



KATEDRA
BIOFIZYKI

Lublin, 26 sierpnia 2026 r.

Prof. dr hab. Wiesław I. Gruszecki
Katedra Biofizyki, Instytut Fizyki
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
w Lublinie

**Ocena rozprawy doktorskiej Mgr Agnieszki Schlichtholz
pt. „Bezpromienisty transport elektronowej energii wzbudzenia
w nanostrukturach o symetrii sferycznej i cylindrycznej”**

Pomimo niemalże stulecia intensywnych badań poświęconych bezpromienistemu, dalekozasięgowemu transferowi energii wzbudzenia elektronowego, zjawisko to obejmuje cały szereg otwartych problemów poznawczych, ożywiając nieustające zainteresowanie środowisk naukowych na świecie. W moim odczuciu pierwsza fala zainteresowania tymi zagadnieniami, obserwowana jeszcze w ubiegłym stuleciu, wiązała się z próbami zrozumienia fenomenu wysoce wydajnego przekazywania energii wzbudzenia w układach fotosyntetycznych. Stosowana do opisu tych mechanizmów niezwykle elegancka teoria Förstera oraz Dextera wykorzystywana jest nadal do precyzyjnych analiz odległości oraz wzajemnej orientacji molekuł fluoryzujących w układach naturalnych, na przykład w układach przeciwciało-antygen. Kolejna fala zainteresowania tymi problemami, której jesteśmy świadkami w ostatnich latach, wiąże się, moim zdaniem, z wyzwaniami aplikacyjnymi w domenie

nano-optoelektroniki. Z tą właśnie problematyką wiążą się wyzwania poznawcze sformułowane w ramach projektu doktorskiego pani mgr Agnieszki Schlichtholz. Czyni to przedmiotową pracę doktorską, w mojej opinii, nie tylko niezwykle interesującą, ale również aktualną oraz ważną.

Praca doktorska zrealizowana została w Zakładzie Biomateriałów i Fizyki Medycznej Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Gdańskiego pod kierunkiem profesora Piotra Bojarskiego, przy współudziale dr hab. Anny Synak, prof. UG, sprawującej funkcję promotorki pomocniczej. Rozprawa zredagowana została w języku polskim, na 99 stronach maszynopisu, według standardowego układu. Rozprawę otwierają streszczenia w językach polskim oraz angielskim, czyniąc zadość wymaganiom formalnym prac doktorskich. W ramach rozdziału o numerze 1 (Wstęp) autorka przybliży czytelnikowi problemy związane z przenoszeniem na odległość energii wzbudzenia elektronowego pomiędzy molekułami, szczególną uwagę poświęcając teorii tego procesu oraz opisowi formalnemu. Rozdział 2. poświęcony został wprowadzeniu w domenę symulacji Monte Carlo, zaś rozdział 3. przybliży zagadnienia dotyczące rozkładu jednorodnych cząsteczek fluoryzujących w badanych nano-układach o geometrii sferycznej oraz cylindrycznej. Wyniki uzyskane w ramach realizacji projektu doktorskiego, wraz z dyskusją, zaprezentowane zostały w ramach rozdziałów 4–8, których struktura oraz podstruktura odpowiadają poszczególnym zadaniom badawczym. Generalnie obejmują one następujące bloki tematyczne:

1. Försterowski rezonansowy transfer energii wzbudzenia elektronowego
2. Migracja energii wzbudzenia w jednoskładnikowym zbiorze donorów
3. Analiza w przypadku mieszanym, gdy możliwa jest zarówno migracja energii w zbiorze donorów, jak i transfer energii do akceptora.

Jako rozdział 9. Pt. „Dodatki” prezentowane są informacje uzupełniające oraz rozważania dotyczące, między innymi, rozmiarów przestrzennych molekuł oraz rozkładu wymiarów nanostruktur. W ramach rozdziału 10. pt. „Podsumowanie” przedstawiona została całościowa dyskusja uzyskanych rezultatów, uwypuklająca

rezultaty uznane przez doktorantkę za te szczególnej rangi. W pełni zgadzam się z tym wyborem. Wśród szczególnej wagi rezultatów naukowych, będących efektem realizacji projektu doktorskiego pani mgr Agnieszki Schlichtholz dostrzegam:

1. Przedstawienie precyzyjnej i obejmującej szereg wariantów analizy oraz opis formalny procesu przenoszenia energii wzbudzenia elektronowego pomiędzy cząsteczkami fluoryzującymi immobilizowanymi na powierzchni struktur nanosferycznych oraz pomiędzy molekułami zlokalizowanymi na powierzchni sfer oraz umieszczonymi we wnętrzu struktur o symetrii sferycznej. Uzyskane rezultaty przybliżają perspektywę rozwiązań aplikacyjnych ukierunkowanych na konstrukcję platform plazmonicznych wzmacniających sygnał fluorescencyjny pojedynczych molekuł, na przykład w analityce medycznej.
2. Weryfikacja uzyskanych rezultatów analitycznych i obliczeniowych w oparciu o symulację Monte Carlo.
3. Analogiczne analizy i opisy uzyskane dla molekuł donorów i akceptorów energii wzbudzenia związanych z nanostrukturami o symetrii cylindrycznej, włączając nanodruły istotne w kontekście aplikacji nanofotonicznych.

Rozprawę zamyka zestawienie 79. pozycji cytowanego piśmiennictwa w ramach rozdziału 11. pt. „Literatura”.

Praca doktorska pani mgr Agnieszki Schlichtholz prezentuje liczne wyniki badawcze, charakteryzujące się wysoką elegancją oraz precyzją. Jednocześnie rezultaty projektu doktorskiego rozbudzają ciekawość poznawczą. Wyrazem tego mogą być sformułowane poniżej pytania:

1. Jako barwniki modelowe przyjęto w przeprowadzonych badaniach pochodne rodaminy charakteryzujące się wysokimi wartościami wydajności kwantowej emisji fluorescencji. Ciekaw jestem, czy uzyskane rezultaty dałyby się „przecechować” na inne barwniki, w szczególności odpowiadające konkretnym zainteresowaniom w aspekcie aplikacji nanofotonicznych?
2. Dla celów obliczeń w ramach modelowania matematycznego przyjęta została jednorodna dystrybucja barwnika w badanych nano-układach. W pełni rozumiem taki zabieg formalny, upraszczający analizy numeryczne. Ciekaw jestem, czy wobec niewielkich rozmiarów takich układów w porównaniu z rozmiarami cząsteczek fluoroforów założenie jednorodnego rozkładu jest realistyczne w realizacji eksperymentalnej? Czy potencjalne niejednorodności mogłyby wpłynąć na stężeniowe gaszenie fluorescencji, zaburzające opis analizowanych zjawisk?
3. Ciekaw jestem, czy podejmowane były w środowisku specjalistów (niekoniecznie w Laboratorium, w którym realizowany był projekt doktorski) próby eksperymentalnej weryfikacji głównych wyników badań obliczeniowych bezpromienistego transferu energii wzbudzenia elektronowego w zawierających fluorofory nanostrukturach o symetrii sferycznej bądź cylindrycznej? Badania takie mogłyby być realizowane, na przykład, w oparciu o analizy kinetyki zaniku fluorescencji.

Konkluzja

Przechodząc do konkluzji, chciałbym stwierdzić, iż pani mgr Agnieszka Schlichtholz przedstawiła wartościową rozprawę doktorską bazującą na wynikach swoich prac koncepcyjnych, opartych na obliczeniach analitycznych, modelowaniu

i symulacjach numerycznych. Rezultaty aktywności naukowej realizowanej w ramach projektu doktorskiego ogłoszone zostały równolegle w ramach czterech artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach specjalistycznych oraz jednej pracy zgłoszonej do druku.

Moim zdaniem, analizowana praca doktorska zawiera rozwiązania ważnych oraz aktualnych problemów naukowych, wnosi do nauki światowej istotny postęp, spełniając tym samym wymagania stawiane w postępowaniach doktorskich, czyniąc zadość warunkom określonym w Ustawie „Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (tekst jednolity Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie pani mgr Agnieszki Schlichtholz do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w Dziedzinie Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w dyscyplinie Nauki Fizyczne, w szczególności do publicznej obrony.

Uwzględniając szeroki zakres badań zrealizowanych w ramach projektu doktorskiego oraz ich znaczenie naukowe i potencjał aplikacyjny, chciałbym również wnieść pod rozagę możliwość uznania przedmiotowej pracy doktorskiej za wyróżniającą.



Elektronicznie podpisany przez:

Wiesław Ignacy Gruszecki

Data:
2026-8-26 17:13:36