

**Opinia o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym**  
**dr. Tomasza Sowińskiego**  
**w związku z postępowaniem w celu nadania stopnia doktora habilitowanego**

Pan dr Tomasz Sowiński przedstawił jako osiągnięcie naukowe będące podstawą do uzyskania stopnia doktora habilitowanego zbiór sześciu publikacji naukowych dotyczących modelowania zjawisk fizycznych zachodzących w układach ultrazimnych bozonów umieszczonych w sieciach optycznych.

Prace dokumentujące osiągnięcie zostały opublikowane w latach 2012-2015 w renomowanych czasopismach międzynarodowych: *Physical Review Letters* (dwie prace), *Physical Review A*, *Physica Scripta*, *Journal of Optical Society of America* i *Central European Journal of Physics* (po jednej pracy w każdym z nich). Pan dr Sowiński jest jedynym autorem czterech spośród nich (w tym jednej w *Physical Review Letters*). Według oświadczeń współautorów dwóch prac wieloautorских wkład dr Sowińskiego w ich powstanie był dominujący w stosunku do wkładu pozostałych twórców (lub, co najmniej, mu równy).

Na dorobek naukowy pana dr. Sowińskiego składają się 23 opublikowane prace oryginalne, z których 19 ukazało się po uzyskaniu przez niego stopnia doktorskiego. Były one cytowane ponad 100 razy przez innych badaczy. Prace wchodzące w skład cyklu stanowiącego podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego były cytowane ponad 25 razy, co jest wynikiem znaczącym z uwagi na stosunkowo krótki czas, jaki upłynął od czasu ich publikacji. Formalno-bibliograficzne indeksy (w tym indeks Hirscha, równy 8), należy więc w tym wypadku uznać za dobre.

Nie ulega wątpliwości, że badania dr. Sowińskiego dotyczące dynamicznie rozwijającego się obszaru współczesnej inżynierii kwantowej zimnych atomów w pułapkach stanowią istotny wkład do tego obszaru nauki. Pan dr. Sowiński uzyskał i przedstawił w swoich pracach kilka bardzo interesujących rezultatów teoretycznych. Podstawowym wątkiem przewijającym się we wszystkich pracach w różny sposób jest opis układów w wypadkach, których

dotychczasowe metody analizy nie obejmowały, a które, z drugiej strony, są realizowalne (i realizowane) doświadczalnie, wykazując przy tym nowe aspekty badanych zagadnień.

Układy zimnych gazów atomowych w sieciach optycznych są interesującymi obiektami doświadczalnymi ze względu na bardzo duże możliwości zmian parametrów układów, a co za tym idzie, dużą różnorodność zachodzących w nich zjawisk, istotnych dla ewentualnych zastosowań w inżynierii kwantowej, tzn. praktycznego ich wykorzystania. Naturalnym podejściem do opisu teoretycznego takich układów jest analiza tzw. modelu Bosego-Hubbarda (i jego pewnych rozszerzeń). Jak to ma zwykle miejsce w konstrukcji modeli teoretycznych złożonych układów kwantowych, efektywna analiza takich modeli możliwa jest po dokonaniu szeregu przybliżeń. Choć zwykle takie przybliżenia są dobrze uzasadnione, często ograniczają stosowalność modelu do opisu sytuacji najprostszyc z punktu widzenia doświadczalnego.

W pracy [H1] pan dr Sowiński pokazał konkretne sytuacje, w których dotychczas stosowany opis jest niewystarczający, a pomijane w przybliżeniu człony są istotne. Rozważana sytuacja zachodzi, gdy głębokość oczek sieci jest modulowana w czasie lub modulacja taka dotyczy sprzężenia między bozonami co, z kolei, można uzyskać za pomocą zmiennego, zewnętrznego pola magnetycznego. Oba te scenariusze mogą być z niewielkim wysiłkiem zrealizowane doświadczalnie. To, że łatwo jest uzyskać warunki, w których dotychczasowa analiza teoretyczna zawodzi jest może nie aż tak zaskakujące. Ważniejsze jest to, że obserwacja ta pozwoliła panu dr. Sowińskiemu na zaproponowanie konkretnego, nowego sposobu wzbudzania wyższych stanów orbitalnych w sieci optycznej i to w sposób kontrolowany.

Praca [H2] poświęcona jest badaniu wpływu anharmoniczności lokalnego potencjału sieci na własności stanu podstawowego zimnych bozonów w sieci optycznej. W pracy pokazano jak anharmoniczność łamie symetrię stanu podstawowego oraz jej wpływ na własności układu w różnych reżimach tunelowania. Tu również okazuje się, że powszechnie stosowane przybliżenie harmoniczne daje zbyt uproszczony obraz rzeczywistej sytuacji.

W pracach [H3]-[H5] pan dr Sowiński zajął się uwzględnieniem wpływu oddziaływań trójciałowych na własności badanych sieci. W najprostszym modelu zakłada się, że oddziaływania między bozonami są dwucząstkowe i w dobrym przybliżeniu - kontaktowe.

Pan dr Sowiński przeanalizował model z oddziaływaniami trójcząstkowymi w dużym zakresie parametrów, zarówno w wypadku oddziaływań odpychających, jak przyciągających. Uwzględnienie kontaktowych oddziaływań trójciałowych (co jest uzasadnione w konkretnych, realizowalnych sytuacjach doświadczalnych) okazuje się mieć różny wpływ w sytuacji, gdy średnie obsadzenie pojedynczego węzła sieci wynosi 1 oraz 2. W tym pierwszym wypadku przejście między fazą izolatora, a fazą nadciekłą jest w istotny sposób słabiej zależne od siły oddziaływań trójcząsteczkowych. Praca [4], nieco mniej związana z realistycznymi sytuacjami doświadczalnymi, powstała jako rozwinięcie poprzedniej. Dokonano w niej podobnej analizy w modelu, w którym występują tylko oddziaływania trójciałowe, a dwuciałowe zostały całkowicie pominięte. W pracy [5] zastosowano inną metodę (tzw. metodę Gutzwillera), aby wyzwolić się z części ograniczeń związanych ze stosowaniem rozwinięcia perturbacyjnego (przy pozostaniu w obszarze przybliżenia pola średniego). W sumie prace [H3]-[H5] zawierają obszerną analizę problemu wpływu oddziaływań trójciałowych na zachowanie się zimnych bozonów w sieciach optycznych. Co można temu cyklowi zarzucić, to brak we wszystkich pracach ogólniejszych wniosków i implikacji otrzymanych wyników. Końcowe fragmenty każdej z nich to zasadniczo proste wyliczenie rezultatów i ich podsumowanie. Nie umniejsza to wagi samych wyników - tematyka jest „gorąca” i w środowisku badaczy zimnej materii są one interesujące *per se*, jednak dla nie wykorzystano okazji, aby np. uwypuklić ich wagę w ewentualnych zastosowaniach.

W pracy [H6] dokonano analizy jeszcze jednego ulepszanego wariantu modelu Bosego-Hubbarda celem zbadania przejścia fazowego w płytkiej sieci, źle opisywanej w zwykłym modelu. Wymagało to uwzględnienia tunelowania między następnymi (a nie tylko najbliższymi) węzłami sieci.

W podsumowaniu dorobku czysto naukowego dr. Sowińskiego pragnę stwierdzić, że otrzymane przez niego wyniki zasługują na bardzo wysoką ocenę i niewątpliwie stanowią wyróżniające osiągnięcie naukowe kwalifikujące badacza do uzyskania pozycji samodzielnego naukowca. Zdecydowana ich większość ma bezpośredni związek z doświadczeniem - jest albo inspirowana przez przeprowadzone eksperymenty, albo wyznacza nowe realistyczne kierunki doświadczalne. Wszystkie też stanowią istotny, i już dostrzeżony, wkład do fizyki zimnych gazów w pułapkach. Oświadczenia współautorów, a przede wszystkim fakt, że większość prac dokumentujących osiągnięcie naukowe to prace, których

jedynym autorem jest habilitant, wskazują jednoznacznie, iż pan dr Sowiński śmiało i samodzielnie formułuje problematykę swoich badań.

Pan dr Sowiński przedstawiał swoje wyniki w wykładach zaproszonych na pięciu zorganizowanych w Polsce konferencjach międzynarodowych oraz w dwóch wykładach zwykłych na konferencjach zagranicznych. Nie jest to wynik imponujący - organizowane w Polsce konferencje miały w większości charakter dość lokalny. Jednak trzeba tu uwzględnić fakt, że wszystkie najważniejsze osiągnięcia pana dr. Sowińskiego powstały w ostatnich, dosłownie, latach. Wzrastająca ich znajomość w świecie (o czym już wspomniałem) zapewne zaowocuje w najbliższej przyszłości znacznym rozwinięciem aktywności konferencyjnej.

Pewien niedosyt pozostawia też współpraca dr. Sowińskiego z innymi ośrodkami naukowymi, w szczególności zagranicznymi. Przebywał on przez czas dłuższy w jednym tylko ośrodku zagranicznym (ICFO w Barcelonie). Pewną rekompensatą jest to, że jest to jeden z najlepszych ośrodków na świecie w obszarze badań dotyczących inżynierii kwantowej, w tym też problematyce ultrazimnych gazów.

Dr Sowiński kierował/kieruje dwoma projektami badawczymi (SONATA Narodowego Centrum Nauki i Juventus Plus MNiSW) oraz był/jest wykonawcą w pięciu innych projektach badawczych finansowanych przez MNiSW, NCN oraz Komisję Europejską. Dobrze to świadczy o jego zdolności pozyskiwania środków na badania i umiejętnościach w zakresie współpracy naukowej. Mimo młodego wieku ma też już doświadczenie w opiece nad młodszymi kolegami – był promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim i promotorem dwóch prac licencjackich - a także niebagatelne doświadczenie dydaktyczne uzyskane w czasie prowadzenia regularnych zajęć (ćwiczeń) z fizyki i matematyki na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym UKSW w latach 2008-2012. Dr Sowiński jest też bardzo aktywnym popularyzatorem nauki, opublikował blisko 60 artykułów popularnonaukowych, zrealizował 5 filmów krótkometrażowych popularyzujących fizykę, wygłosił blisko 30 wykładów popularyzatorskich.

Jego działalność, zarówno naukowa, jak i popularyzatorska, była kilkakrotnie nagradzana prestiżowymi wyróżnieniami: jest m.in. laureatem trzyletniego stypendium MNiSW dla wybitnych młodych naukowców i stypendium KOLUMB Fundacji na rzecz Nauki Polskiej oraz nagrody „Mistrz Popularyzacji Nauki” Prezesa PAN.

Podsumowując uważam, że dorobek naukowy, organizacyjny i popularyzacyjny dr. Tomasza Sowińskiego oraz jego samodzielność naukowa w pełni uzasadniają jego wniosek o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego i bez zastrzeżeń wniosek ten popieram.

Warszawa, 26.10.2015



prof. dr hab. Marek Kuś