



Dr hab. inż. Marek Daszkiewicz
Oddział Badań Strukturalnych
INTiBS PAN
tel. +48 71 3954 145
m.daszkiewicz@intibs.pl

Wrocław, 23 stycznia 2026 r.

RECENZJA

PRACY DOKTORSKIEJ

mgr Pauliny Ratajczyk

pt. „Influence of thermodynamic conditions on the structure and optical properties
of organic semiconductors”

„Wpływ warunków termodynamicznych na strukturę i właściwości optyczne
półprzewodników organicznych”

wykonanej w Zakładzie Chemii Materiałów

Wydziału Chemii

Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Promotor: Prof. dr hab. Andrzej Katrusiak

Promotor pomocniczy: Dr Szymon Sobczak

Praca doktorska mgr Pauliny Ratajczyk dotyczy poszukiwania odpowiedzi na podstawowe zagadnienia związane z powiązaniem struktury materiałów i ich właściwościami półprzewodnikowymi. Przeprowadzone badania odnoszą się do aktualnej problematyki budowy ciała stałego i organizacji cząsteczek w kryształach i są aktualne zwłaszcza w kontekście zmiennych warunków termodynamicznych właściwości optycznych materiałów. Doktorantka skupiła się na materiałach organicznych jako alternatywy do szeroko badanych związków nieorganicznych i organiczno-nieorganicznych, których otrzymywanie niejednokrotnie wymaga użycia drogich odczynników o wysokiej czystości, a syntezy prowadzone są w warunkach wysokiej temperatury. Niemniej jednak otrzymuje się materiały względnie stabilne w warunkach użytkowania i odporne mechanicznie. W przypadku związków organicznych niższe koszty syntezy i względna łatwość formowania cienkich warstw są ważnymi czynnikami z punktu widzenia aplikacyjnego. Jako przedmiot swoich badań Doktorantka wybrała związek o wdzięcznie krótkim akronimie PTB7 (w porównaniu z jego nazwą, która ma o jeden nawias „[” za mało lub „]” za dużo;

str. 1) oraz serię imidowych pochodnych perylenu, gdzie podstawnikami były grupa fenyłowa i grupy alifatyczne o wzorze ogólnym $-C_nH_{2n+1}$ ($n = 5-8$). Wybór długich podstawników alifatycznych jest dla mnie zaskakujący, gdyż nie spodziewałbym się łatwej drogi otrzymywania rozsądnej wielkości monokryształów takich pochodnych perylenu. Być może Doktorantka miała trudności w krystalizacji związków innymi metodami niż te wymienione w dysertacji? Nie wątpliwie publiczna obrona pracy doktorskiej będzie dobrą okazją do podzielenia się swoim doświadczeniem.

Praca doktorska mgr Pauliny Ratajczyk zawiera streszczenie w językach polskim i angielskim, a także napisany w języku angielskim przewodnik po czterech artykułach opublikowanych w trakcie prowadzenia badań naukowych, przy czym jego układ ma formę typowego opracowania charakterystycznego dla prac doktorskich. Wspomniane cztery prace stanowią zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych w myśl art. 187 ust. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Przewodnik ma klasyczny układ zawierający wstęp, cele pracy, opis metod eksperymentalnych, wyniki, dyskusję i wnioski. Zakończony jest bibliografią liczącą 148 pozycji, w której doceniam staranność jej przygotowania łącznie z przytoczeniem artykułu z 1906 roku (poz. nr 13). Oprócz przewodnika liczącego 52 strony, doktorantka zamieściła spis swoich osiągnięć podzielony na publikacje stanowiące podstawę dysertacji, a także osiem innych, w których jest współautorką. Wszystkie dwanaście publikacji ukazały się drukiem w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym np. Journal of Material Chemistry C, Materials Advances, Chemistry of Materials, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, Crystal Growth & Design i znalazły odbiorców, którzy docenili badania Doktorantki poprzez cytowania. Według bazy Scopus (22.01.2026) cztery wspomniane prace były cytowane łącznie 13 razy. Kończąc opis formalnej struktury dysertacji dodam, że Doktorantka zamieściła również spis 13 doniesień konferencyjnych, 2 staży naukowych, udziału w projekcie i przyznanych 6 nagród i wyróżnień. Z informacji tych można wysnuć wniosek, że aktywność naukowa Doktorantki rozpoczęła się już 9 lat temu, gdy prezentowała wyniki swoich badań podczas 59. Konwersatorium Krystalograficznego we Wrocławiu w 2017 roku. Niestety ze spisu doniesień konferencyjnych nie wynika wprost, które z nich były prezentowane osobiście przez Autorkę.

Przewodnik jest napisany zwięźle, ale zawiera najbardziej istotne wiadomości potrzebne do zrozumienia całej pracy doktorskiej od koncepcji badań, przez eksperyment po wnioski, bez dołączania zbędnych rozdziałów, których treść można z powodzeniem znaleźć w opracowaniach

książkowych. Tekst pracy jasno wskazuje na znajomość ogólnej wiedzy teoretycznej Doktorantki w uprawianej dyscyplinie. Lektura dysertacji prowadzi czytelnika przez szczegóły pracy naukowej, czasami tylko inicjując pytania. Na przykład:

1. Nie jasne jest rozdzielenie na Rys. 3 grup przestrzennych:
 - a) $P2_1/c$, $P2_1/n$ i $P2_1/a$,
 - b) $C2/c$ i $I2/a$,
 - c) Cc i Ia ,
 - d) Pa i Pn ,
 - e) $Pn2_1a$ i $Pna2_1$.
2. Czy wykonując badania spektroskopowe dla cienkiej warstwy związku były wykonywane pomiary, które wykazałyby zgodność fazową z materiałem użytym podczas pomiarów dyfrakcyjnych? (par. 3.4 i 4.4)
3. Dlaczego używano różnej długości fali promieniowania wzbudzającego? (str. 22, wersy 2 i 3)
4. W jakich jednostkach naukowych przeprowadzono poszczególne pomiary spektroskopowe, DSC, PXRD, SEM i HSM? Jaki był udział Doktorantki podczas pomiarów i analizy wyników?
5. Skoro próbka cienkiej warstwy związku PTCDI-Ph staje się czarna podczas zwiększania ciśnienia (str. 25, wers 13), to czym są jasne plamy na zdjęciach na rysunku 13?
6. Czy opisane zachowanie pasm emisyjnych podczas grzania i ściskania jest zjawiskiem normalnym, czy wyjątkowym (str. 25, wersy 15-17; str. 28, wersy 7-4 od dołu)? Jaka jest jego przyczyna fizyczna?

Dysertacja przedstawia bogaty i spójny materiał badawczy, który świadczy o umiejętności Doktorantki łączenia różnych technik badawczych. Ze względu na własną obecną profesję wypada mi podkreślić analizę danych dyfrakcyjnych zebranych nie tylko w laboratorium macierzystej grupy badawczej, ale również przy użyciu promieniowania synchrotronowego w ESRF w Grenoble we Francji i w Swiss Light Source w Paul Scherrer Institute w Szwajcarii. Natomiast z uwagi na moje wczesne zainteresowania doceniam sumienną rejestrację widm elektronowych. Lektura pracy doktorskiej nie pozostawia wątpliwości, że mgr Paulina Ratajczyk zrealizowała cele pracy doktorskiej. Jestem przekonany, że kluczem do sukcesu Doktorantki była dobra współpraca z promotorem prof. dr. hab. Andrzejem Katrusiakiem i promotorem pomocniczym dr. Szymonem Sobczakiem w ciągłym utrzymywaniu wysokich standardów badań

naukowych. Dobrze zaplanowane i wykonane eksperymenty pozwoliły wykazać zależność temperatury i osobno ciśnienia na strukturę krystaliczną i molekularną oraz właściwości optyczne badanych materiałów. Uważam, że w szczególności na docenienie zasługują następujące elementy pracy:

1. Wykazanie zależności zakresu występowania poszczególnych faz w różnych warunkach temperaturowych lub ciśnieniowych w szeregu homologów imidowych pochodnych perylenu.
2. Odkrycie ujemnej liniowej rozszerzalności termicznej i ujemnej liniowej ściśliwości w kryształach fenylowej pochodnej perylenu.
3. Odkrycie przemian fazowych w badanych związkach i skrupulatny opis zmian struktury molekularnej imidowych pochodnych perylenu.
4. Wyraźne i odwracalne zmiany właściwości optycznych badanych związków w różnych warunkach termodynamicznych.

Podsumowując, stwierdzam, że mgr Paulina Ratajczyk zrealizowała cele badawcze, które postawiła sobie w pracy doktorskiej. Przestana mi do recenzji dysertacja pt. „Influence of thermodynamic conditions on the structure and optical properties of organic semiconductors” jest wartościowa i poszerza wiedzę podstawową o strukturze molekularnej i krystalicznej pochodnych perylenu w szerokim zakresie temperaturowym i ciśnieniowym i stanowi istotny wkład w badania nad nowymi organicznymi ogniwami słonecznymi. Ponadto spełnia wymagania zwyczajowe oraz ustawowe stawiane pracom doktorskim, a jej przedmiotem jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w myśl art. 187 ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wniosuję do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Ratajczyk i dopuszczenie do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marek Dobrowolski'.