

**Recenzja dorobku naukowego dr. Piotra Deuara
w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Pan dr. Piotr Deuar ukończył studia odpowiadające magisterskim (Bachelor of Science) na Uniwersytecie stanu Queensland w Brisbane w Australii w roku 1996 na podstawie rozprawy dotyczącej podstaw mechaniki kwantowej. Doktoryzował się na tym samym uniwersytecie w roku 2005. Tematem jego rozprawy doktorskiej były gazy oddziałujących bozonów. Po uzyskaniu stopnia doktorskiego przebywał na stażach podoktorskich na Uniwersytecie Amsterdamskim i Uniwersytecie Paris-Sud. Od roku 2009 zatrudniony jest w Instytucie Fizyki PAN na etacie adiunkta.

Pan dr Deuar jest autorem 33 publikacji (w tym 11 w Physical Review Letters i 10 w Physical Review A i B), cytowanych ok. 600 razy (w tym ponad 520 razy bez autocytowań), przy indeksie H równym 15. Jedną z prac współautorstwa dr. Deuara była już cytowana ponad 75 razy, dwie inne ponad 50 razy. Z obowiązku recenzenckiego stwierdzam też, że tzw. sumaryczny *impact factor* wynosi w jego wypadku 123,76, choć nie wiem, co i po co ten wskaźnik bibliograficzny mierzy w wypadku konkretnego pojedynczego badacza.

Jako osiągnięcie naukowe dr Deuar przedstawił cykl dziesięciu prac oryginalnych, z których pięć ukazało się w Physical Review Letters, dwie w Physical Review A, jedna w Physical Review B i jedna w European Physical Journal D. Jedną z prac (PRL) jest publikacją jednoautorską. Swoją rolę w czterech innych pracach, w których jest pierwszym autorem, ocenia pan dr Deuar jako dominującą (60-90%). Trzy prace dotyczą eksperymentów, swój wkład do ich części teoretycznej pan dr Deuar określa jako dominujący (na poziomie ok 60% całości wkładu teoretycznego). Ostatnią z przedstawionych prac dotyczy zastosowań metod badania zimnych gazów bozonowych opracowanych przez dr. Deuara do zagadnień nieco innych, a mianowicie układów spinowych. Wkład swój do tej publikacji pan dr Deuar ocenia na 50% - był pomysłodawcą metody i wykonawcą obliczeń dotyczących pomysłu współautorów.

Prace składające się na cykl habilitacyjny zostały opublikowane w latach 2007-2013 i powstały głównie we współpracy z teoretykami z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (prof. Marek Trippenbach, dr Jan Chwedeńczuk, dr Paweł Ziń) oraz grupą doświadczalną z Uniwersytetu Paris-Sud. Głównym celem badań opisanych w pracach jest opracowanie efektywnego opisu dynamiki zimnych gazów atomowych i jego zastosowanie do analizy wyników przeprowadzanych w takich układach doświadczeń. Ze względu na to, iż układy znajdujące się w obszarze zainteresowań eksperymentatorów składają się z oddziałujących setek tysięcy (lub nawet większej liczby) atomów, ich opis jest praktycznie możliwy tylko w ramach różnego rodzaju metod półklasycznych.

Podstawowym problemem w dotychczasowych podejściach półklasycznych do opisu zimnych gazów atomowych, takich jak metoda pola średniego, jak i bardziej

wyrafinowanych, jak metoda pól klasycznych, były trudności z opisaniem szeregu zjawisk o zdecydowanie kwantowym charakterze, takich jak np. nieklasyczne korelacje par atomów w zderzeniach atomowych kondensatów Bosego-Einsteina. Ponieważ dostępne techniki doświadczalne w coraz większym stopniu pozwalają na obserwacje i pomiar tego typu zjawisk, znalezienie metod mających na celu ich ilościowy opis stało się poważnym wyzwaniem teoretycznym.

W omawianych pracach pan dr Deura zastosował do analizy tego typu problemów tzw. metody przestrzeni fazowej, polegające na reprezentacji stanów kwantowych za pomocą funkcji na tej przestrzeni, lub ogólniej, na przestrzeni parametrów charakteryzujących dany układ kwantowy,- w szczególności wykorzystujące tzw. dodatnią P -reprezentację. Teoria dodatniej P -reprezentacji została opracowana na potrzeby optyki kwantowej ponad dwadzieścia lat temu, a później stosowana była do opisu innych układów fizycznych, także zimnych atomów. Jest to przykład przeniesienia metod wypracowanych głównie w optyce kwantowej do zagadnień fizyki atomowej i molekularnej oddziałujących składników. Jak wiadomo, ten nurt badań, wykorzystujący techniki optyki kwantowej w fizyce atomowej przyniósł duże osiągnięcia w opisie układów zimnych atomów, w szczególności atomowych kondensatów Bosego-Einsteina i ich dynamiki. Zasadniczym osiągnięciem pana dr. Deura przedstawionym w publikacjach wchodzących w skład omawianego cyklu jest opracowanie metod dokonywania symulacji wielocząstkowych układów oddziałujących atomów przy wykorzystaniu metod przestrzeni fazowej w realistycznych, istotnych z punktu widzenia doświadczalnego układów składających się z dużej liczby atomów.

Najistotniejszymi rezultatami badań pana dr. Deura są:

1. Zaadaptowanie tzw. dodatniej P -reprezentacji macierzy gęstości do opisu wspomnianych powyżej układów. Skuteczność metody została pokazana w pracy [H1], gdzie zastosowano ją do analizy zderzenia dwóch części kondensatu składającego się z $1,5 \times 10^5$ atomów. Szczególną uwagę poświęcono obliczeniu korelacji między rozpraszonymi atomami, gdyż postęp metod doświadczalnych umożliwia obecnie ich pomiar. W pracy tej pokazano też, że używane poprzednio metody szacowania korelacji, w szczególności, tzw. *truncated Wigner method* dają znacznie gorsze wyniki i wytłumaczono, co jest tego przyczyną. Metodę przedstawioną w pracy [H1] zastosowano w dalszych badaniach różnych aspektów zderzeń kondensatów Bosego-Einsteina w pracach [H3,H4,H5,H6,H8].
2. Opracowanie techniki, nazywanej przez autora "triangulacją kwantową", pozwalającej na ekstrapolację wyników symulacji poza czasy, w których standardowe metody załamują się z powodu narastania szumów. Formalna prostota pomysłu idzie tu w parze z nadspodziewaną skutecznością opartych na nim metod symulacji. Wyniki te zawiera jedno-autorska praca [H2] opublikowana w *Physical Review Letters* w 2009 roku.
3. Opracowanie tzw. metody STAB (Stochastic Time-Adaptive Bogoliubov) pozwalającej na oddzielenie ewolucji interesujących z punktu widzenia doświadczenia fluktuacji i koherentnej ewolucji kondensatu,

Opracowane metody pozwoliły panu dr. Deuarowi na analizę i opis zjawisk obserwowalnych doświadczalnie (i dotychczas niewytłumaczalnych we wszystkich szczegółach) w dynamice zimnych gazów, w szczególności nieklasycznych korelacji (splątania) i ściśnięcia w stanach atomów rozpraszanych w wyniku zderzania kondensatów. Teoretyczne wyniki otrzymane przez dr. Deuara znalazły zastosowanie w analizie doświadczeń - jak już wspomniałem, w skład cyklu wchodziły trzy prace doświadczalne dotyczące wspomnianych powyżej zagadnień. Tu właśnie upatrywałbym głównych walorów osiągnięć naukowych pana dr. Deuara - we wszystkich pracach głównym celem była analiza układów realizowalnych doświadczalnie w laboratoriach.

Bez wahania należy stwierdzić, że wyniki dr. Deuara zaprezentowane w omawianym cyklu prac są oryginalne, interesujące i nowatorskie, a sam cykl stanowi logiczną i spójną całość prezentującą zarówno opracowane metody, jak i ich konkretne zastosowania. Spotkały się też z dużym odzewem - w sumie prace wchodzące w skład cyklu były już cytowane ok. 80 razy.

Na pozostały dorobek publikacyjny dr. Deuara składają się 24 prace dotyczące podstaw mechaniki kwantowej, informatyki kwantowej, reprezentacji fazowej mechaniki kwantowej, atomów rydbergowskich oraz solitonów w sieciach optycznych. Jak widać zainteresowania naukowe pana dr. Deuara obejmują szerokie spektrum problemów znajdujących się obecnie w centrum zainteresowań fizyki atomowej i optyki kwantowej.

Pan dr Deuar prezentował swoje wyniki w postaci ośmiu wykładów zaproszonych i dziewięciu referatów na międzynarodowych konferencjach. Kierował lub kieruje sześcioma projektami badawczymi finansowanymi przez NCN (SONATA BIS i grant własny w latach 2010-2012), MNiSW (2010-2013), EU 7FW (research grant i Marie-Curie Intra-European Fellowship) i Uniwersytet stanu Queensland. Za swą działalność naukową otrzymał Nagrodę im. Stefana Pińkowskiego Wydziału III PAN.

Pan dr Deuar ma również wymagane doświadczenie dydaktyczne: prowadził cykle wykładów na Wydziale Fizyki UW, na Politechnice Warszawskiej i Szkole Letniej organizowanej przez Uniwersytet Warszawski oraz ćwiczenia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym UKSW i Uniwersytecie w Brisbane.

Podsumowując należy uznać, że wyniki naukowe dr. Deuara są, bez żadnych zastrzeżeń, wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, a przedstawiony cykl prac spełnia wszelkie wymagania ustawowe jako podstawa do ubiegania się o ten stopień. Co więcej, można bez wahania stwierdzić, że zwyczajowe wymagania w stosunku do całego dorobku naukowego, jak i tej jego części, którą autor przedstawił jako podstawę do habilitacji zostały tu spełnione w sposób ponadprzeciętny. Wniosek o nadanie panu dr. Piotrowi Deuarowi stopnia doktora habilitowanego uważam więc za całkowicie uzasadniony i wnoszę o jego przyjęcie przez Radę Naukową Instytutu Fizyki PAN.

Warszawa 18.06.2014



prof. dr hab. Marek Kuś