. „Badania ciśnieniowe i temperaturowe nieorganicznych materiałów luminescencyjnych domieszkowanych jonami lantanowców celem zastosowania ich jako optyczne manometry i termometry”, jest zestawem dwunastu prac opublikowanych w latach 2017-2020. Habilitant jest adiunktem na Wydziale Chemii, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, od 01.02.2017 do chwili obecnej.

Habilitant ukończył studia magisterskie na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu, na Wydziale Chemii, w 2012 roku, gdzie też uzyskał dyplom doktora chemii w 2016 roku, broniąc rozprawy doktorskiej pt. *Synteza, modyfikacja powierzchni i charakterystyka fizykochemiczna nanomateriałów luminescencyjnych zawierających jony pierwiastków ziem rzadkich*. Promotorem tej rozprawy był prof. dr hab. Stefan Lis.

Dr Runowski po uzyskaniu doktoratu kontynuował i rozwijał prowadzone wcześniej trakcie doktoratu badania ziem rzadkich, które stały się podstawą jego „osiągnięcia habilitacyjnego”. W osiągnięciu tym habilitant prowadził badania wpływu ciśnienia i temperatury na właściwości luminescencyjne materiałów i nanomateriałów domieszkowanych jonami lantanowców. Badania miały na celu opracowanie nowych, bardziej efektywnych i czułych, szeroko zakresowych optycznych sensorów ciśnienia i temperatury. Podstawą działania opracowanych optycznych termometrów jest wykorzystanie stosunków intensywności pasm związanych zarówno z termicznie sprzężonymi poziomami energetycznymi jak również poziomami termicznie niesprzężonymi jonów lantanowców, również z wykorzystaniem emisyjnych czasów życia jonów  $\text{Ln}^{3+}$ . Czujniki wysokiego ciśnienia były oparte o przesunięcie spektralne linii emisyjnych jonów  $\text{Ln}^{2+/3+}$ , ich poszerzenie, stosunki intensywności pasm, oraz zmiany czasów życia luminescencji. Ponadto zaproponowano metodę pomiaru ciśnienia w warunkach próżniowych, poprzez użycie czujników temperatury oświetlanych silnym promienieniem laserowym w funkcji ograniczonego kontaktu termicznego z otoczeniem, a w szczególności z otaczającym powietrzem, czy też próżnią.

Tematyki te należą do ważnych i badanych w różnych ośrodkach naukowych na świecie, ze względu na możliwe zastosowania w technice, biologii, medycynie, badaniach kosmicznych, etc.

Wszystkie publikacje przedstawione jako osiągnięcie habilitacyjne są wieloautorskie, co jest typowe dla prowadzonych obecnie badań w dziedzinie fizyki ciała stałego czy inżynierii materiałowej. Dr Runowski w większości (w dziewięciu z nich) pierwszym autorem, w 11 pełnił rolę Corresponding Author'a. W większości są to czasopisma z tzw. najwyższej półki, o b. wysokim współczynniku oddziaływania (impact factor), oraz maksymalnej lub prawie maksymalnej ilości punktów ministerialnych (co ma mniejsze znaczenie, bo ten parametr powstaje w trybie głosowania, a czasami bez żadnego trybu, w wyniku decyzji ministra Czarnka). To świadczy o wiodącej roli dr. Runowskiego w powstaniu tych publikacji. W oświadczeniach pozostałych autorów niektóre role się przekrywają, ale tutaj trudno oczekiwać inaczej, gdyż często zdarza się, że nad pewnymi pomiarami, ich opracowaniem, interpretacją, czy też nad spisaniem publikacji pracuje kilka osób.

Jakość ww. publikacji oceniam jako bardzo wysoką, nakierowaną na myślenie o potencjalnych zastosowaniach, jak i wykorzystaniu różnych technik badawczych, w tym dość skomplikowanych technik jak spektroskopia wysokociśnieniowa. Habilitant ma bardzo ciekawe i nowatorskie pomysły badawcze, z których tutaj najbardziej ceniłbym pomysł wyznaczania wielkości niskich ciśnień poprzez pomiar luminescencji. Habilitant prowadził badania różnych związków chemicznych, domieszkowanych i kodomieszkowanych różnymi jonami ziem rzadkich, wykazując się bardzo skuteczną umiejętnością interpretacji wyników pomiarów. Duże wrażenie robi na mnie także forma graficzna tych publikacji, co w obecnie jest także bardzo cenione, bo ułatwia percepcję prezentowanych danych.

Nie oznacza to, że nie mam uwag krytycznych do tych publikacji, i z recenzenckiego obowiązku niektóre z nich wymienię:

1. W publikacji H2 autorzy proponują użycie fluoroapatytu o wzorze chemicznym  $Y_6Ba_4(SiO_4)_6F_2$  domieszkowanego jonami  $Ce^{3+}$  jako czujnika ciśnienia dla komór diamentowych, charakteryzującego się absorpcją w innym zakresie spektralnym niż rubin, wykazującego większe przesunięcie pasma emisyjnego w ciśnieniu, jak i mniejsze wygaszanie luminescencji. Rzeczywiście jon  $Ce^{3+}$  charakteryzuje się tymi cechami, jednak wydaje mi się, że raczej nie zastąpi rubinu z kilku powodów. Jednym z nich jest bardzo szerokie widmo luminescencji (z tego powodu jony

Ce<sup>3+</sup> stosuje się do wytwarzania białych diod luminescencyjnych) praktycznie pokrywające prawie cały widzialny zakres spektralny. Z tego powodu luminescencja 5d→4f jonów ceru ma zawsze szansę się przekrywać z badaną w komorze diamentowej luminescencją. Jednak ważniejszym czynnikiem, który praktycznie dyskwalifikuje ten materiał jako czujnik ciśnienia do DAC jest ogromna szerokość połówkowa emisji Ce<sup>3+</sup>, co nie pozwala na precyzyjne wyznaczanie ciśnienia. Można zdefiniować parametr  $(d\lambda/dp)/\Gamma$  (gdzie  $\Gamma$  jest szerokością połówkową emisji), który może służyć do oceny dokładności pomiaru ciśnienia w DAC, w więc przydatności takiego materiału do wyznaczania ciśnienia. Parametr ten dla proponowanego związku jest ponad 100 razy mniejszy (gorszy) niż dla klasycznie wykorzystywanego w tym celu rubinu. O ile dokładność pomiaru ciśnienia w kowadłach diamentowych przy pomocy rubinu można określić na około 0.5 kbar, to w przypadku użycia do tego celu proponowanego materiału oceniłbym ja na podstawie przedstawionych wyników na około 5 GPa, czyli o rząd gorszą. Myślę, że tej wady nie rekompensuje opisywany praktyczny brak zmniejszenia wydajności emisji.

2. Termometry luminescencyjne oparte o pasma sprzężone termicznie posiadają niezwykle ważną i pożądaną zaletę autokalibracji. Taką własnością nie muszą się wykazywać termometry, których podstawa działania wynika z porównania natężeń pasm niesprzężonych termicznie. To jest pewna wada takich materiałów, choć oczywiście opracowanie procedury kalibracji może pomóc w tym wypadku.
3. Opracowana metoda pomiaru niskiego ciśnienia poprzez zwiększenie efektywności podgrzewania próbki w warunkach ograniczonego przekazu ciepła do otoczenia wydaje się być bardzo ciekawa, lecz również może mieć pewne ograniczenia, np. w przypadku kontaktu z innymi gazami niż powietrze. Zapewne wymagało by to też odpowiedniej kalibracji, ale także zastanowienia się, jak ograniczyć odbiór ciepła poprzez kontakt z otoczeniem (np. powierzchnia jakiego materiału). To może być wadą takiej metody pomiarowej.

Oczywiście autorzy wspomnianych prac mają pełne prawo pokazywać zalety proponowanych przez nich rozwiązań badawczych i wynikających z nich wyników, dlatego rozumiem, że nie pokazują w publikacjach pewnych problemów związanych proponowanymi przez nich rozwiązaniami.

Pomimo tych kilku uwag krytycznych uważam, że habilitant rzeczywiście zrealizował założone cele badawcze i uzyskał ważne osiągnięcia badawcze, które wymienił na stronie 27 autoreferatu. Nie będę ich tutaj powtarzał, zgadzając się z ich treścią.

Dorobek publikacyjny dr. Runowskiego jest bardzo dobry, wydaje mi się nawet, że określiłbym go jako znakomity. Jest on autorem 61 publikacji, w tym 39 po doktoracie, w tym wiele w czasopismach o bardzo wysokim współczynniku wpływu. Jego liczba cytowań, podana we wniosku (a więc pewien czas temu) wynosi 755, z indeksem Hirsha 18, co w moim przekonaniu jest znakomitym wynikiem. Ponadto jest autorem patentu i dwóch wystąpień patentowych.

Dr Runowski jest też autorem monografii naukowej, pt. *Pressure and Temperature Optical Sensors: Luminescence of Lanthanide-Doped Nanomaterials for Contactless Nanomanometry and Nanothermometry* wydanej w książce wydawnictwa Elsevier pt. *Handbook of Nanomaterials in Analytical Chemistry*. Spełnia tym samym odpowiednie wymaganie Ustawy dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

W swoim dorobku naukowym ma wykład zaproszony, wygłoszony na Universidad de La Laguna, Wydział Fizyki, Hiszpania „pt. Multifunctional lanthanide doped core/shell nanomaterials and new high-pressure nanosensors”, oraz kilkadziesiąt wystąpień konferencyjnych w postaci referatów wygłaszanych jak i plakatów na różnych konferencjach.

Brał udział w organizacji konferencji naukowych, jest/był kierownikiem grantu SONATA, PRELUDIUM, oraz wcześniej tzw. Diamentowego Grantu MNiSW. Ponadto był wykonawcą w kilku innych projektach badawczych, w tym też zagranicznych. Odbył roczny staż naukowy (post-doc) na Wydziale Fizyki Uniwersytetu La Laguna w Hiszpanii, w grupie Laserowej Spektroskopii Optycznej i Wysokiego Ciśnienia, kierowanej przez profesorów Inocencio Rafaela Martínez Benenzuela i Víctora Lavína della Ventura. Odbył też kilka krótszych staży naukowych w Hiszpanii, Niemczech, i Szwajcarii.

Dr. Runowski ma też znaczny dorobek dydaktyczny, w postaci promotorstwa pomocniczego trzech prac doktorskich, trzech prac magisterskich, kilku prac licencjackich, szeregu wykładów na UAM, a także innej aktywności dydaktycznej. Uczestniczył także w działalności popularyzatorskiej. Za swoją działalność naukową otrzymał szereg nagród, których lista jest bardzo długa. Pełnił też rolę recenzenta dla szeregu czasopism naukowych i był recenzentem pracy doktorskiej w Hiszpanii.

Podsumowując te recenzje, uważam że dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr. Marcina Runowskiego jest wybitny, i życzę mu dalszej, co najmniej równie spektakularnej, kariery naukowej.

W świetle powyższych stwierdzeń uważam, że „osiągnięcie naukowe”, a także cały dorobek profesjonalny dr. Marcina Runowskiego spełniają w one wymagania zawarte w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” Dz. U. 2021 poz. 478, niezbędne dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne i wnoszę o nadanie Mu tego stopnia.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. Runowski', written in a cursive style.