



UNIwersytet
Opolski

WYDZIAŁ CHEMII
ul. Oleska 48, 45-052 Opole
Tel. 77 452 71 00
Faks 77 452 71 01
chemia@uni.opole.pl
www.chemia.uni.opole.pl

dr hab. Bartosz Zarychta, prof. uczelni
Uniwersytet Opolski, Wydział Chemii,
Katedra Chemii Nieorganicznej i Strukturalnej
e-mail: Bartosz.Zarychta@uni.opole.pl

Opole, 10.10.2025 r.

RECENZJA

Rozprawy Doktorskiej Pani Srayee Mandal

Pani Srayee Mandal przedstawiła Radzie Naukowej Uniwersytetu Opolskiego rozprawę doktorską, zatytułowaną *Developing Carbon/Sulfur Based Functional Nano Materials for Room Temperature Phosphorescence and Solar Energy Conversions* w celu przeprowadzenia procedury nostryfikacyjnej dyplomu stopnia naukowego doktora. Promotorem rozprawy jest dr Santanu Bhattacharyya (Profesor asystujący, Uniwersytet Berhampur, IISER Berhampur, -Laudigam, Dist.- Ganjam, Odisha 760003, Indie). Pismem z dnia 25 września 2025 roku Przewodniczący Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego, dr hab. Sławomir Mitrus, prof. UO poprosił mnie, o zrecenzowanie ww. rozprawy doktorskiej w celu przeprowadzenia procedury nostryfikacyjnej.

Pani Srayee Mandal podejmuje w swej dysertacji ważny i aktualny temat wytwarzania oraz badania nanomateriałów luminescencyjnych na bazie węgla i siarki oraz ich dalszym modyfikacjom w celu wykorzystania jako emiterów światła lub w katalizie. Materiały zostały zsyntetyzowane bez udziału pierwiastków metali, a następnie zmodyfikowane w celu poprawy ich właściwości strukturalnych i optycznych. Charakterystyka strukturalna i morfologiczna nanomateriałów została przeprowadzona za pomocą kilku narzędzi, które dają wgląd w właściwości strukturalne i morfologiczne. Jako metody eksperymentalne do przeprowadzenia badań Autorka wybrała: wysokorozdzielczą mikroskopie transmisyjną, dyfraktometrię rentgenowską, spektroskopie Ramana; UV-Vis; w podczerwieni; fotoluminescencyjną.

Praca jest klasyczną dysertacją, zbudowaną w sposób tradycyjny. Obejmuje ona 228 stron. Rozprawę tworzy sześć rozdziałów. Rozpoczynają ją rozdziały poświęcone przeglądowi literaturowemu oraz metodyce badań. Kolejny rozdział rozpoczyna część główna dysertacji, w której na 114 stronach w trzech rozdziałach Autorka przedstawia wyniki prowadzonych badań. Końcowe rozdziały to podsumowanie wyników i wnioski, lista publikacji, uczestnictwo w konferencjach naukowych i warsztatach oraz bibliografia licząca 337 pozycji literaturowych. Ogólnie rozprawa jest czytelna i układa się w logiczną całość.

W rozdziale zatytułowanym „Wprowadzenie” Autorka w sześciu podrozdziałach rzeczowo wprowadza czytelnika w tematykę swojej pracy oraz precyzyjnie i merytorycznie formułuje „Założenia pracy” racjonalizując wybór obiektu badań. Przewodnią myślą tej części jest wykazanie wagi podejmowanych analiz w świetle badań podstawowych a także oczekiwań nowoczesnej technologii nanocząsteczek, nawiązując w części dotyczącej syntezy badanych materiałów do znanej i istotnej koncepcji „Zielonej chemii”. Na podstawie literatury przedstawia ogólną charakterystykę badanej grupy materiałów, opisuje zagadnienia dotyczące nanocząsteczek, ich syntezy, właściwości i zastosowań. Autorka opisuje wiele przykładów nanomateriałów, zarówno historycznych jak i z najnowszej literatury przedmiotu, należących do badanej grupy. Rozdział 2 dotyczący metodyki badań bezdyskusyjnie wskazuje, iż Pani Mandal posługując się swobodnie zaawansowaną terminologią doskonale zna zastosowane metody badawcze. Są one opisane w sposób krótki, aczkolwiek merytoryczny i oddający sedno. Na szczególną uwagę zasługuje część dotycząca syntezy 0- oraz 2-wymiarowych materiałów, która jest rozszerzona w Rozdziale 5 dysertacji.

Kolejny rozdział pt. *Nonmetallic luminescent nanoparticles for room temperature phosphorescence* stanowi najbardziej rozbudowaną i najważniejszą część pracy. Składa się on z dwóch części. W pierwszej omówiono syntezę i charakterystykę nanocząstek węglowych funkcjonalizowanych heteroatomami oraz wpływ heteroatomów na ich właściwości strukturalne i optyczne. Ponadto, opisano przeprowadzone obliczenia kwantowo-mechaniczne oparte na teorii funkcjonału gęstości zależnej od czasu (TD-DFT) z wykorzystaniem zoptymalizowanych systemów modelowych, co stanowi istotne potwierdzenie wyników eksperymentalnych.

W części drugiej Autorka opisuje syntezę nanocząstek siarkowych, a następnie modyfikację ich cech strukturalnych poprzez proces agregacji w roztworze. Proces ten,

jak udowadnia Autorka, pomaga zmniejszyć różnicę energetyczną pomiędzy stanem singletowym a najniższym stanem wzbudzonym w modyfikowanych cząstkach.

W Rozdziale czwartym Pani Srayee Mandal przedstawia możliwość zastosowania nanocząstek opartych na siarce jako tzw. „zielonego fotokatalizatora” niezawierającego atomów metali. Katalizator ten umożliwia wydajną konwersję benzyloaminy do cząsteczki iminy, a także do fotokatalitycznych reakcji sprzęgania benzyloaminy w warunkach całkowitego schłodzenia.

Ostatni rozdział części badawczej recenzowanej dysertacji przedstawia proces wytwarzania wielowarstwowych, dwuwymiarowych struktur z nanocząsek siarki. Powolna transformacja cząstek siarki w warstwy umożliwia reorganizację siarki i grup funkcyjnych zawierających siarkę, co poprawia jej właściwości fotofizyczne. Autorka opisuje także wykorzystanie utworzonych materiałów w reakcjach fotokatalitycznego tworzenia wiązań azowych.

Rozdział szósty przedstawionej mi do recenzji rozprawy obejmuje syntetyczne podsumowanie badań z uwzględnieniem najważniejszych wyników i wniosków.

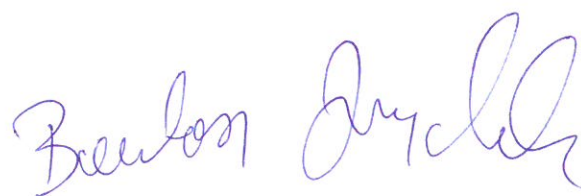
Podsumowując, Autorka prezentuje bardzo ciekawe wyniki. W sposób naukowo poprawny i przekonujący opisuje właściwości strukturalne badanych związków. W mojej opinii Pani Srayee Mandal wykazała się bardzo ważną umiejętnością wysuwania właściwych wniosków popartych silnym uzasadnieniem.

Rozprawa doktorska oparta jest na dziesięciu publikacjach naukowych, w których Autorka jest współautorem. Publikacje te ukazały się w wysoko notowanych periodykach o zasięgu międzynarodowym o ugruntowanej pozycji w świecie nauki. Dla przykładu: *Journal of Physical Chemistry* czy *Physical Chemistry Chemical Physics* wydawanych przez ACS (*American Chemical Society*) czy RSC (*Royal Chemical Society*). W czterech publikacjach Autorka jest pierwszym autorem co wskazuje na jej wiodący udział w ich powstawaniu. Na uwagę zasługują również dane scientometryczne Autorki, wg. danych SCOPUS (07.10.2025), indeks Hirsha Pani Mandal wynosi 8, natomiast sumaryczna ilość cytowań to 137 (bez autocytowań). Dane te są imponujące, zwłaszcza jeśli weźmiemy pod uwagę etap naukowy jej kariery.

Stwierdzam, iż rozprawa doktorska Pani Srayee Mandal zawiera istotne elementy nowości naukowej. Autorka w sposób profesjonalny postawiła problem badawczy, wykazała się biegłością w zakresie prezentowanej tematyki przedmiotu oraz warsztatu z

zakresu chemii ciała stałego, analizy wyników i profesjonalnej ich prezentacji, dowodząc tym samym swej dojrzałości naukowej. Uważam, że uzyskane przez nią wyniki stanowią znaczący wkład w rozwój chemii i są inspirujące do podjęcia dalszych badań.

Wobec powyższego stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani Srayee Mandal spełnia wymogi do uzyskania w Polsce stopnia doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie – nauki chemiczne, określone w art. 186 ust. 1 pkt 4 w zw. z art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024r. poz. 1571). Wnoszę zatem do Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego, o uznanie stopnia naukowego doktora nauk chemicznych uzyskanego w Indiach przez dr Srayee Mandal za równoważny z polskim stopniem naukowym doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie – nauki chemiczne.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Brenton J. ...', is written on the page.