

Warszawa 4.02.2020

Prof. dr hab. Piotr Magierski
Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej
Ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

Recenzja wniosku dr. Pawła Zina o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Wniosek dra Pawła Zina zawiera m. in. autoreferat, kopię dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora, informacje o dorobku dydaktycznym, naukowym i osiągnięciach organizacyjnych. Powyższe dokumenty świadczą, że dr Zin spełnia warunki niezbędne do dopuszczenia do procedury ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Na osiągnięcie naukowe pn: "**Opis zjawisk wywołanych przez kwantowe i termiczne fluktuacje, w układach ultrazimnych gazów atomowych**" składa się cykl 9-ciu prac ([h1-h9] – zgodnie z numeracją z autoreferatu) opublikowanych w recenzowanych czasopismach międzynarodowych (siedem prac w Physical Review A, jedna praca w Europhysics Letters i jedna w Journal of Physics B). W pracach [h1-h8] przedstawiono rezultaty dotyczące gazów bozonowych, natomiast w pracy [h9] rozważano krople mieszaniny bozonowo-fermionowej.

Pierwsze trzy prace dotyczą zjawiska kwantowego przejścia fazowego w gazie bozonowym. W pracy [h1] rozważono gaz Bosego z oddziaływaniem przyciągającym i zbadano warunki łamania symetrii translacyjnej w funkcji natężenia oddziaływania. Pokazano, że niestabilność posiada cechy przejścia fazowego drugiego rodzaju i skonstruowano efektywny Hamiltonian, który pozwolił na jego opis. Zbadano też rolę kwantowych fluktuacji, które osiągają maksimum w punkcie krytycznym. Podobny układ był przedmiotem pracy [h2], gdzie ponownie rozważono gaz Bosego z oddziaływaniem przyciągającym w podwójnej studni potencjału. Podobnie jak w pracy [h1] pokazano, że kwantowe przejście fazowe w funkcji natężenia oddziaływania można opisać w ramach efektywnego Hamiltonianu stanowiącego kwantowy analog podejścia Ginzburga-Landaua. Nieco inny układ zbadano w pracy [h3], w której rozważono dwuskładnikowy gaz bozonowy w podwójnej studni potencjału. Zbadano wpływ fluktuacji na tunelowanie pomiędzy studniami potencjału i wyprowadzono efektywny Hamiltonian.

Konkludując, powyższe trzy prace zawierają ciekawe wyniki dotyczące kwantowych przejść fazowych w gazie bozonów i roli fluktuacji kwantowych. Liczba ich cytowań nie jest jednak zbyt duża. Na przykład na stronie APS liczba prac cytujących [h1] wynosi 8, a pracę [h3] – 7.

Następną grupę prac stanowią artykuły [h4-h8], w których motywem przewodnim było badanie korelacji par w układach bozonowych. Cykl ten otwiera praca [h4], w której rozważano zderzenie dwóch kondensatów Bosego-Einsteina. Indukowane w ten sposób korelacje par rozproszonych atomów były badane w sposób przybliżony i choć uzyskano dobrą zgodność z wynikami eksperymentalnymi dla korelacji naprzeciwległych, to korelacje lokalne (dla bliskich prędkości) były obciążone znacznym błędem. Te różnice były najprawdopodobniej spowodowane dokonanymi aproksymacjami, dlatego w pracy [h5] zbadano dokładnie elastyczne rozpraszanie atomów na wydłużonym kondensacie Bosego-Einsteina, wyprowadzając wzory na funkcje korelacji oraz wiążąc je z funkcją falową kondensatu. Skonstruowano również model półklasyczny procesu. Wydaje się, że otrzymane wyniki będą użyteczne do opisu danych eksperymentalnych, zwłaszcza w kontekście weryfikacji nierówności Bella. Kontynuacją tych badań jest bardzo obszerna praca [h6], w której wyznaczono maksimum funkcji korelacji oraz jej szerokość.

Przedyskutowano również szczegółowo warunki stosowalności przybliżenia półklasycznego. W pracy [h7] dokonano natomiast symulacji eksperymentu, w którym czasowa modulacja efektywnej, jednowymiarowej stałej sprężenia prowadziła do kreacji par o przeciwnych prędkościach. Zastosowano metodę pół klasycznych i stwierdzono znaczącą rolę fluktuacji termicznych na proces kreacji par. Wydaje się, że najciekawszą pracą z tego cyklu jest artykuł [h8] poświęcony kroplom będącym mieszkanką dwóch gazów Bosego. Autorzy uogólnili wyniki Lee, Huanga i Yanga i wyznaczyli poprawki wyższego rzędu do energii (poza polem średnim) dla jednoskładnikowego kondensatu Bosego-Einsteina ściśniętego w jednym lub dwóch wymiarach. Autorzy pokazali, że energia zmienia się gładko w funkcji parametru będącego sumą iloczynów gęstości i długości rozpraszania składników. Przedyskutowano również interesujące implikacje tych wyników dla eksperymentalnego badania przejścia (crossover) pomiędzy układami jedno- i dwuwymiarowymi a trójwymiarowymi. Ta praca posiada najwięcej cytowań (wg. Strony APS – 11, mimo, że została opublikowana w 2018 roku). Ostatnią pracą wchodzącą w skład osiągnięcia naukowego jest praca [h9], w której rozwinięto opis mieszaniny bozonowo-fermionowej przy pomocy metody stochastycznych funkcji falowych (stochastic wave-function approach). Uogólnienie tej metody na przypadek mieszanin bozonowo-fermionowych polegał na wykorzystaniu do opisu układu stanu będącego iloczynem N_1 -cząstkowego stanu koherentnego oraz N_2 -cząstkowego iloczynu Slatera. Zmodyfikowano również odpowiednio operator ewolucji układu.

Podsumowując uważam, że dr Paweł Zin podjął interesującą tematykę badawczą. Osiągnięcia opisane w artykułach [h1-h9] wypełniają, w mojej opinii, kryteria osiągnięcia naukowego, które powinno być podstawą wniosku habilitacyjnego. Prace posiadają od jednego do siedmiu autorów i w zdecydowanej większości dr Zin jest pierwszym autorem. Zgodnie z oświadczeniami współautorów wkład dr. Zina do wszystkich prac jest dominujący i nie mniejszy niż 50%.

Należy również podkreślić, że dr Zin jest ponadto współautorem ponad 20-tu prac opublikowanych w czasopiśmie międzynarodowych. W zdecydowanej większości są to prace poświęcone różnym aspektom fizyki kondensatu Bosego-Einsteina. Sumaryczna liczba cytowań wszystkich artykułów wynosi 322 (269 bez autocytowań), co daje indeks Hirscha równy 11. Sumaryczny impact factor wynosi 94.5.

Dr Zin był uczestnikiem 8 grantów badawczych, jednak nie pełnił roli kierowniczej w żadnym z nich. Aktywność naukowa ograniczała się do wygłoszenia dwóch referatów na konferencjach tematycznych oraz zaprezentowania czterech plakatów. Należy przyznać, że nie jest to duża ilość, choć autor miał ponadto liczne seminaria w krajowych ośrodkach naukowych.

Dr Zin posiada również doświadczenie dydaktyczne: prowadził ćwiczenia dla studentów oraz organizował pokazy doświadczeń fizycznych w szkołach. Sprawował również opiekę nad kilkoma pracami licencjackimi i magisterskimi oraz pełnił rolę opiekuna naukowego doktoranta.

Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dra Zina uważam, że spełnia kryteria niezbędne do otrzymania stopnia doktora habilitowanego.

