



**Dr hab. Tomasz Sowiński, prof. IF PAN**  
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk  
Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warszawa  
[tomasz.sowinski@ifpan.edu.pl](mailto:tomasz.sowinski@ifpan.edu.pl)

Warszawa, 11 stycznia 2023 r.

**Recenzja wniosku habilitacyjnego dra Pawła Potasza  
na podstawie osiągnięcia naukowego  
pt. „Badania teoretyczne stabilności faz topologicznych  
w wybranych układach dwuwymiarowych”**

**Sylwetka habilitanta**

Doktor Paweł Potasz jest fizykiem teoretykiem wyspecjalizowanym w problematyce silnie skorelowanych układów materii skondensowanej. Ukończył on studia magisterskie na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej w roku 2007 i w tym samym miejscu w roku 2012 uzyskał stopień naukowy doktora na podstawie rozprawy zatytułowanej „Elektronowe i optyczne własności nanostruktur grafenowych”, którą przygotował pod kierunkiem profesorów Arkadiusza Wójcisa i Pawła Hawrylaka. Następnie przez wiele lat był zatrudniony w swojej Alma Mater na kolejnych stanowiskach naukowych odbywając w międzyczasie dwa zagraniczne staże podoktorskie – sześciomiesięczny w Portugalii i dwuletni w Stanach Zjednoczonych. Dodatkowo habilitant odbył też kilka krótszych wyjazdów naukowych do ośrodków w innych państwach. W marcu 2021, po powrocie z dwuletniego wyjazdu do USA, dr Potasz został zatrudniony na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Dotychczasowy przebieg kariery habilitanta wskazuje na jego dużą mobilność i umiejętność nawiązywania współpracy z różnymi grupami badawczymi.

**Osiągnięcie habilitacyjne**

Osiągnięcie habilitacyjne dra Pawła Potasza to cykl siedmiu artykułów naukowych, które zostały opublikowane w dobrych i bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W istocie wszystkie te prace są poświęcone różnym aspektom zjawisk topologicznych zachodzących w dwuwymiarowych układach silnie skorelowanych kwantowych ciał i tym samym spinający je tytuł bardzo dobrze odzwierciedla tematykę osiągnięcia. Z formalnej strony należy także podkreślić, że wszystkie czasopisma, w których publikacje stanowiące osiągnięcie habilitacyjne zostały opublikowane są ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) i tym samym spełnione są warunki, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b tejże Ustawy.

*heli*

Składnikiem osiągnięcia, którego nie można jednoznacznie i w pełni ocenić na podstawie przedstawionej dokumentacji jest indywidualny wkład habilitanta w powstanie poszczególnych publikacji cyklu. Załączone oświadczenia współautorów nie ułatwiają tego zadania, gdyż albo nie są załączone w ogóle (publikacja [H1]), albo są jednozdaniowe i dość lakoniczne. Całą sytuację komplikuje dodatkowo fakt, że w kilku przypadkach (prace [H2], [H3], [H4], [H5] oraz [H6]) pierwszymi autorami są byli doktoranci z grupy prof. Wójcisa (dr Potasz był promotorem pomocniczym). Nie jest zatem w pełni jasne czy publikacje te nie były już fragmentami dysertacji doktorskich, na podstawie których uzyskano wcześniej inne stopnie naukowe. Szczególny niepokój budzi praca [H4], która zapewne weszła w merytoryczną część rozprawy doktorskiej Marty Brzezińskiej zatytułowanej bardzo podobnie jak oceniane osiągnięcie habilitacyjne ("Fazy topologiczne i topologiczne przejścia fazowe w układach niskowymiarowych").

Elementem ułatwiającym ocenę istotnego wkładu są oświadczenia samego habilitanta. Wg tych oświadczeń dr Potasz miał niewątpliwie ważny wkład w każdą pracę cyklu habilitacyjnego, aktywnie uczestniczył w badaniach na każdym etapie ich powstawania i zapewne bez jego udziału prace te albo miałyby dużo mniejszy ładunek naukowy, albo nie powstałyby w ogóle. W szczególności widać to w przypadku dwóch najmocniejszych prac cyklu [H1] i [H7]. W takiej sytuacji (rozstrzygając wspomniane niejasności na korzyść habilitanta) pozostaje mi stwierdzić, że również i ten element jakim jest ocena istotnego/dominującego wkładu w publikacje stanowiące osiągnięcie habilitacyjne jest wystarczająco zaprezentowany i uzasadniony w dokumentacji.

Przedłożone osiągnięcie habilitacyjne wpisuje się w bardzo szeroką tematykę zjawisk topologicznych w układach materii skondensowanej, nad którymi pracuje wiele różnych grup naukowych na całym świecie od wielu lat. Choć prace dra Potasza są czysto teoretyczne to w wielu miejscach nawiązują do konkretnych realizacji doświadczalnych i bardzo często koncentrują się na wielkościach fizycznych, które albo są wprost mierzalne, albo ich pomiar nie wydaje się niemożliwy. W szczególności widać to w pracach modelujących własności monowarstw atomowych bizmutu i antymonu (prace [H2], [H4], [H5]), gdzie fazy topologiczne i ich stabilność są precyzyjnie analizowane w języku parametrów faktycznie kontrolowanych doświadczalnie (zewnątrzne pola, stężenie domieszek, deformacje sieci krystalicznej, itp.). Sytuacja jest troszkę inna w przypadku szczegółowej analizy korelacji wielociałowych (głównie chodzi o prace [H2] i [H4]). W tym przypadku oczywiście bezpośrednie zmierzenie takich korelacji jest poza zasięgiem współczesnych eksperymentów. Istotą prac jest jednak wskazanie, że przejścia pomiędzy różnymi fazami są odzwierciedlone w zachowaniu się takich korelacji. Jeśli zatem istnieje jakakolwiek mierzalna wielkość fizyczna, która zależy od nieklasycznych korelacji to może być ona odpowiednim świadkiem przejścia fazowego. Dodatkowo, badając jaki charakter mają zmiany korelacji w punkcie przejścia indukowanego wybranym parametrem można określić rodzaj tego przejścia (np. poprzez badanie nieciągłości wybranej miary splątania i jej pochodnych).



Najciekawszą pracą całego cyklu jest w mojej ocenie artykuł [H1], który wprost nawiązuje do bardzo aktualnego nurtu badań nad własnościami struktur grafenowych posiadających więcej niż jedną warstwę atomową. Od stosunkowo niedawna wiadomo, że takie układy mogą mieć bardzo egzotyczne własności transportowe zależące wprost od względnego kąta skręcenia pomiędzy kolejnymi monowarstwami. Wykorzystanie tego efektu może stać się przełomowe dla dalszego rozwoju elektroniki i już dziś jest dość powszechnie nazywane twistroniką. Jak się okazuje, istnieje pewien szczególnie wyróżniony kąt skręcenia (tzw. kąt magiczny), dla którego własności dwuwarstwy grafenowej są "wyjątkowo wyjątkowe". Przy założeniu takiego właśnie kąta skręcenia, autorzy pracy [H1] badają zarówno stabilność faz kwantowych jak i korelacje międzyelektronowe dla wypełnień większych niż 2. Wszystkie obliczenia prowadzone są wprost metodą ścisłej diagonalizacji dla małych układów. Jest to niewątpliwie praca, która daje kolejny przyczynek do lepszego zrozumienia własności układów twistronicznych.

W tym miejscu warto też zwrócić uwagę na ciekawy pomysł przedstawiony w pracy [H3] polegający na przeanalizowaniu możliwości formowania tzw. kryształów Wignera w płaskich pasmach energetycznych. Typowo krystalizacja Wignera jest rozumiana jako proces polegający na ustaleniu się wielociałowej równowagi wzajemnego odpychania pomiędzy klasycznymi cząstkami (np. elektronami), a siłami zewnętrznymi utrzymującymi układ (np. siłami pochodzącymi od dodatnio i jednorodnie naładowanego tła). W pracy [H3] autorzy pokazują, że krystalizacja Wignera jest również możliwa dla elektronów znajdujących się w częściowo zapełnionych płaskich pasmach sieci krystalicznych o nietrywialnej topologii. Szczegółowe rachunki pozwoliły zbadać stabilność powstających kryształów w zależności od różnych parametrów kontroli.

Pracami będącymi trochę na uboczu całego cyklu (choć ewidentnie do niego nawiązującymi) są artykuł [H6] i [H7]. W pierwszym autorzy badają stabilność ułamkowego izolatora Cherna przy powolnej zmianie geometrii z sieci typu szachownica do sieci Lieba. Szczególnej analizie poddano wpływ dodatkowych węzłów sieci na stabilizację stanu Laughlina. W drugim analizowany jest wkład do globalnego momentu magnetycznego pochodzący od stanów krawędziowych nietrywialnej topologicznie kropki kwantowej. W takim przypadku spodziewamy się, że moment magnetyczny będzie skalował się liniowo z rozmiarami kropki, a nie kwadratowo jak spodziewamy się w przypadku układów z trywialną topologią. Jest to bezpośrednia konsekwencja liniowej (a nie kwadratowej) relacji dyspersyjnej.

W mojej ocenie, przedłożony cykl publikacji spełnia warunki merytoryczne stawiane osiągnięciom habilitacyjnym z fizyki teoretycznej. Uważam je za merytorycznie wartościowe i na pewno zwiększające ogólne rozumienie topologicznych własności silnie skorelowanych, niskowymiarowych układów wielociałowych.

## **Pozostała działalność naukowa**

Pozostała działalność naukowa dra Potasza jest typowa dla naukowców na tym etapie kariery naukowej. Składają się na nią zarówno prezentacje konferencyjne (kilka wystąpień, również wykłady zaproszone) jak i opublikowane prace. Po uzyskaniu stopnia doktora habilitant opublikował łącznie 20 artykułów naukowych, czyli 13 niewchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Wszystkie te prace są kilkuautorские (od 2 do 10 autorów) i zostały opublikowane w rozpoznawalnych czasopismach naukowych, w tym jedna w Phys. Rev. Lett. i cztery w Phys. Rev. B. Wszystkie dotyczą różnych aspektów modeli sieciowych stosowanych do opisu silnie skorelowanych układów fizyki materii skondensowanej. W moim odczuciu, jedną z najciekawszych jest praca E19 (Phys. Rev. B **88**, 155429 (2013)), w której autorzy przeprowadzają bardzo zgrabną i w pełni analityczną analizę stanów własnych o zerowej energii hamiltonianu ciasnego wiązania (stanów własnych rozpinających jądro hamiltonianu) w dwuwymiarowych sieciach grafenowych o skończonych rozmiarach.

Z punktu widzenia oceny samodzielności naukowej, należy wskazać, że słabszym wskaźnikiem charakteryzującym całą listę publikacji dodatkowych jest fakt, że zdecydowana ich większość powstała w ramach współpracy z promotorami doktoratu dra Potasza, tj. prof. Wójsem i/lub prof. Hawrylakiem. Jedynie cztery prace z tej listy nie mają ich wśród współautorów. To wskazuje, że proces budowania samodzielności naukowej do tej pory opierał się głównie o współpracy jeszcze z czasów przygotowywania doktoratu. Na tym tle, na pewno elementem bardzo pozytywnym jest zupełnie nowa współpraca nawiązana niedawno z grupą prof. MacDonalda podczas dwuletniego pobytu w Teksasie. Przynosi ona naukowo bardzo wartościowe prace i daje szansę na dalszy rozwój. Elementem sprzyjającym jest też zatrudnienie w zupełnie nowym środowisku toruńskim, gdzie dr Potasz będzie miał na pewno możliwość nawiązania kolejnych kontaktów naukowych i poznać inne punkty widzenia na swoją tematykę badawczą. Być może pozwoli to również bardziej odważnie rozszerzyć zainteresowania naukowe habilitanta poza fizykę modeli sieciowych materii skondensowanej.

## **Działalność organizacyjna**

Dr Paweł Potasz posiada bardzo duże umiejętności organizowania zaplecza dla swoich badań naukowych. Najwyraźniej widać to po zdobywanych środkach finansowych na ich prowadzenie. Od momentu uzyskania stopnia naukowego doktora był on niemal nieprzerwanie kierownikiem jakiegoś grantu. Najpierw były to projekty niewielkie – Iuventus Plus i Mobilność Plus. Te pozwoliły mu na rozpoczęcie kreowania własnego kierunku badań oraz odbycia półrocznego stażu podoktorskiego w Portugalii. Następnie kierował on projektem znacznie większym uzyskanym w ramach programu SONATA Narodowego Centrum Nauki, który jest kierowany do młodych naukowców. Biorąc tylko te elementy można byłoby już uznać, że zdolności organizacyjne habilitanta są bardzo dobre. Dr Potasz ma ich jednak znacznie więcej. W roku 2019 zdobył grant Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej w ramach programu Bekkera, który pozwolił mu odbyć roczny staż



podoktorski w grupie prof. Allana MacDonalda w Stanach Zjednoczonych. Jak ważny był to element jego kariery pokazują wprost doskonałe publikacje z tego okresu, a także pośrednio późniejsze przedłużenie jego pobytu w tej samej grupie finansowane już ze środków zagranicznych. Elementem spinającym te wszystkie elementy jest uzyskanie przez habilitanta grantu w ramach konkursu OPUS kierowanego do naukowców na wszystkich etapach kariery. Bezsprzecznie, ze względu na bardzo dużą konkurencję, zdobycie na tym etapie kariery finansowania w ramach tego programu to bardzo duży sukces, wyróżnienie i docenienie dotychczasowych wyników naukowych habilitanta. Poza zdobywaniem kolejnych grantów, do aktywności organizacyjnej zalicza się również pełnienie bardzo wymagającej funkcji sekretarza 44. Zjazdu Fizyków Polskich, a także bardzo aktywna, często niewidoczna i niedoceniana praca recenzenta artykułów w czasopismach naukowych.

### **Działalność dydaktyczna**

Działalność dydaktyczna dra Pawła Potasza jest silnie oparta na dwóch bardzo ważnych filarach. Z jednej strony, w trakcie zatrudnienia na Politechnice Wrocławskiej prowadził on regularnie zajęcia dla studentów. Głównie były to ćwiczenia i laboratoria do wykładów z fizyki, ale również był to wykład specjalistyczny z efektów topologicznych jak i zajęcia komputerowe. Te ostatnie kontynuuje na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie obecnie jest zatrudniony. Drugim filarem jest bardzo duża aktywność promotorska habilitanta. Do chwili obecnej wypromował on jednego magistranta oraz jako promotor pomocniczy aż trzech doktorów. Jak wynika z przedłożonej dokumentacji, kolejna rozprawa doktorska przygotowywana pod pomocniczym kierunkiem dra Potasza będzie wkrótce przedmiotem postępowania. Ze względu na fakt, że nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego wiąże się przede wszystkim z uzyskaniem ważnych uprawnień promotorskich, doświadczenie zdobyte w tym kierunku przez kandydata na pewno będzie miało bardzo pozytywny wpływ na kariery młodych naukowców, którzy w przyszłości trafią pod opiekę dra Potasza.

### **Wskaźniki bibliometryczne**

Wg deklaracji zawartej w autoreferacie, dr Paweł Potasz do dnia złożenia wniosku habilitacyjnego opublikował 30 artykułów naukowych indeksowanych w bazie Web of Science, z czego 20 już po otrzymaniu stopnia naukowego doktora. Na dzień sporządzenia recenzji w bazie WoS znajduje się dodatkowo najświeższy artykuł habilitanta opublikowany w czasopiśmie Physica E oraz kilka artykułów pokonferencyjnych, które nie zostały wskazane w dokumentacji. Zdecydowana większość prac opublikowana jest w dobrych lub bardzo dobrych czasopismach uznanych w środowisku fizyki materii skondensowanej. To przekłada się bezpośrednio na bardzo dobry i ciągły odbiór tych prac przez innych naukowców – ok. 800 obcych cytowań przy obecnej dynamice ok. 90 cytowań na rok. Ten wynik zapewne jest w pewnym stopniu związany również z dużą międzynarodową rozpoznawalnością naukową częstych współautorów dra Potasza (A. H. MacDonalda, P. Hawrylaka, A. Wójśa). Niemniej jednak należy uznać, że wskaźniki bibliometryczne habilitanta są bardzo dobre jeśli odnieść je do aktualnego etapu kariery naukowej.

## Podsumowanie

Przedstawiona dokumentacja wniosku habilitacyjnego dra Pawła Potasza niewątpliwie ujawnia sylwetkę młodego, zdolnego i bardzo aktywnego fizyka teoretyka specjalizującego się w problemach topologicznych wielociałowych układów kwantowych. Dotychczasowy przebieg kariery wskazuje, że dr Potasz posiada wszystkie zwyczajowe atrybuty przypisywane samodzielnym pracownikom naukowym, tj. potrafi samodzielnie formułować ciekawe i nowatorskie problemy badawcze i w kolejnych krokach śmiało dążyć do ich rozwiązania, włączając przy tym do współpracy innych naukowców – zarówno doktorantów jak i fizyków bardzo doświadczonych. Bardzo ważnym elementem jego działalności jest umiejętność zdobywania środków finansowych na prowadzenie swoich badań zarówno w formie stypendiów wyjazdowych jak i grantów. Świadczy to zarówno o bardzo dobrych umiejętnościach organizacyjnych habilitanta jak i jego rozpoznawalności w środowisku. Doświadczenie zdobyte podczas pełnienia funkcji promotora pomocniczego w przewodach doktorskich daje zaś wystarczającą rękojmię, że drowi Potaszowi można powierzyć funkcję głównego promotora.

Oprócz spełniania warunków zwyczajowych jakie stawiane są kandydatom do drugiego stopnia naukowego w zakresie fizyki teoretycznej wniosek dra Pawła Potasza czyni zadość również wszystkim ustawowym warunkom formalnym, gdyż niewątpliwie zawiera powiązany tematycznie cykl wartościowych i dostrzeżonych przez środowisko naukowe publikacji, a jego badania były prowadzone w kilku ośrodkach naukowych.

Biorąc te wszystkie elementy pod uwagę popieram wniosek dra Pawła Potasza o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

A handwritten signature in blue ink, reading "Tomasz Jowinli". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke at the beginning.