

Marek Trippenbach  
Instytut Fizyki Teoretycznej  
Uniwersytet Warszawski  
ul. Pasteura 5  
02-093 Warszawa

Warszawa, 13 grudnia 2016

**Ocena dorobku naukowo-badawczego dr Emilii Witkowskiej  
i recenzja jej osiągnięć naukowych przedstawionych do habilitacji  
pt.: „Dynamiczne zmiany korelacji w atomowych  
kondensatach Bosego-Einsteina.”**

**Informacje podstawowe**

Dr Emilia Witkowska ukończyła studia w 2003, otrzymując stopień magistra fizyki teoretycznej na Uniwersytecie w Białymstoku. Tytuł pracy magisterskiej: Dynamika solitonów w jednowymiarowym zdegenerowanym gazie Fermiego, promotorem był prof. dr hab. Mirosław Brewczyk. W roku 2007 otrzymała stopień doktora nauk fizycznych w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Tytuł rozprawy doktorskiej: Metoda pól klasycznych w opisie gazu bozonowego w równowadze termodynamicznej, promotorem był prof. dr hab. Mariusz Gajda. Stopień doktora nauk fizycznych został nadany przez Radę Naukową Instytutu Fizyki Polskiej Akademii Nauk uchwałą z dnia 29 listopada 2007 r. Od stycznia 2008 jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Przebywała na kilku stażach naukowych za granicą. Od 2008 przebywała wielokrotnie na dłuższych (powyżej miesiąca) i krótszych stażach naukowych w laboratorium Kastler-Brossel École Normale Supérieure w Paryżu, w ramach polsko-francuskich projektów badawczych na podstawie umowy o współpracy międzynarodowej pomiędzy Polską Akademią Nauk (PAN) i Francuskim Narodowym Centrum Badań Naukowych (CNRS). W 2006 roku odbyła staż naukowy w laboratorium Kastler-Brossel École Normale Supérieure w Paryżu w grupie prof. Y. Castina. Bezpośrednim przełożonym była prof. Alice Sinatra. W 2005 roku odbyła staż naukowy w laboratorium Clarendon Uniwersytetu w Oksfordzie, Wielka Brytania, w grupie prof. K. Burnett. Bezpośrednim przełożonym był dr K. Góral. Dane bibliometryczne charakteryzujące dorobek pani dr Emilii Witkowskiej według bazy Web of Sciences na dzień 12.07. 2016 r. obejmują liczbę publikacji 22, liczbę cytowań 173, liczbę cytowań bez autocytowań 138, oraz index Hirscha 8.

**Ocena osiągnięć przedstawionych do habilitacji**

Osiągnięciem naukowym dr Emilii Witkowskiej, będącym podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego jest cykl 9 prac z lat 2011-2016 opublikowanych głównie w czasopiśmie Physical Review A i B (4) oraz Physical Review Letters (3). Muszę stwierdzić, że opis osiągnięcia naukowego zawarty w Autoreferacie jest bardzo przejrzysty i pełny. Spójność całego cyklu prac opiera się na badaniach korelacji kwantowych, jednak łatwo można podzielić te prace na trzy różne zagadnienia.

Pierwsza część dokonania, zawarta w pracach h1-h4 dotyczy rozważań na temat przejścia fazowego Kibble'a-Zurka. Ma on uniwersalny charakter w pobliżu punktu krytycznego i prowadzi

on do spontanicznego powstania licznych defektów fazowych zmniejszających spójność fazową układu. Cykl publikacji otwiera praca podsumowująca badania nad klasycznym przejściem fazowym jakie ma miejsce podczas kondensacji kwazi-jednowymiarowego układu [h1]. W kolejnych pracach [h2-h4] autorzy dyskutują kwantowe przejście fazowe w spinorowym antyferromagnetycznym kondensacie Bosego-Einsteina.

Drugie zagadnienie to dynamiczne wytwarzanie stanów ściśniętych spinowo z początkowych spinowych stanów koherentnych (prace h5-h9) i powstały w wyniku współpracy habilitantki z grupa Alice Sinatra z Paryża. W opisanym zjawisku wyniku nieliniowej dynamiki następuje wzmocnienie międzyatomowych korelacji kwantowych, kluczowych w procesie tworzenia stanów ściśniętych (splątanych). Stany ściśnięte spinowo to silnie skorelowane stany układu atomów pozwalające na wzmocnienie czułości pomiaru powyżej granicy szumu śrutowego, potencjalnie umożliwiające osiągnięcie granicy Heisenberga. W kontekście tworzenia stanów splątanych istotne jest zrozumienie procesów dekoherencji zmniejszających poziom ściśnięcia, lub ustalenie nowatorskich schematów znacząco zwiększających jego poziom. Publikacje [h5-h7] dotyczą wpływu fluktuacji termicznych obecnych w stanie początkowym na poziom ściśnięcia osiągalny w typowym schemacie doświadczalnym.

I wreszcie trzecie zagadnienie zawarte w pracach h8-h9 dotyczą badań spinorowych kondensatów z uwzględnieniem oddziaływań dipolowych.

Myślę, że wszystkie te zagadnienia stanowią bardzo aktualne tematy badawcze, ich poziom naukowy jest bardzo wysoki, a habilitantka wykazała się znajomością warsztatu naukowego oraz biegłością w obliczeniach numerycznych.

## Charakterystyka dorobku naukowego

Działalność naukowa dr. E. Witkowskiej skupia się na badaniu procesów kwantowych w zimnych gazach atomowych,

Dorobek naukowy dr Emilii Witkowskiej udokumentowany (poza pracami stanowiącymi podstawę osiągnięcia naukowego będącego podstawą do wszczęcia postępowania habilitacyjnego) jest liczbą 13 artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach międzynarodowych (prace o1-o13). Habilitanta zajmowała się między innymi dynamiką solitonów w zdegenerowanych gazach kwantowych. Pierwsza publikacja [o1] dotyczyła dynamiki jasnych i ciemnych solitonów w zdegenerowanym gazie Fermiego, wytworzonych techniką nadruku fazy. Kolejna praca [o2] ujawniła obecność solitonów w stanie równowagi termodynamicznej w słabo oddziaływającym kwazi-jednowymiarowym gazie Bosego. Obecność solitonów w równowadze termodynamicznej została wyjaśniona jako wzbudzenia II-go typu modelu Lieb-Linigera jednorodnego gazu jednowymiarowego.

Kolejną tematyką którą zajmowała się habilitantka podczas pobytu w Laboratorium Clarendon w Oksfordzie pod kierunkiem dr K. Górala była dysocjacja molekuł za pomocą rezonansów Feshbacha (praca o3). Następną, większą grupę prac stanowią rezultaty badań układów fizycznych przy zastosowaniu metody pól klasycznych, wprowadzonej przez profesorów Rzążewskiego i Gajdę. Było to również głównym tematem pracy doktorskiej pani dr Emilii Witkowskiej zatytułowanej: „Metoda pól klasycznych w opisie gazu bozonowego w równowadze termodynamicznej”, której promotorem był prof. dr hab. Mariusz Gajda. Następnie należy wspomnieć badania nad spójnością czasową atomowych kondensatów Bosego-Einsteina, prowadzone we współpracy z prof. A. Sinatrą z LKB, ENS w Paryżu. Dotyczą one wpływu oddziaływań oraz niezerowej temperatury na dynamikę fazy kondensatu Bosego-Einsteina. Opisano tu układ kwantowe numerycznie, za pomocą pól klasycznych, oraz analitycznie w przybliżeniu Bogoliubowa. Pozostałe tematy badawcze z jakimi „zmierzyła” się pani

Emilia Witkowska to: termodynamika kondensatów spinorowych, uniwersalność kondensacji w układach polarytonowych (we współpracy z dr hab. Matuszewskim) oraz uwięzienie splątania za pomocą klasycznych punktów stacjonarnych (we współpracy z dr. Pawłowskim).

Z powyższego wynika jasno, że dr. Emilia Witkowska podejmuje „wyzwania” naukowe dotyczące szerokiego zakresu zagadnień z dziedziny kondensatów atomowych i polarytonowych, i w ciągu ostatnich lat pracy zbudowała solidny warsztat naukowy, stanowiący duży potencjał do dalszej pracy naukowej.

**Nagrody:** Pani dr Witkowska była laureatką następujących ważnych nagród i stypendiów:

1. Nagroda Naukowa Dyrektora Instytutu Fizyki PAN za najlepszą publikację w roku 2013.
2. Nagroda Naukowa Dyrektora Instytutu Fizyki PAN za najlepszą publikację w roku 2011.
3. Trzyletnie stypendium naukowe Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców przyznane w 2013 roku.

Wygłaszała **referaty zaproszone** na kilku konferencjach: Theory of Quantum Gases and Quantum Coherence w Nicei (Francja), trzykrotnie na Quantum Technologies w Polsce, Laser Physics, w Sofii (Bułgaria), Non-equilibrium Quantum Dynamics in Low Dimensions Mini-Conference, w Durham (Anglia), oraz na konferencji FINISS-2015: Finite-Temperature Non-Equilibrium Superfluid Systems, w Sopocie. Jej **współpraca krajowa i międzynarodowa** obejmuje współpracę z prof. dr hab. K. Rzążewskim z CFT PAN, z prof. A. Sinatra i Y. Castinem, z prof. dr hab. M. Gajdą, dr hab. P. Deuarem, dr hab. M. Matuszewskim, dr K. Pawłowskim z IF PAN, z prof. dr hab. J. Dziarmagą z UJ oraz z dr J. Chwedeńczukiem z Wydziału Fizyki UW.

Podsumowując, pozytywnie oceniam cały dorobek naukowy dr Emilii Witkowskiej, które ukazuje kompetencje, aktywność naukową oraz sporą samodzielność w przeprowadzaniu trudnych i ambitnych obliczeń numerycznych. Potwierdzone jest to oświadczeniami współautorów jej prac wybranych jako główne osiągnięcie do habilitacji. Zgodnie z tymi oświadczeniami, pani dr Emilia Witkowska wykonała 50% pracy w publikacjach z panem Kajtochem (2 prace), 40% pracy w publikacjach z dr Alice Sinatra (trzy prace), 30% w pracy T. Świsłocki, E. Witkowska, J. Dziarmaga, M. Matuszewski, Double universality of a quantum phase transition in spinor condensates: modification of the Kibble-Żurek mechanism by a conservation law, oraz 80% w publikacjach: E. Witkowska, P. Deuar, M. Gajda, K. Rzążewski, Solitons as the early stage of quasicondensate formation during evaporative cooling, Phys. Rev. Lett. 106, 135301 (2011) oraz E. Witkowska, T. Świsłocki, M. Matuszewski, Thermal fluctuations and quantum phase transition in antiferromagnetic Bose-Einstein condensates, Phys. Rev. A 90, 033604 (2014).

### Charakterystyka dorobku dydaktycznego

Dosyć słabo wypada dorobek dr Emilii Witkowskiej w zakresie nauczania i popularyzacji nauki. Jako pracownik naukowy instytutu Polskiej Akademii Nauk nie prowadzi zajęć ze studentami i nie ma zbyt wielu okazji do tego typu działalności. W latach 2003–2012 prowadziła zajęcia dydaktyczne ze wstępu do matematyki, fizyki statystycznej, fizyki atomu i cząsteczki, oraz programowania na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie. Były to prawdopodobnie ćwiczenia rachunkowe. Pani dr Witkowska opiekowała się stażystą naukowym G. Langiem z ENS Cachan w Paryżu, oraz współpracowała z kilkoma studentami studiów doktoranckich na Wydziale Fizyki UW: K. Gietką, D. Kajtochem i M. Budzińskim.

## **Charakterystyka dorobku organizacyjnego**

Dr Emila Witkowska kierowała dwoma grantami NCN Sonata i Sonata Bis, koordynowała trzy polsko-francuskie projekty badawcze na podstawie umowy o współpracy międzynarodowej między PAN i CNRS. Była wykonawcą w trzech polskich grantach badawczych. Recenzuje publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych (Physical Review Letters, Physical Review A, Physical Review B, New Journal of Physics) i krajowych (Acta Physica Polonica A). Warto też nadmienić że habilitantka opiniowała prace uczniów biorących udział w konkursie First Step to Nobel Prize in Physics w latach 2009–2012.

## **Podsumowanie**

Zapoznałem się szczegółowo z udokumentowanym dorobkiem naukowym, współpracą naukową, a także z dorobkiem organizacyjnym dr Emilii Witkowskiej. Wszystkie elementy oceniam pozytywnie. Wyniki naukowe otrzymane w dziewięciu jednotematycznych publikacjach wybranych do habilitacji uważam za wartościowe i istotne dla badania korelacji kwantowych w układach zimnych atomów.

Z tą pozytywną oceną stawiam wniosek o dopuszczenie dr Emilii Witkowskiej do dalszych procedur w nadaniu jej stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.

**Marek Trippenbach**

