



# Politechnika Warszawska

## Wydział Fizyki

Warszawa, 28.11.2024

Prof. dr hab. inż. Mariusz Zdrojek

### Recenzja rozprawy doktorskiej Agaty Karoliny Tołłoczko

#### Uwagi wstępne.

Praca doktorska magister Agaty Tołłoczko zatytułowana „Investigation of the anisotropic optical and electronic properties of group IV-VI van der Waals crystals” zrealizowana była na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki na Politechnice Wrocławskiej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Roberta Kudrawca. Promotorem pomocniczym jest dr inż. Szymon Zalewski. Manuskrypt pracy napisany jest w języku angielskim.

Manuskrypt pracy doktorskiej przedstawiony jest w formie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych poprzedzonych rozdziałem wstępu oraz krótkim rozdziałem zawierającym konkluzje. Manuskrypt zawiera również bogatą listę bibliografii (139 pozycji) powiązaną merytorycznie z rozdziałem wprowadzającym. Rozdziały od drugiego do szóstego składają się z przedrukowanych (1:1) publikacji naukowych (wraz z materiałami dodatkowymi), które poprzedzone są krótką preambułą zawierającą opis celu i osiągnięć przedstawionych w publikacji oraz krótkie określenie wkładu doktorantki. W mojej opinii wstęp w każdym z tych rozdziałów jest zbyt powierzchowny, w szczególności ta część, która dotyczy wkładu merytorycznego kandydatki do stopnia doktora. Cztery prace, na których oparta jest dysertacja opublikowane są w dobrych i uznanych czasopismach naukowych o światowej renomie (JMCC, PRB, Adv. Opt. Materials, JPCC), a jedna z publikacji jest w trakcie recenzji (ACS Photonics). Ponadto, w czterech (z pięciu) pracach doktorantka jest pierwszym autorem oraz autorem korespondującym. Całkowita liczba cytowań wspomnianych prac to 30 (wg bazy Scopus).

#### Ocena wraz z uzasadnieniem

Warunki stawiane rozprawom doktorskim, zostały określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Zgodnie z tym przepisem rozprawa doktorska powinna prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a ponadto przedmiotem rozprawy doktorskiej ma być oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Mając powyższe na uwadze, po kolei odnoszę się poniżej do tych przesłanek:

1. Stwierdzam, że rozprawa doktorska zawiera i poprawnie prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną zakresu obejmującego dyscyplinę nauki fizyczne.

Uzasadnienie: Oceniam, że autorka manuskryptu: (i) jasno nakreśla obszar badawczy – kryształy van der Waala (vdW) z grupy IV-VI oraz ich właściwości opto-elektroniczne; (ii) prawidłowo opisuje ogólne właściwości i zastosowania kryształów i heterostruktur vdW; (iii) przedstawia pogłębioną wiedzę dotyczącą struktury krystalograficznej i elektronowej rozważanych materiałów; (iv) szczegółowo opisuje strukturę i właściwości materiałów z grupy IV i VI; (v) przedstawia szczegółowy i wystarczająco wyczerpujący opis metod badawczych używanych w swojej pracy (spektroskopia optyczna, rozpraszanie Ramana, fotoluminescencja, spektroskopia fotoemisyjna); (vi) w sposób prawidłowy nawiązuje do



# Politechnika Warszawska

## Wydział Fizyki

znanej w omawianym obszarze literatury, wskazując przy tym dość obszerną bibliografię (nie licząc tej w artykułach); (vii) przedstawia w całości wstęp teoretyczny, który jest adekwatny do wskazanego dalej zestawu publikacji naukowych i stanowi dobrą podstawę do ich zrozumienia.

2. Stwierdzam, że rozprawa doktorska jest dowodem na to, że kandydatka ubiegająca się o nadanie stopnia doktora wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Uzasadnienie: Uważam, że (i) doktorantka prawidłowo zdefiniowała hipotezę badawczą, którą jest zbadanie i wykazanie nieliniowych właściwości optycznych i elektronicznych kryształów van der Waals'a z grupy IV i VI oraz ich heterostruktur; (ii) doktoranta sensownie wskazała zasadność podjęcia się tej tematyki badawczej, biorąc pod uwagę istniejącą literaturę naukową; (iii) wykazała się znajomością technik badawczych niezbędnych do przeprowadzenia pracy (metody spektroskopowe, optyczne i elektryczne); (iv) autorka wykazuje umiejętność zbierania i analizy danych badawczych oraz ich zrozumiałej prezentacji; (v) doktorantka przedstawia dość dobitnie umiejętność przygotowania publikacji naukowych, czego dowodem są rozdziały 2-6, oraz (vi) prawidłowo wysuwa wnioski wynikające z uzyskanych wyników prac.

3. Stwierdzam, że rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Uzasadnienie: Ogólnym problemem badawczym wskazanym przez autorkę jest zbadanie właściwości opto-elektronicznych kryształów van der Waals'a z grupy IV i VI. W tym obszarze autorka wnosi następujące argumenty, które są nowe w odniesieniu do wcześniej dostępnej literatury: (i) wykazała istnienie silnej anizotropii optycznej dla kryształów półprzewodnikowych GeSe oraz wykorzystując to zademonstrowała działanie fotodetektora czułego na polaryzację; (ii) wykazała wpływ wysokiego ciśnienia na strukturę elektronową siarczku germanu wykorzystując do tego metodę fotoodbicia czułego na polaryzację i opisując zaobserwowane przejścia optyczne oraz ich reguły wyboru; (iii) opisała efekt selektywnej czułości odpowiedzi optycznej na polaryzację światła w kryształach SnS i SnSe, który wynika ze specyfiki struktury elektronowej i reguł wyborów powiązanych z symetrią tych materiałów; (iv) wyznaczyła takie wielkości elektronowe jak potencjał jonizujący, powinowactwo elektronowe i pracę wyjścia dla kryształów SnS i SnSe; (v) zobrazowała strukturę elektronową (dyspersję) dla GeS, SnS i SnSe używając spektroskopii fotoemisyjnej z rozdzielczością kątową i wyznaczyła efektywne masy nośników dziurowych dla tych materiałów; (vi) zaobserwowała efekt Burstein'a-Moss'a wywołany wpływem defektów donorowych dla kryształów SnS<sub>2</sub> i SnSe<sub>2</sub>; (vii) zaobserwowała i opisała ciekawe widmo fotoemisyjne wywołane obecnością defektów w strukturze SnS<sub>2</sub>.

W związku z powyższym, jednoznacznie stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska może być podstawą uzyskania stopnia doktora w dyscyplinie nauki fizyczne ponieważ spełnia warunki określone w stosownej ustawie.

Niniejszym, wnoszę o dopuszczenie mgr Agaty Karoliny Tołłoczko do kolejnych etapów procedury ubiegania się o stopień doktora.

ul. Koszykowa 75,  
00-662 Warszawa  
tel.: 22 234 71 70,  
e-mail:  
mariusz.zdrojek@  
pw.edu.pl