

Prof. Tadeusz Luty

Politechnika Wrocławska

Recenzja

dorobku badawczego i aktywności naukowej w postępowaniu habilitacyjnym

Pani Dr inż. Darii Szewczyk

w dyscyplinie nauki fizyczne

Podstawą formalną dla opracowania recenzji jest decyzja Rady Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu powołująca Uchwałą z dnia 26 czerwca 2026 roku, komisję habilitacyjną w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne Pani Dr inż. Darii Szewczyk. Przesłana dokumentacja, uzasadniająca wniosek Pani Doktor skierowany do Rady Doskonałości Naukowej, zawiera autoreferat, wykaz naukowych osiągnięć oraz kopie publikacji tematycznie spójnych, stanowiących podstawę deklarowanego osiągnięcia naukowego: **Uniwersalny charakter anomalii szkło-podobnych w ciałach krystalicznych: zintegrowane badania ciepła właściwego (pik bozonowy) i przewodnictwa cieplnego (wkład koherencyjny).**

Pani Dr inż. Daria Szewczyk jest fizykiem pracującym na stanowisku adiunkta w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu. Jest absolwentką Politechniki Wrocławskiej, po uzyskaniu tytułu zawodowego magistra na kierunku Fizyka Techniczna oraz tytułów inżyniera na kierunkach Fizyka Techniczna i Elektrotechnika. Jako fizyk Pani Daria Szewczyk pracowała w Politechnice Wrocławskiej, Uniwersytecie Wrocławskim a od roku 2019 w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu. W tym też roku uzyskała stopień naukowy doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych. Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem Profesora Andrzeja Jeżowskiego, zatytułowana *Transport ciepła w polimorficznych fazach kryształów molekularnych z długozasiegowym uporządkowaniem* została wyróżniona przez Radę Naukową Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN.

Osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę wniosku o stopień doktora habilitowanego, **Uniwersalny charakter anomalii szkło-podobnych w ciałach krystalicznych: zintegrowane badania ciepła właściwego (pik bozonowy) i przewodnictwa cieplnego (wkład koherencyjny)**, jest uzasadnione w ośmiu publikacjach z lat 2021-2025, zatem z okresu po uzyskaniu stopnia doktora. Prace te zostały opublikowane w dobrych, renomowanych czasopismach fizycznych, w większości współautorskie (specyfika badań eksperymentalnych) w których Pani Daria Szewczyk jest pierwszym autorem (pięć prac) a w dwóch jest tzw. autorem korespondencyjnym. Warto zaznaczyć, że jedna z tych publikacji (oznaczona H2) była nominowana do nagrody Polskiego Towarzystwa Fizycznego w roku 2025. Nie podlega wątpliwości, że **prezentowane do procesu habilitacji publikacje stanowią dowód samodzielności badawczej**, na etapach formułowania problemu naukowego, poprzez

skomplikowane eksperymenty aż po interpretacje pomiarów i konkluzje naukowej nowości.

Właściwości termiczne ciał stałych, oś zainteresowań i badań prowadzonych w szkole naukowej Profesora Andrzeja Jeżowskiego, stanowiły wyzwanie dla Jego „ucznicy” dla kariery badawczej Pani Darii Szewczyk, tym trudniejsze że czynniki (struktura i wzbudzenia w ciele statym) wpływające na te („całkowe”) właściwości są tak liczne i skomplikowane, że ...*znakomity fizyk Prof. Wiliam Cochran w swej monografii o dynamice sieci, rozdział poświęcony przewodnictwu cieplnemu zakończył stwierdzeniem....skoro na to wpływa tyle czynników ile na pogodę należy zakończyć rozważania...*

W dobrze zaprezentowanym Autoreferacie, Autorka nakreśla cel/motywację podjętych badań aby odpowiedzieć na pytanie czy charakterystyczny dla szkistej (materiałów amorficznych) tzw. pik bozonowy charakteryzujący maksimum w temperaturowej zależności ciepła właściwego ($C_p(T)$) jest specyficzny jedynie dla tych materiałów. Przeprowadza badania, również przewodnictwa cieplnego dla kryształów molekularnych z nieporządkiem jedynie orientacyjnym, również w układach z pełnym uporządkowaniem. Odkrywa w tych badaniach, że występowanie piku bozonowego nie jest wyłącznie związane z nieuporządkowaniem strukturalnym a tzw. anomalie w temperaturowej zależności $C_p(T)$ należy wiązać z „nagromadzeniem” niskoenergetycznych wzbudzeń sieciowych (fononów optycznych) zwanych często „miękkimi modami”. Konkluzja ta, wysnuta na podstawie badań kryształu z nieporządkiem orientacyjnym, w pracy H8 (Scientific Reports, 2021) została potwierdzona obliczeniami metodą DFT. Również w kolejnych pracach potwierdza się konkluzja, że nawet nieduży nieporządek orientacyjny sprawia, że układ wykazuje cechy TLS (układ dwu-poziomowy) z charakterystycznym pikiem bozonowym. Wręcz uniwersalny charakter piku bozonowego wykazano w pracy H7 (The Journal of Physical Chemistry) gdzie pokazano, że pik ten występuje również w układach całkowicie uporządkowanych jednakże wykazujących duży stopień anharmoniczności wzbudzeń sieciowych. Szczególnie wartościowa w tym kontekście jest praca H2 (Physical Review, 2024), przedstawiająca bardzo precyzyjne pomiary ciepła właściwego w niskich temperaturach dla układu TCMX. Dociekania przyczyn tworzenia stanu szklistego w tych układach sprowadza się do reorientacji grup podstawników (metylowych, nitrowych). Określa się jako „subtelny” nieporządek orientacyjny. Podkreślić należy przeprowadzenie precyzyjnych pomiarów (w trzech różnych laboratoriach) ciepła właściwego w zakresie 0,15 – 25 K. Zakres temperatur i precyzja pomiarów pozwoliły na krytyczną analizę wyników w kontekście istniejących modeli/teorii, w szczególności: quasi-liniowej zależności temperaturowej ciepła właściwego w ekstremalnie niskich temperaturach oraz korelacji pomiędzy temperaturą Debye’a i charakterystycznym dla stanu szklistego pikiem bozonowym. Na podstawie bogatego materiału eksperymentalnego, prezentowanego w tej publikacji również dla wielu innych substancji z orientacyjnym nieporządkiem, autorzy konkludują „zadziwiającą” korelację pomiędzy temperaturą Debye’a a temperaturą maksimum w zależności $C_p(T)$, (pik bozonowy), korelację ze współczynnikiem 35, przewidywaną przez Girlando w tzw. „interstitially model”. Potwierdzenie tej regularności, choć bez odpowiedzi na pytanie skąd ta „magiczna” liczba 35, jest z pewnością ważnym wnioskiem dla poznania fizyki stanu szklistego, tym razem dokumentowaną dużą dawką solidnej eksperymentalnej pracy.

W uproszczeniu ujmując, ewidentne podobieństwo właściwości termicznych ciał szklistych i krystalicznych ma charakter „hybrydowy”, jako zmieszanie wpływów nieporządku strukturalnego z niskoenergetycznymi wzbudzeniami fononów optycznych. Niewątpliwą wartością przeprowadzonych badań Pani Darii Szewczyk jest wskazanie wspólnych, uniwersalnych cech materiałów amorficznych, przy jednoczesnym odmiennym mechanizmie odpowiedzialnym za występowanie piku bozonowego. Do pełniejszej oceny dorobku naukowego przedstawionego do aspiracji habilitacyjnej, należy wspomnieć odniesienie (prace H3, H4, H6) do współczesnych teorii przewodnictwa cieplnego wnosząc skromny, acz pożyteczny wkład do opisu tzw. koherencyjnego wkładu do transportu ciepła proponując użycie relacji Arrheniusa.

W podsumowaniu naukowego osiągnięcia Pani Darii Szewczyk dostrzegam z uznaniem duży wkład poznawczy do fizyki ciała stałego przez udowodnienie, że „nie ma wyraźnej granicy między fizyką kryształów a fizyką szkła”, zaś anomalie szkło-podobne w ciałach krystalicznych są konsekwencją występowania nisko-energetycznych optycznych wzbudzeń sieciowych oraz silnie anharmonicznych sprzężeń z siecią krystaliczną.

Na dorobek naukowy, publikacyjny Pani Dr Szewczyk składa się, obok ośmiu publikacji przedstawionych do procesu habilitacyjnego, 32 publikacje po doktoracie oraz 12 publikowanych w trakcie realizacji pracy doktorskiej. W większości są to prace współautorskie co wynika ze specyfiki (skomplikowanych) badań eksperymentalnych, wykonanych również w różnych ośrodkach badawczych. *W tym miejscu zaznaczę, że nie analizowałem (?) tzw. danych naukometrycznych z uwagi na...brak kompetencji w tym względzie.*

Pani Dr Daria Szewczyk wykazała ponad-przeciętną aktywność konferencyjną, w licznych zapraszanych wykładach i prezentacjach (obszerny spis w dokumentacji). Uwagę zwraca fakt, że aktywność ta była zarówno przed doktoratem jak i (wzmożona) po doktoracie. W dokumentach znajdujemy też informacje o udziale w komitetach organizacyjnych czterech krajowych konferencji naukowych. Z dużym uznaniem sukcesu podkreślam aktywność Pani Dr Szewczyk w pozyskiwaniu grantów badawczych a szczególnie z przeznaczeniem na współpracę międzynarodową (via NAWA) oraz możliwości staży podoktorskich (NCN). Współpraca międzynarodowa jest bogata i godna podkreślenia, co waleń przyczynia się do uznania naukowych osiągnięć i kompetencji w skali międzynarodowej (zaproszenia z wykładami).

Współpraca z Uniwersytetem Wrocławskim i Politechniką Wrocławską zaowocowała wypromowaniem absolwentów z tytułami zawodowymi licencjata i inżyniera na obu uczelniach. Dodajmy również pełnienie funkcji i odpowiedzialności merytorycznej promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN. Owocna współpraca międzynarodowa pozwala na pełnienie tej funkcji dla doktorantki w Messynie oraz Kazachstanie.

W podsumowaniu recenzji podkreślam: najwyższą ocenę dla dorobku naukowego, pracowitości i pomysłowości wykazanych w pracach eksperymentalnych, sformułowanych celów prowadzących do odkrywczych konkluzji i naukowych nowości, wniosków istotnie wzbogacających naszą wiedzę o fizyce ciała stałego w aspekcie jego termicznych właściwości. Wyrażam uznanie dla całego dorobku naukowego oraz aktywności w misji uczonego, dydaktyka i wychowawcy młodej kadry. Uważam Panią Dr inż. Darię Szewczyk za wysokiej klasy fizyka ciała stałego-uczonego, a dowodząc swoich kompetencji w procesie habilitacji, upoważnionego do prowadzenia samodzielnych badań i oceny osiągnięć środowiska w zakresie swych kompetencji. W sposób zdecydowany **stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji dokumentacja procesu habilitacji Pani Dr inż. Darii Szewczyk wypełnia ponad przeciętność wszelkie kryteria, formalne (art.219 Ustawy o szkolnictwie wyższym i nauce) i zwyczajowe dla nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne.**

*Upraszam Komisję Habilitacyjną o wniesienie do Rady Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu wniosku o nadanie (**cum laude**) Pani Dr inż. Darii Szewczyk stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.*

Tadeusz Luty

Wrocław 17 sierpnia 2026