

Ocena rozprawy habilitacyjnej i dorobku p. dr Wojciecha Wasilewskiego

Pan dr Wojciech Wasilewski jest absolwentem Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (2005). Jego zainteresowania badawcze obejmują szeroką gamę problemów z zakresu optyki – głównie aspektów doświadczalnych, ale z dużym udziałem problemów teoretycznych, w szczególności z zakresu informatyki kwantowej.

Doktor Wasilewski należy do najzdolniejszych polskich fizyków młodego pokolenia. Obronił pracę doktorską w dwa lata po magisterium. Jego badania stoją na bardzo wysokim poziomie i dotyczą ważnych, aktualnych problemów. Uzyskał szereg nagród i wyróżnień, z których najważniejsze to stypendium FNP dla młodych naukowców (2006/07), nagroda im. Profesora Stefana Pieńkowskiego (2007), nagroda Prezesa Rady Ministrów za pracę doktorską (2008), i stypendium MNiSW dla wybitnych młodych naukowców (2013).

Działalność naukowa.

Działalność naukowa dr. Wasilewskiego jest bogata i wszechstronna. Opublikował 36 artykułów w czasopismach, w tym w tak prestiżowych jak *Phys. Rev. Letters* (5 artykułów), *Nature Physics* i *Nature Photonics*. Jego prace były cytowane ponad 1000 razy i przyniosły mu wskaźnik Hirscha $h=16$.

Swą pracę naukową p. dr Wasilewski rozpoczął od pierwszego roku studiów badając różne zagadnienia z zakresu optyki nieliniowej. Jeszcze jako student był współautorem pracy w *Phys. Rev. Letters* a także pracy opublikowanej w *Amer. Journal of Ophthalmology*, cytowanej blisko 180 razy.

Po magisterium związał się z Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej Molekularnej i Optycznej (FAMO) w Toruniu, gdzie w 2007 roku obronił swoją rozprawę doktorską p.t. *Źródła fotonów w łączności kwantowej* (jej promotorem był prof. Konrad Banaszek). Jako doktorant zajmuje się teoretycznymi zagadnieniami optyki i informacji kwantowej oraz opracowuje nowe metody eksperymentalnej charakteryzacji źródeł fotonów i wytwarzanych przez nie ultrakrótkich impulsów.

Po doktoracie dr Wasilewski podejmuje pracę na Wydziale Fizyki UW. Kontynuuje jeszcze tematykę rozpoczętą w swojej pracy doktorskiej, ale przede wszystkim rozpoczyna pracę nad nowym zagadnieniem, jakim jest pamięć kwantowa wykorzystująca kontrolowane rozpraszanie Ramana (*heralded photons*). W latach 2008-2009 rozpoczyna staż w grupie prof. E. Polzika w Instytucie Nielsa Bohra w Kopenhadze. W opinii recenzenta, ten okres owocuje najwybitniejszymi dotąd pracami dr. Wasilewskiego [A22, 23, 28] i wprowadza go do tematyki specyficznej realizacji pamięci kwantowej opartej na zjawisku Ramana, która stanie się tematem jego pracy habilitacyjnej.

Rozprawa habilitacyjna

Rozprawę habilitacyjną dr Wasylewskiego stanowi monotematyczny cykl publikacji pt. *Rozwój metod kontrolowanego kolektywnego rozpraszania Ramana w zastosowaniu do generowania, przechowywania i odtwarzania stanów światła*, złożony z pięciu artykułów. Habilitant skompletował zespół bardzo kompetentnych współpracowników, z którymi zrealizował szereg trudnych wstępnych etapów złożonego eksperymentu.

Publikacje zgłoszone jako „osiągnięcie naukowe” będące podstawą habilitacji przedstawiają kolejne fazy tworzenia układu optycznej pamięci kwantowej. Prace nad stworzeniem pamięci kwantowej należą do najaktywniej rozwijających się badań z zakresu optyki i informacji kwantowej na świecie. Rozwijają się one w kilku równoległych nurtach. Habilitant stosuje bardzo obiecujące podejście wykorzystującego kolektywne rozpraszanie Ramana w parach rubidu, czyli tzw. fale spinowe.

Interesujące i dające nadzieję na udaną realizację jest tu zastosowanie ciepłych par atomowych w przeciwieństwie do alternatywnego podejścia wykorzystującego zimne atomy. Kreowanie odpowiedniego wzbudzenia opiera się na zastosowaniu laserów o dobrze kontrolowalnych częstotliwościach, polaryzacjach, kierunkach wiązek i odpowiedniej sekwencji czasowej ich impulsów. Autor wykorzystuje przejście Ramana między poziomami struktury nadsubtelnej Rb85. Pod wieloma względami eksperyment podobny jest do nieliniowego mieszania czterech fal. Główna różnica względem tych znanych efektów polega na wykorzystaniu koherencji atomowej żyjącej dostatecznie długo, aby możliwe było zastosowanie jej w charakterze pamięci kwantowej.

Pierwsza praca cyklu, [Phys. Rev. A 86, 013818 (2012)] przedstawia analizę różnych teoretycznych aspektów rozpraszania ramanowskiego, ważnych dla wykorzystania w tworzonej pamięci. Szczególnie ważnym wynikiem, jaki otrzymano w pracy [1] jest wykazanie możliwości oddzielenia czasowej ewolucji zmiennych atomowych od zmian przestrzennych stopni swobody. Taka dekompozycja zmiennych pozwala na znaczne uproszczenie opisu zjawiska.

Omówioną analizę teoretyczną poddano doświadczalnej weryfikacji w pracy [2]. Wykazano w niej, że fale spinowe są koherentnie przekształcane w skorelowane obrazy (mody) przestrzenne. Dzięki zastosowaniu odpowiednich komórek rezonansowych z gazem buforowym, udało się wydłużyć czas pamięci do mikrosekund, ale uzyskanie dłuższych czasów nie było możliwe, głównie z powodu dyfuzji atomów i innych efektów dekoherencyjnych.

Ponieważ zidentyfikowano dyfuzję jako główne ograniczenie czasu pamięci, w pracach [3 i 4] postanowiono dokładnie scharakteryzować to zjawisko. Stosując oryginalną i elegancką metodę analizy rozmywania się sygnałów mieszania czterech fal, autorzy tych publikacji precyzyjnie zmierzili współczynniki dyfuzji atomów rubidu w różnych szlachetnych gazach buforowych.

W pracy [5], ostatniej z cyklu, podjęto próbę teoretycznego i doświadczalnego modelowania hamiltonianu atomów oddziałujących rydbergowsko ze światłem. Wykazano w niej, że można osiągnąć warunki typowe dla tzw. nieniszczącego oddziaływania (QND) i w szerokim zakresie parametrów sterować pomiędzy stokesowskim i antystokesowskim rozpraszaniem regulując ich udział w całym zjawisku. Wynik tej regulacji jest monitorowany przez rejestrację rozkładów rozpraszanych fotonów, czyli przestrzennych struktur mieszania czterech fal. Dokładne zbadanie korelacji częstościowo-przestrzennych w procesie rozpraszania (mieszania fal) jest cennym wynikiem tej pracy.

Podsumowując, wyniki przedstawione w cyklu prac dr. Wasilewskiego i współpracowników stanowią ważny krok na drodze do stworzenia pamięci kwantowej. Zadanie to jest trudne i ambitne, droga więc jest jeszcze długa, ale dotychczasowe wyniki Habilitanta wskazują na to, że porusza się po niej w dobrze przemyślany sposób i we właściwym kierunku. Fakt, że udało mu się uzyskać wiele ważnych wyników z próbką ciepłych atomów zasługuje na dużą uwagę, jako że procesy dekoherencji w ciepłych gazach są znacznie silniejsze niż w zimnych atomach. Wielkim wyzwaniem na obranej przez Habilitanta drodze będzie przejście do pamięci na pojedyncze fotony, a więc pozwalających na prawdziwie kwantowe pomiary, jakich z ciepłymi atomami nikt jeszcze na świecie nie zrealizował. Jest to więc wielkie wyzwanie, ale można mieć nadzieję, że dr. Wasilewski potrafi mu podołać.

Porównując z innymi pracami habilitacyjnymi, jakie recenzowałem, nietypowe jest to, że w cyklu nie ma ani pracy samodzielnej, ani nawet takiej, w której Habilitant byłby pierwszym autorem. Gdyby recenzent nie wiedział skądinąd, że prezentowane prace są inspirowane przez dr. Wasilewskiego i nie był przekonany o jego dominującym wkładzie w sformułowanie tematyki badań zespołu, trudno byłoby to dostrzec wyłącznie na podstawie autoreferatu i oświadczeń współautorów. Nie mam jednak wątpliwości, że przedłożona rozprawa habilitacyjna stanowi indywidualny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej i uprawnia go do starania się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego.


Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Dr. Wasilewski koordynował i prowadził zajęcia na indywidualnej pracowni fizycznej a także przygotowywał i prowadził optyczną część kursowego wykładu „Wstęp do optyki i fizyki materii skondensowanej” na Wydz. Fizyki UW. Opiekował się wieloma pracami studentkami: 4 inżynierskimi, 7 licencjackimi i 5 pracami magisterskimi. Dwóch jego magistrantów jest obecnie doktorantami pracującymi pod opieką Habilitanta, który pełni rolę promotora pomocniczego. Są oni także współautorami publikacji składających się na cykl habilitacyjny. Jeden z tych wychowanków jest laureatem Diamentowego Grantu MNSW. Intensywna współpraca z młodymi ludźmi doskonale ilustruje wysokie kwalifikacje dydaktyczne dr. Wasilewskiego.

O zdolnościach organizacyjnych Habilitanta świadczą z kolei 3 duże projekty badawcze, w których był on kierownikiem (NCN, Juventus Plus, Sonata) i 8 projektów, w których był wykonawcą. Wyniki naukowe realizacji tych projektów zaowocowały licznymi, wielokrotnie cytowanymi publikacjami, o których pisałem na wstępie recenzji.

Konkludując swoją recenzję, uważam dr Wasilewskiego za bardzo zdolnego fizyka, wybitnego specjalistę w intensywnie rozwijającej się gałęzi fizyki. Reprezentowane przez Niego połączenie zdolności i umiejętności zarówno pracy teoretycznej jak i doświadczalnej jest prawdziwą rzadkością.

Z przekonaniem stwierdzam, że w świetle obowiązującej ustawy Pan dr Wojciech Wasilewski spełnia warunki do uzyskania awansu naukowego i wnioskuję o dopuszczenie go do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.



Prof. dr hab. Wojciech Gawlik
Instytut Fizyki UJ

ul. Prof. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków

15. 04. 2014 Kraków