

Kraków, 15.10.2015 r.



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Ocena osiągnięć dr. Tomasza Sowińskiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Instytut Fizyki

imienia

Mariana Smoluchowskiego

**Zakład Optyki Atomowej**

Dr Tomasz Sowiński jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Centrum Fizyki Teoretycznej PAN oraz w Instytucie Fizyki PAN w Warszawie. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał w 2008 r., przygotowując pracę pod kierunkiem prof. dr. hab. I. Białynickiego-Biruli dotyczącą oddziaływania układów dwupoziomowych z kwantowym polem elektromagnetycznym. Tematyka pracy naukowej dr. T. Sowińskiego po doktoracie uległa znacznemu rozszerzeniu. Zajął się teoretycznymi badaniami ultra-zimnych gazów atomowych, czego owocem jest 19 publikacji naukowych, z których 6 stanowi osiągnięcie naukowe opatrzone tytułem „Modelowanie zjawisk fizycznych zachodzących w układach ultra-zimnych bozonów przetrzymywanych w sieciach optycznych” i będące przedmiotem niniejszej oceny. Prace naukowe nieuwzględnione w osiągnięciu naukowym dotyczą różnych zagadnień związanych z zimnymi gazami atomowymi, opublikowane są w dobrych czasopismach naukowych we współpracy z różnymi naukowcami w kraju i zagranicą. Oznacza to, że dorobek habilitanta z wyłączeniem prac wskazanych jako osiągnięcie naukowe jest znaczący.

Wskazane przez dr. Tomasza Sowińskiego osiągnięcie naukowe składa się z 6 oryginalnych publikacji. W 4 publikacjach habilitant jest samodzielnym autorem. Oświadczenia współautorów dwóch pozostałych artykułów wskazują, że wkład dr. T. Sowińskiego był w każdym przypadku kluczowy i w procentowej ocenie nie mniejszy niż 50%. Wszystkie prace koncentrują się na analizie ultra-zimnych bozonów umieszczonych w sieci optycznej w ramach modeli, które wychodzą poza standardowy hamiltonian Bosego-Hubbarda.

Publikacja H1 [T. Sowiński, Phys. Rev. Lett. 108, 165301 (2012)] prezentuje metodę transferu bozonów z podstawowego pasma energetycznego do pasma wzbudzonego. Autor pokazał, że periodyczna modulacja parametrów sieci optycznej pozwala na efektywny transfer atomów do pasma wzbudzonego, jeżeli spełniony zostanie warunek rezonansu parametrycznego. Metoda wydaje się bardzo prosta w eksperymentalnej implementacji i ma dużą szansę na wykorzystanie w laboratoriach w najbliższej przyszłości. W mojej ocenie publikacja H1 obok pracy H2 jest najważniejszym artykułem habilitanta w staraniach o stopień doktora habilitowanego. Jest to samodzielna publikacja opisująca wartościową dla eksperymentatorów

ul. prof. Stanisława

Łojasiewicza 11

PL 30-348 Kraków

tel. +48(12) 664-47-79

fax +48(12) 633-84-94

e-mail:

krzysztof.sacha@uj.edu.pl

metodę manipulacji zimnymi gazami atomowymi. Wartości pracy nie umniejsza brak uwzględnienia ewolucji czasowej stanów bazowych, który został skorygowany w późniejszej publikacji innych autorów, tj. artykuł [18] w spisie publikacji.

Praca H2 [T. Sowiński i inni, Phys. Rev. Lett. 111, 215302 (2013)] inspirowana jest wcześniejszą publikacją innych autorów na podobny temat [25], którzy zastosowali założenie niedające się spełnić w realistycznej sieci optycznej. Przedmiotem analizy jest układ bozonów w sieci optycznej, gdzie kluczową rolę odgrywają wzbudzone pasma energetyczne. Okazuje się, że mimo że oryginalnej wersji stanu podstawowego nie da się zrealizować, dr T. Sowiński wraz z współautorami znajdują zakres parametrów układu, dla którego stan podstawowy wykazuje ciekawe własności zwane porządkiem anty-ferro-orbitalnym. Publikacja została wyróżniona przez dyrektora Instytutu Fizyki PAN jako najlepsza praca w 2013 roku.

Publikacje H3-H5 dotyczą analizy przejścia fazowego między stanem nadciekłym, a izolatorem Motta w układzie bozonów umieszczonych w sieci optycznej, gdzie uwzględniono sprzężenie do wyższych pasm energetycznych. Perturbacyjny rachunek prowadzi do efektywnego hamiltonianu, w którym wpływ wyższych pasm energetycznych objawia się obecnością trój-ciałowych oddziaływań. Efektywny hamiltonian jest przedmiotem analizy w ramach dokładnej diagonalizacji małych układów (praca H3), opisu przy użyciu tzw. metody DMRG (H4) oraz przy wykorzystaniu przybliżenia średnio-polowego (H5). Wymienione prace zawierają raczej znane wyniki, a co najmniej rezultaty, których można się spodziewać jeśli zmodyfikuje się parametry hamiltonianów w stosunku do sytuacji badanych już w literaturze. Dr T. Sowiński znakomicie radzi sobie z zastosowaniem różnych metod obliczeniowych i potrafi je w inteligentny sposób wykorzystać, ale innowacyjność problemów, do których je użył jest niska. Ta krytyczna uwaga dotyczy w szczególności pracy H5 [T. Sowiński i R. W. Chhajlany, Phys. Scripta T160, 014038 (2014)], gdzie porównano przewidywania krytycznych wartości parametrów otrzymanych z wykorzystaniem tzw. przybliżenia Gutzwiller'a oraz metody perturbacyjnej. Zgodność obu przewidywań w przypadku translacyjnie niezmienniczym jest znana. Oczywiście aby otrzymać przewidywania na wartość frakcji nadciekłej trzeba w metodzie perturbacyjnej uwzględnić co najmniej człony czwartego rzędu w rachunku zaburzeń (czego habilitant nie robi) i metoda ta nie da się wprost zastosować w obecności zewnętrznego potencjału pułapkującego.

Ostatnim artykułem wybranym przez dr. T. Sowińskiego jest praca H6 [T. Sowiński, J. Opt. Soc. Am. B 32, 670 (2015)] dotycząca przejścia fazowego między stanem nadciekłym i izolatorem Motta w płtykach sieciach optycznych.

Różnica w stosunku do opisanych powyżej problemów polega na tym, że standardowy model Bosego-Hubbardta nie jest dobrym przybliżeniem, ponieważ stany Wannier nie są dobrze zlokalizowane i tunelowanie między odległymi oczkami sieci optycznej nie może być zaniedbane. Dr T. Sowiński zadaje sobie pytanie czy w takiej sytuacji bardziej istotne będzie wspomniane tunelowanie do dalszych sąsiadów, czy bliska odległość energetyczna pasm wzbudzonych. Autor konkluduje, że wpływ pasm wzbudzonych w okolicy przejścia fazowego i dla małej liczby atomów przypadających na każde oczko sieci optycznej jest nieistotny. Następnie dr Tomasz Sowiński wylicza wartości parametrów układu odpowiadające przejściu fazowemu przeprowadzając dokładną diagonalizację małych układów. Wyznaczenie poprawek do standardowego modelu Bose-Hubbardta stanowi nowy wynik, natomiast sama analiza przewidywań modelu jest powtórzeniem badań przeprowadzonych przez innych autorów przy użyciu innych metod [49,50].

Podsumowując, uważam, że poziom naukowy dwóch prac, tj. H1 i H2, jest bardzo dobry, natomiast pozostałe posiadają niższy stopień innowacyjności. Z drugiej strony należy podkreślić, że habilitant wybrał publikacje, w których (z wyjątkiem dwóch przypadków) jest samodzielnym autorem. Spośród pozostałych publikacji napisanych po otrzymaniu stopnia doktora w pięciu jest pierwszym autorem, ale nie zostały one wyliczone przez dr. T. Sowińskiego do ocenianego dorobku naukowego. Jest też współautorem artykułu przeglądowego dotyczącego niestandardowych modeli Hubbardta, co pokazuje, że stał się ekspertem w tej dziedzinie.

Dr Tomasz Sowiński był kierownikiem projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu SONATA I oraz jest kierownikiem projektu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach programu luventus Plus. Oprócz tego był wykonawcą w pięciu różnych projektach badawczych. Brał udział w wielu międzynarodowych konferencjach naukowych, w siedmiu wygłaszał referaty, w dziewięciu prezentował swoje wyniki w formie plakatu. Wygłosił wiele referatów na seminariach i konferencjach krajowych. Od pięciu lat jest współorganizatorem międzynarodowej konferencji „Quantum Technologies”. Habilitant spędził łącznie rok w ośrodku naukowym ICFO w Castelldefels pracując w światowej sławy grupie prof. M. Lewensteina. Był promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim oraz promotorem dwóch prac licencjackich. Prowadził wiele ćwiczeń dla studentów na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie. Dane bibliometryczne nie są szczególnie wysokie, ale wystarczające aby starać się o stopień doktora habilitowanego. Dr T. Sowiński może również pochwalić się bardzo aktywną działalnością

popularnonaukową. Jest autorem 63 artykułów w czasopismach popularnonaukowych oraz opiniotwórczych, autorem 5 krótkometrażowych filmów, wygłosił 26 wykładów popularyzujących naukę.

Biorąc pod uwagę przedstawione osiągnięcie naukowe, pozostały dorobek naukowy dr. Tomasza Sowińskiego osiągnięty po doktoracie, dane bibliometryczne, kierowanie projektami badawczymi, wygłoszone referaty na międzynarodowych konferencjach naukowych, nagrodę jaką uzyskał za pracę H2 oraz inne osiągnięcia uważam, że spełnia warunki wymagane do otrzymania stopnia doktora habilitowanego.



Prof. Krzysztof Sacha