

Prof. Jakub Tworzydło
Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski

Recenzja osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowo-badawczego
doktora Janusza Jacaka
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych,
w dyscyplinie fizyki.

Sylwetka kandydata

Kandydat do stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych, pan dr. Janusz Jacak, jest wychowankiem Instytutu Fizyki na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. W tej instytucji uzyskał stopień inżyniera magistra, a następnie obronił doktorat. W czasach studenckich był wielokrotnie nagradzany, otrzymując trzykrotnie nagrodę Dziekana za wyniki w nauce i zdobywając tytuł najlepszego absolwenta WPPT Politechniki Wrocławskiej. Dr. Jacak jest jednocześnie absolwentem Wydziału Informatyki i Zarządzania PWr, gdzie także obronił pracę dyplomową z wyróżnieniem i gdzie również był nagradzany.

Znakomite wyniki osiągnięte w czasie studiów niewątpliwie zapowiadały sylwetkę wybitnie uzdolnionego i ambitnego badacza. Wskazywały też na podwójne zainteresowania kandydata, które utrzymują się do dziś: dotyczące zarówno podstawowych badań fizycznych, jak też bardziej stosowanej wiedzy informatycznej.

Rozprawa doktorska kandydata, przygotowana na podstawie badań prowadzonych w Instytucie Fizyki WPPT PWr, nosiła tytuł „Zastosowanie grup warkoczowych w fizyce układów hallowskich 2D (wyjaśnienie struktury złożonych fermionów)”, została obroniona w 2011 roku, a jej promotorem był prof. Ryszard Gonczarek. Praca nie tylko była wyróżniona, ale także kandydat otrzymał za nią I-sze miejsce w konkursie PTF na najlepszą rozprawę doktorską.

Podczas studiów doktoranckich kandydat prowadził też owocną współpracę naukową, dokumentowaną wspólnymi publikacjami, z prof. Schaadtem w Karlsruhe i prof. Krasnym w Odessie. Zwraca też uwagę różnorodność tematyki badawczej podejmowanej przez kandydata w tym czasie. Obok głównego tematu doktoratu były to: efekty plazmonowe, zagadnienia fotowoltaiki czy defazacja spinu w kropkach kwantowych.

W dalszym przebiegu kariery naukowej kandydat, już po doktoracie, był zatrudniony najpierw jako asystent, a potem jako adiunkt na WPPT PWr, czyli pozostał cały czas na swojej macierzystej uczelni i wydziale. Od roku 2014 jest adiunktem w Katedrze Technologii Kwantowych, powstałej w wyniku przekształcenia Instytutu Fizyki WPPT.

Niestety, po uzyskaniu doktoratu kontakty międzynarodowe kandydata w wiodącej dziedzinie badań wydają się zanikać. Kandydat w czasie, który podlegać ma obecnej ocenie, nie wykazuje bezpośredniej współpracy międzynarodowej w dziedzinie przedstawianego osiągnięcia, nie odbywał stażów podyktorskich ani dłuższych wyjazdów naukowych. W załączonym „wykazie” znajdują jedynie wzmiankę o krótkiej wizycie naukowej w Austin u prof. Allana MacDonalda w zeszłym roku, przy czym nie jest wyszczególniony charakter tej wizyty. Ocenie merytorycznej ma podlegać oczywiście jakość samego osiągnięcia naukowego, jednak brak szerszego kontekstu współpracy powinien być poważnym sygnałem ostrzegawczym, także do przemyślenia dla kandydata. Sytuacja jest szczególnie niepokojąca, jeśli zwróci się uwagę na przedstawione powyżej tło, zapowiadające znakomitego młodego badacza.

Kandydat legitymuje się także aktywnością badawczą na styku informatyki stosowanej i fizyki, zajmując się kryptografią kwantową w ogólności, a metodami przekazywania kluczy kwantowych w szczególności. Wydaje się, że badania kandydata w tej dziedzinie mają charakter bardziej praktyczny niż fundamentalny. Uczestniczy w międzynarodowych ciałach dyskutujących przyszłe standardy i certyfikaty. Zaangażowanie to wydaje się dość rozbudowane, kandydat uczestniczył w specjalistycznych szkoleniach (w Austrian Institute of Technology (AIT) we Wiedniu, oraz w Genewie, w latach 2012-2013), we wspólnym projekcie z AIT (do 2015 roku), a także w szeregu konferencji z tej tematyki. Jest też współautorem 5 krajowych zgłoszeń patentowych, również z zakresu kwantowego przetwarzania informacji, a dotyczących certyfikatów, szyfrowania i zabezpieczeń.

Ocena osiągnięcia

Przedstawione do oceny osiągnięcie badawcze zostało przez p. doktora Janusza Jacaka zatytułowane „Topologiczne efekty kwantowe w niejednorodnych przestrzeniach 2D i zastosowania do fizyki hallowskiej w 2DEG GaAs i w grafenie jednowarstwowym i dwuwarstwowym”.

Na osiągnięcie składa się 14 prac opublikowanych w międzynarodowych czasopismach oraz jedna monografia. W 11-tu z tych prac dr. Jacak jest pierwszym autorem, w pozostałych trzech pracach pierwszym autorem jest doktorantka. W 8-u spośród załączonych prac współautorem jest prof. Lucjan Jacak. Wszystkie prace opublikowane zostały w dobrych i bardzo dobrych czasopismach, w tym jeden artykuł w *Physical Review A*, jeden w *Annalen der Physik*, i dwa w *Scientific Reports*. Dokumentacja osiągnięcia od strony publikacyjnej przedstawia się zatem bardzo solidnie. Budując opinię o osiągnięciu nie mogę nie liczyć się z faktem, że zostało ono przedstawione w uznanych, recenzowanych czasopismach. Jest to zatem niewątpliwie mocna strona przedstawionej rozprawy i ważki argument za jej przyjęciem.

Bliższe przyjrzenie się liście publikacji ujawnia jednak również słabsze strony osiągnięcia. Podejmowana jest bardzo wąska tematyka, dotycząca w zasadzie tylko jednego zjawiska i jednej metody. Tytuły przedstawionych prac wydają się powtarzać, może nie w sensie dokładnym, ale w warstwie merytorycznej reprezentowanej przez poszczególne tematy. Cała przedstawiona seria prac sprawia wrażenie, że jest przede wszystkim kontynuacją tematu z doktoratu. Uderzający jest też brak rozpoznawalności osiągnięcia: znalazłem tylko 1 cytowanie spoza wąskiej grupy współautorów: praca grupy Goldahbera-Gordona (*Nat. Comm.* 7, 13908 (2016)) cytuje artykuły [5], [7], [9], i [12] (odnośniki do prac osiągnięcia podaje wg „Wykazu opublikowanych prac” pkt I.B). Konkluzja autorów doświadczenia z *Nat. Comm.* jest jednak taka, że obserwacje nie zgadzają się ze scenariuszem przewidzianym w osiągnięciu.

Kandydat w przedstawionej do oceny serii prac kontynuuje obserwację poczynioną w doktoracie. Zastowanie warunku współmierności orbit cyklotronowych prowadzi do wyboru pewnych grup

trajektorii w formalizmie pół-klasycznym przy czym stanem odniesienia jest (najprawdopodobniej) klasyczny kryształ Wignera. Zastosowanie tego warunku pozwala autorowi na wyciąganie daleko idących wniosków co do wyróżnionych współczynników obsadzenia w układach przejawiających cechy ułamkowego kwantowego efektu Halla. Podstawowy wynik został moim zdaniem podany w pracy autora w Phys. Lett. A (2009), dwa lata przed obroną doktoratu. Pomysł został następnie przeformułowany za pomocą dość wyrafinowanego aparatu pojęciowego z zastosowaniem klasy podgrup grupy warkoczowej topologicznie nierównoważnych trajektorii kwantowych cząstek w 2D, ostateczne sformułowanie znajduje się w pracy opublikowanej rok temu [1] w Phys. Rev. A.

W autoreferacie kandydat przedstawia wnioski wynikające ze swojego sformułowania jako „ściśle matematycznie”. Niestety, pracę [1] z Phys. Rev. A osobiście odbieram jako rozczarującą pod tym względem, a stwierdzenie uważam za użyte nieco na wyrost. Oczekiwałem solidnego wyprowadzenia, prowadzącego od wzoru do wzoru, zgodne z regułami sztuki fizyki teoretycznej, a takiego ujęcia nie znalazłem. Oczywiście, nawet przy braku całkowicie spójnego przedstawienia, teoria może zawierać ciekawą intuicję czy wskazywać na istotną heurystykę, jednak nie jest to równoważne sformułowaniu ścisłemu. Pojawia się też problem natury metodologicznej: zazwyczaj w teoriach „ściśle” w materii skondensowanej podawany jest mały parametr rozwinięcia, lub formułowane jest odpowiednio dobrane przejście asymptotyczne. Ujęcie zaprezentowane przez autora takiego kryterium w sposób jawny nie formułuje.

Niemal w całej serii prac przedstawionych do osiągnięcia kandydat zajmuje się przede wszystkim podawaniem proponowanych, wyróżnionych współczynników wypełnienia (które nazywa hierarchią) dla obsadzeń poziomów Landaua. Początkowo (prace [8], częściowo też [13] i [14]) ujmuje w ten sposób warunki dla wyższych poziomów Landaua, w tym także z uwzględnieniem spinowego stopnia swobody elektronów. Prace [10], [5] i [6] dotyczą tego samego zagadnienia w mono-warstwach grafenowych, w kolejnych [2] i [7] argumentacja zostaje rozszerzona na dwu-warstwy grafenowe (przy czym podwójna warstwa wydaje się być traktowana w bardzo uproszczonym modelu). Znajdujemy też kilka prac zestawiających wyniki dla jedno- i dwu- warstwy grafenowej [6], [9], [13] i [14]. W pracach [3], [4] natomiast autor przenosi swoje rozważania na układy dwuwymiarowych hetero-warstw dopuszczające wzbudzenia ekscytonów skośnych. We wszystkich pracach autor obraca się w ramach tego samego podejścia i bardzo zbliżonej argumentacji. Wyniki mają często charakter heurystyczny,

sprawiają wrażenie jakościowych przewidywań bardziej niż będących wynikiem systematycznych obliczeń.

Sposób prezentacji wyników autora zarówno w serii prac, ale jeszcze wyraźniej w autoreferacie, wzbudza we mnie pewne zakłopotanie i sytuuje rozważania autora prawdopodobnie na granicy integralności naukowej. Kandydat nadużywa sformułowań i określeń typu: nowatorski, ścisły, kompletny, naturalny. Ponadto podejmuje próbę „przeciwstawiania” się teorii CF z użyciem pozamerytorycznych argumentów, np. domniemania osobistych uprzedzeń redaktorów najpoważniejszych czasopism (na str. 28 autoreferatu). Stwierdzenie autora o „rosnącym zainteresowaniu” ze str. 29, nieubłaganie rewiduje 1 niezależne cytowanie do jego prac.

Przedstawiona seria wyników budzi jednak mój podziw jeśli chodzi o nakład pracy i zaangażowanie autora, wskazuje też na błyskotliwość operowania wieloma współczesnymi koncepcjami i nawiązaniami erudycyjnymi. Z drugiej jednak strony, wskazywałbym na brak solidnych metodologicznych fundamentów, załączania głównych kroków rachunków i wyprowadzeń, tak, aby można było je zweryfikować. Brakuje krytycznego spojrzenia, testów (np. badania zakresu stosowalności, pomocniczych modeli odtwarzających fazy podpowiadane przez intuicję), kontaktu z bieżącą literaturą teoretyczną (w warstwie merytorycznej, nie tylko niezobowiązujących cytowań). Dla zaproponowanej funkcji falowej (praca [12]) nie zostały szerzej przebadane jej konsekwencje, takie jak degeneracja stanu podstawowego i zależność od geometrii (jako podstawowe własności faz topologicznych) czy zgodności (przekrycia) z funkcjami falowymi ścisłej diagonalizacji. Nie znajduję też w podejściu autora systematycznego badania stabilności energetycznej proponowanych rozwiązań, rozważenia spektrum wzbudzeń, czy odporności na nieporządek. Oczywiście różny jest stopień trudności uzyskania tego typu rozszerzeń, ale przynajmniej niektóre z tej listy były podejmowane i weryfikowane w przypadku, przedstawianej przez autora jako konkurencyjna, teorii złożonych fermionów (CF).

Znajduję też przykład istotnej niekonsekwencji w prezentowanych przez autora wynikach. Konstrukcja przedstawiona w osiągnięciu opiera się na podstawowym parametrze q – jest to liczba pętli cyklotronowych trajektorii kwantowej cząstki. Fundamentalny wzór na wyróżnione współczynniki zapelnienia występuje w różnych formach, które jednak powinny być równoważne, domaga się tego

konsystencja wyводу autora. Okazuje się jednak, że wzór na ułamkowy współczynnik wypełnienia pojawiający się w artykułach: [1] z Phys. Rev. A (Eq. (4) oraz na Rys. 2) i ten sam wzór w [2] Sci. Rep. (Appendix A Eq. (6)) daje niekonwencjonalne wypełnienie $6/17$ dla parametru $q=7$. Wzór na tę samą wielkość, uzyskany jak się wydaje dla tego samego zagadnienia i z tego samego podejścia w [12] Proc. Royal Soc. (Eq. (3.5) oraz w Table 1) przewiduje wypełnienie $6/17$ dla innej wartości parametru $q=5$. Co zastanawiające, przy zmienionych oznaczeniach, w pracy [11] Ann. der Phys. wzór (14) jest także zgodny z $q=5$ dla wypełnienia $6/17$.

Poważnym nadużyciem jest moim zdaniem podwójne opublikowanie bardzo podobnych rysunków, problem ten dotyczy pracy [3] i [4]. Niemal identyczne są rysunki Fig. 3 a), b) oraz d) z pracy [3] z rysunkami Fig. 3 a), b), c) zamieszczonymi w pracy [4]. Przy tym nie są to szkicowe ilustracje dotyczące sformułowania zagadnienia, ale wykresy ilustrujące główny wynik badań. Identyczne wykresy zawierają wiele szczegółów, oznaczeń, kolorowe mapy zawierające obliczony diagram fazowy. Co więcej, obie prace zostały wysłane do czasopism niemal jednocześnie, w odstępie dwu tygodni: 15 listopada 2017 roku praca [4] i 5 grudnia tego samego roku praca [3].

Dane bibliometryczne i udział współautorów

Należy podkreślić, że kandydat jest pierwszym autorem większości prac przedstawionego cyklu. Prace mają stosunkowo krótką listę autorów: cztery są jedno-autorskie, osiem dwu-autorskich, dwie trzy-autorskie oraz cztero-autorska monografia. Oświadczenia o wiodącej roli kandydata w badaniach zestawionych w prezentowanym osiągnięciu nie budzą wątpliwości. Wskaźniki bibliometryczne charakteryzujące dokonania kandydata (podane wg. złożonej dokumentacji) to 77 cytowań (w bazie WoS, bez autocytowań) i indeks Hirsha 7. Są to dane dostateczne do przyjęcia habilitacji, jednak problemem jest wymieniany przez mnie wcześniej brak rozpoznawalności prac wchodzących w skład osiągnięcia.

Pozostała aktywność naukowa

Oprócz włączonych do cyklu stanowiącego osiągnięcie, kandydat opublikował także artykuły z dziedziny kryptografii kwantowej (kwantowej dystrybucji kluczy), z zakresu spektroskopii

Ramanowskiej i plazmoniki. Jest współautorem w sumie trzech prac w recenzowanych czasopiśmie międzynarodowych z zakresu informacji kwantowej: dwu w International Journal of Quantum Information (IF=1.0) oraz jednej w Optical and Quantum Electronics (IF=1.2). Uczestniczył w badaniach doświadczalnych z zakresu spektroskopii Ramanowskiej (współpraca ta nie miała jednak kontynuacji po 2012 roku), jest współautorem wielo-autorskiej publikacji z tego zakresu zagadnień w Journal of Applied Physics (IF=2.2). Kandydat jest też współautorem artykułu z zakresu plazmoniki (to też kontynuacja tematyki podejmowanej przed doktoratem) w Journal of Applied Physics (IF=2.2). Oceniam, że dorobek publikacyjny i badawczy autora poza wiodącym tematem osiągnięcia jest obecny, choć jednak stosunkowo niewielki.

Kandydat ma w dorobku tylko jedną prezentację ustną na konferencji międzynarodowej (w Dreźnie na konferencji Graphen 2018), pozostałe to prezentacje ustne na sympozjach o charakterze międzynarodowym, ale organizowanych lokalnie na Politechnice we Wrocławiu (3 prezentacje z zakresu osiągnięcia, 2 z zakresu kwantowej kryptografii). Kandydat otrzymał też dwa krajowe wykłady zaproszone: na Zjeździe Fizyków Polskich (na sesji tematycznej w 2013 roku) i na seminarium LFPPi (sieci Laboratoriów Fizycznych Podstaw Przetwarzania Informacji) we Wrocławiu (2013), obydwie z tematyki osiągnięcia. Powyżej podane dane dotyczą jedynie wystąpień po doktoracie i w dużej mierze odzwierciedlają słabe oddziaływanie wyników badawczych kandydata na środowisko naukowe.

Kandydat wykazuje się za to bardzo solidną aktywnością w pozyskiwaniu i prowadzeniu grantów; był kierownikiem projektu Sonata NCN (2016-2020) z zakresu tematyki osiągnięcia, uczestniczył jako wykonawca w pięciu projektach (NCN, POIG, NCBiR) z tematyki osiągnięcia i z zakresu kryptografii kwantowej, został też nagrodzony dwoma grantami Politechniki Wrocławskiej „Młoda Kadra”. Kandydat kierował też trzyosobowym zespołem badawczym z zakresu oprogramowania do kwantowej dystrybucji kluczy na potrzeby projektu NLKT (Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych). Kandydat jest członkiem komitetu naukowego Instytutu EITCI (European Information Technology Certification Institute w Brukseli), uczestniczy w pracach grup roboczych tej instytucji przy standaryzacji i certyfikacji kryptografii kwantowej.

W zakresie działalności dydaktycznej, edukacyjnej i popularyzatorskiej kandydat wykazywał się moim zdaniem ponadprzeciętną aktywnością. Był do tej pory promotorem 3 prac magisterskich (w tym jednej

dotyczącej dziedziny osiągnięcia, dwu z zakresu informacji kwantowej) oraz opiekunem 7 prac inżynierskich, sprawował też opiekę naukową nad doktorantką (z tematyki osiągnięcia). Jest ponadto autorem licznych skryptów i materiałów dydaktycznych: do informatyki kwantowej, kryptografii kwantowej, optyki kwantowej, i mechaniki kwantowej I i II. Prowadził kursowe wykłady, ćwiczenia, laboratoria, a nawet uczestniczył w opracowywaniu planów nauczania. Za działalność popularyzatorską można też uznać: wykłady z zakresu kryptografii kwantowej adresowane do szerokiej społeczności studenckiej i organizację wycieczek dydaktycznych w Narodowym Laboratorium Technologii Kwantowych PWr.

Ocena końcowa

Na podstawie analizy wniosku pana dr. Janusza Jacaka o nadanie stopnia doktora habilitowanego, której najważniejsze wyniki przedstawiłem w tej recenzji, stwierdzam, że przedłożony wniosek jest wnioskiem słabym i w zaledwie dostatecznym stopniu spełnia warunki określone Ustawą o stopniach i tytule naukowym. Mimo licznych zastrzeżeń, wnoszę o przyjęcie tej rozprawy i dopuszczenie pana dr. Janusza Jacaka do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Warszawa, 22.03.2019 r.

