prof. dr hab. Wojciech Macyk
Grupa Fotokatalizy
Zakład Chemii Nieorganicznej
Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
✉ macyk@chemia.uj.edu.pl
☎ (+48)126862494
💻 www.fotokataliza.pl; www.photocatalysis.eu

Kraków, 22.01.2024

Ocena dorobku w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr. Illii Serdiuka

Pan dr Illia Serdiuk, obecnie adiunkt w Zakładzie Biomateriałów i Fizyki Medycznej w Instytucie Fizyki Doświadczalnej na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego, jest absolwentem Wydziału Chemii Charkowskiego Narodowego Uniwersytetu im. W. N. Karazina na Ukrainie (studia magisterskie zakończone z wyróżnieniem w 2011 roku). W czerwcu 2016 roku uzyskał stopień doktora nauk chemicznych broniąc rozprawę pt. *Synteza i właściwości spektralne flawonów, w których zachodzi wewnątrz- i międzycząsteczkowe przeniesienie protonu* przygotowaną w Katedrze Chemii Fizycznej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego. Promotorami pracy byli prof. dr hab. inż. J. Błażejowski i prof. dr hab. A. D. Roshal. Pan dr Serdiuk zatrudniony jest na Uniwersytecie Gdańskim od października 2016 roku na stanowisku adiunkta, jednak w międzyczasie odbył również staże podoktorskie, o których napiszę w dalszej części recenzji.

Wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego bazuje na osiągnięciu pt. *Określenie wybranych parametrów projektowania molekularnego funkcjonalnych materiałów organicznych: luminoforów, fotosensybilizatorów i elementów redoks-aktywnych*, obejmującym cykl 12 publikacji. Prace te są zarówno jedno- jak i wieloautorskie. Zostały opublikowane w bardzo dobrych i znakomitych czasopismach, takich jak *Dyes and Pigments*, *Journal of Physical Chemistry* (*B* i *C*), *Journal of American Chemical Society*, *Journal of Material Chemistry C*, *Advanced Optical Materials*, *Energy & Environmental Science*, *ChemPhotoChem*. W 10 z 12 prac Doktor Serdiuk jest autorem korespondencyjnym. Na podkreślenie zasługuje wszechstronność Habilitanta, której dowodzą zwłaszcza prace jednoautorskie, np. P1.2, P1.3 obejmujące syntezę zaprojektowanych chromoforów, szczegółowe badania fotofizyczne i wyniki modelowania molekularnego. Oświadczenia współautorów i opis wkładu własnego w powstałe publikacje nie pozostawiają wątpliwości co do kompetencji i wiodącego wkładu Doktora Serdiuka w powstanie prac wchodzących w oceniany cykl.

prof. dr hab. Wojciech Macyk
Grupa Fotokatalizy, Zakład Chemii Nieorganicznej
Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
✉ macyk@chemia.uj.edu.pl, ☎ (+48)126862494, 💻 www.fotokataliza.pl; www.photocatalysis.eu

Autoreferat został przygotowany niezwykle starannie. Brakuje mi w nim jedynie (w polskiej wersji) pełnego rozwinięcia wielu stosowanych skrótów; można również znaleźć pewne błędy językowe (np. dziurki zamiast dziury), jednak są to uchybienia nieistotne, które nie rzutują na bardzo dobry odbiór całego autoreferatu. Autor podzielił swoje osiągnięcia na cztery podgrupy, które komentuję w kolejnych akapitach:

1. Materiały organiczne emitujące światło białe. Ta część bazuje na czterech publikacjach – jednej przeglądowej (P1.1) i trzech oryginalnych (P1.2-P1.4). Stanowią one bardzo wartościowy zestaw prac opisujących możliwość wykorzystania chromoforów organicznych wykazujących efekt ESIPT (*excited state intramolecular proton transfer*) powodujący, że dwie formy tautomeryczne wykazują emisję przy różnych długościach fal, co w konsekwencji skutkuje emisją w dużym zakresie światła, które może pokrywać praktycznie cały zakres światła widzialnego. W ten sposób absorpcja światła (ultra)fioletowego skutkuje emisją światła mniej lub bardziej odpowiadającego barwie białej. Autor omówił warunki występowania efektu ESIPT, czynniki wpływające na względną intensywność emisji tautomerów i przedstawił wyniki badań zaprojektowanych przez siebie układów. Warto zwrócić uwagę, że praca przeglądowa opublikowana w 2017 roku w *Dyes and Pigments* doczekała się już 69 cytowań (wg bazy *Scopus* na dzień pisania niniejszej recenzji), a pozostałe prace, dwie opublikowane samodzielnie w *J. Phys. Chem. C* oraz wieloautorska z *J. Am. Chem. Soc.* cieszą się również dużym zainteresowaniem środowiska (13-39 cytowań każda). Bardzo wartościową częścią autoreferatu jest przedstawienie perspektyw rozwoju opisanej klasy układów, co czyni w odniesieniu do każdej części autoreferatu.

2. Emitery organiczne z termicznie aktywowaną opóźnioną fluorescencją. Temu tematowi Habilitant poświęcił sześć artykułów oryginalnych (P2.1-P2.6). Zjawisko TADF (*thermally activated delayed fluorescence*) wykorzystane może być do konstruowania fluoroforów o zadanych parametrach spektralnych (długość fali, czas życia, wydajność fluorescencji) umożliwiających wykorzystanie tych związków w budowie urządzeń OLED. Doktor Serdiuk współpracując z grupą koreańską, w której odbywał staż podoktorski oraz ze współpracownikami z Uniwersytetu Gdańskiego skoncentrował się na opisie wpływu kąta skręcenia płaszczyzn fragmenty akceptorowego i donorowego fluorofora na parametry fluorescencji (P2.1), roli stanów wzbudzonych ^{3}LE (trypletowe stany lokalnie wzbudzone) w procesie TADF (P2.2), analizie TADF wybranych układów z wykorzystaniem teorii Marcusa-Husha (P2.3). Ponadto Habilitant wykazał, że uznawany za nieistotny kanał rISC (*reverse ISC*) poprzez przejście ^{3}CT→^{1}CT może być bardzo wydajny, a energia reorganizacji ma kluczowe znaczenie w mechanizmie TADF (P2.4), a także wyjaśnił efekt pola ciężkiego atomu i opisał przypadki jego samokompensacji i wzmocnienia w hybrydowych emiterach TADF (P2.5, P2.6). Prace te stanowią duży i istotny wkład w wiedzę o termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji i możliwości jej wykorzystania w projektowaniu organicznych LEDów. We wszystkich tych pracach Habilitant samodzielnie lub razem z innym autorem jest autorem korespondencyjnym. Publikacje przedstawione w obrębie tematów 1. i 2. stanowią nie tylko istotny przyczynek do wiedzy o fluoroforach organicznych, ale stanowią również bardzo

prof. dr hab. Wojciech Macyk
Grupa Fotokatalizy, Zakład Chemii Nieorganicznej
Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
✉ macyk@chemia.uj.edu.pl, ☎ (+48)126862494, 💻 www.fotokataliza.pl; www.photocatalysis.eu

dobry, niemal kompletny materiał dydaktyczny, który może posłużyć w nauczaniu o efektach ESIPT i TADF.

3. Materiały organiczne do zastosowań w akumulatorach litowo-jonowych. W publikacji P3, przygotowanej wspólnie z koreańskimi kolegami, opisano materiały organiczne, które oferują odwracalne właściwości redoksowe przy potencjale około 3,5 V względem pary Li^+/Li, co stanowi o ich atrakcyjności w konstrukcji baterii litowo-jonowych. Ta praca, opublikowana w czasopiśmie o współczynniku oddziaływania powyżej 30 (*Energy Environ. Sci.*), z pewnością stanowi istotną pozycję w dorobku Habilitanta, którą warto się pochwalić, jednak w moim odczuciu nie bardzo pasuje tematycznie do całego cyklu habilitacyjnego. W przeciwieństwie do wszystkich innych prac, nie obejmuje ona żadnych zagadnień fotofizycznych czy fotochemicznych. Stosowany warsztat badawczy (klasyczne dla materiałów do magazynowania energii techniki elektrochemiczne) również odbiega od pozostałych prac Doktora Serdiuka. Co więcej, jest to jedna z dwóch prac (obok P4), w której Habilitant nie odgrywa wiodącej roli (nie jest ani autorem korespondującym, ani pierwszym).

4. Fotokatalityczna redukcja wody. Również w ramach współpracy z grupą z Korei opracowany został organiczny fotosensybilizator, który w połączeniu ze zmodyfikowanym grafenem pełnił funkcję fotosensybilizatora w procesie redukcji wody w obecności trietyloaminy jako donora elektronów (P4). Pracę tą z pozostałą częścią cyklu łączy wykorzystanie fotosensybilizatora wykazującego efekt TADF. Publikacja przyjęta do druku w *ChemPhotoChem* ma w mojej ocenie pewne wady, do których należy dość nagminny błąd wyrażania potencjałów w elektronowoltach oraz wątpliwości związane ze sposobem wyznaczenia pozornej wydajności kwantowej (przedstawiony opis sugeruje, że parametr ten został wyznaczony z eksperymentu, w którym stosowano naświetlanie światłem polichromatycznym).

Opisane wątki tematyczne, w szczególności zaś dwa pierwsze, stanowią w mojej ocenie przykład bardzo solidnego warsztatu badawczego, realizowanego przez Doktora Illię Serdiuka i jego grupę badawczą. Za największe osiągnięcia Habilitanta uważam szczegółowe opracowanie możliwości wykorzystania efektu ESIPT w konstrukcji układów fluoroforowych emitujących światło zbliżone do białego oraz wnioski płynące z serii prac dotyczących termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji w kontekście projektowania materiałów do konstrukcji OLED. Prace te, obejmujące zarówno solidne podstawy teoretyczne (modelowanie molekularne, wykorzystanie teorii Marcusa-Husha), syntezę organiczną i szczegółową analizę fizykochemiczną mają również istotny wymiar praktyczny. Dowodzi tego między innymi aktywna współpraca z Samsungiem, światowym liderem produkcji wyświetlaczy. Wspomniana współpraca z grupami Profesorów Soo Young Parka i T.-L. Choia z Seoul National University, w którym Habilitant odbył w latach 2018-2019 18-miesięczny staż w ramach projektu *Mobilność Plus*, bardzo istotnie wpłynęła na ukształtowanie sylwetki naukowej Habilitanta. Ponadto 2-miesięczny staż w Wielkiej Brytanii (Durham University, grupa Prof. Andrew Monkmana), współpraca z Profesorem Roshalem (opiekunem naukowym z czasu studiów na Ukrainie i współpromotorem pracy doktorskiej), współpraca z grupą Prof. Ignacego

prof. dr hab. Wojciech Macyk
Grupa Fotokatalizy, Zakład Chemii Nieorganicznej
Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
✉ macyk@chemia.uj.edu.pl, ☎ (+48)126862494, 💻 www.fotokataliza.pl; www.photocatalysis.eu

Gryczyńskiego z Center of Fluorescence Technologies and Nanomedicine, University of North Texas, wskazują na dużą zdolność nawiązywania i realizacji współpracy międzynarodowej, co jest cechą oczekiwaną od kandydatów do stopnia doktora habilitowanego. Bardzo wysoko ocenić należy również aktywność konferencyjną Doktora Serdiuka, który na swoim koncie ma już znaczną liczbę wystąpień na ważnych konferencjach międzynarodowych.

Baza *Scopus* wyświetla 38 dokumentów autorstwa Pana dr. Illii Serdiuka, jego indeks Hirscha wynosi 14, a liczba cytowań – 534. Sumaryczny *impact factor* wszystkich publikacji Habilitanta wynosi około 145 (średnio 3,8 na publikację), a średni IF publikacji wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego osiągnął wartość 8,53 (wartość tą wyraźnie podnosi publikacja P3). O ile parametry związane z czasopismami, w których publikuje Habilitant, są bardzo dobre, o tyle parametry odnoszące się do cytowań nie są jeszcze szczególnie wysokie. Biorąc jednak pod uwagę ich dynamikę i liczbę, o których wspomniałem przy opisie pierwszego wątku badawczego, a także o ważkości tematyki badań podejmowanych przez dr. Serdiuka, spodziewam się, że również te parametry będą szybko rosnąć. Sprzyjać temu będzie również umiejętność skutecznego pozyskiwania i realizacji grantów badawczych. Habilitant uzyskał finansowanie swoich badań w ramach projektów SONATA 16 (NCN; 2021-2024; *Breaking bad w materiałach organicznych: czy emitery do OLED łamią zasady fotofizyki?*), LIDER IX (NCBiR; 2021-2023; *Dwa aktualne problemy, jedno rozwiązanie: udoskonalone materiały organiczne do OLED i fotowytwarzania wodoru*), MOBILNOŚĆ PLUS V (MNiSW; 2018-2019; *Nowe związki organiczne dla (opto)elektroniki*), a jeszcze w czasie doktoratu zdobył projekt PRELUDIUM. Habilitant uczestniczył również w realizacji wielu innych projektów badawczych i badawczo-rozwojowych w Polsce i w Korei. Moją uwagę zwrócił wspomniany wcześniej koreański projekt przemysłowy realizowany we współpracy z firmą Samsung. Aktywność i skuteczność zdobywania środków na badania, konieczne w prowadzeniu samodzielnych badań, a także umiejętność kierowania grupą badawczą należy zatem ocenić bardzo wysoko.

Osiągnięcia naukowe Pana Doktora Illii Serdiuka znalazły odzwierciedlenie w przyznanych nagrodach i wyróżnieniach. Do najbardziej prestiżowych należą stypendium *Start* Fundacji na rzecz Nauki Polskiej przyznane w latach 2018-2019, stypendium Ministra dla wybitnych młodych naukowców przyznane na lata 2022-2025, a także nagroda "Naukowiec przyszłości" przyznana przez Forum Inteligentnego Rozwoju w 2021 roku. Listę tą uzupełniają nagroda indywidualna Rektora UG oraz stypendia z wcześniejszych etapów edukacji przyznane w Ukrainie przez Wierchowną Radę (2009-2010), Funduszu Sapronowa (2010-2011) i stypendium Tarapowa (2012-2013). Te dowody uznania osiągnięć Pana Serdiuka dodatkowo świadczą o solidności i jakości jego pracy.

Jako nauczyciel akademicki Habilitant może pochwalić się długą listą „pełnometrażowych" zajęć przeprowadzonych ze studentami (kursy 15-60 h), obejmujących ćwiczenia i pracownie specjalizacyjne z różnych specjalności fizyki. Na liście tej brakuje jeszcze samodzielnie prowadzonych wykładów, które zapewne pojawią się po formalnym osiągnięciu samodzielności naukowej. Dr Serdiuk był również promotorem pomocniczym w pięciu pracach doktorskich oraz opiekunem jednej pracy magisterskiej i trzech licencjackich.

prof. dr hab. Wojciech Macyk
Grupa Fotokatalizy, Zakład Chemii Nieorganicznej
Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
✉ macyk@chemia.uj.edu.pl, ☎ (+48)126862494, 💻 www.fotokataliza.pl; www.photocatalysis.eu

Przedstawiony przez Pana doktora Illię Serdiuka monotematyczny cykl publikacji spełnia wymogi zwyczajowe i ustawowe konieczne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Jego działalność naukowa, w tym publikacyjna, umiejętność pozyskiwania środków na prowadzenie badań i nawiązywania współpracy, a także doświadczenie w prowadzeniu grupy badawczej i opiece nad studentami i doktorantami świadczą o osiągnięciu samodzielności naukowej. Nie mam najmniejszych wątpliwości, że osiągnięcia Habilitanta zasługują na wyróżnienie i odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (z późniejszymi zmianami). W związku z tym wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Gdańskiego o nadanie dr. Illii Serdiukowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.