

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Marcina Markiewicza
p.t. Characterization and detection of multipartite entanglement

Wielocząstkowe splątanie pojawiające się w złożonych układach kwantowych stanowi zasadniczą podstawę najważniejszych (dotychczas w większości raczej projektowanych niż zrealizowanych) zastosowań mechaniki kwantowej do przetwarzania i przesyłania informacji. Z tego powodu wyczerpująca charakterystyka splątania oraz opracowanie kryteriów jego wykrywania, w szczególności efektywnych metod doświadczalnych takiej detekcji, są fundamentalnymi problemami informatyki kwantowej. Tych właśnie zagadnień dotyczy rozprawa doktorska pana mgr. Marcina Markiewicza.

Rozprawę stanowi sześć prac opublikowanych w latach 2009-2013 w Physical Review A (4 prace), Physical Review Letters (1 praca) i Lectures Notes in Computer Science (1 praca). Wszystkie te prace mają kilku autorów. Wszyscy współautorzy złożyli odpowiednie oświadczenia, w których określili swój wkład, zarówno pod względem merytorycznym, jak i ilościowym. Nie pozostawiają one żadnych wątpliwości co do znaczącego, samodzielnego wkładu doktoranta w powstanie prac. Kolekcję prac poprzedza ponad dwudziestostronicowe streszczenie omawiające zasadnicze wyniki publikacji. Zgodnie z przepisami zostało ono zamieszczone w dwóch merytorycznie równoważnych wersjach językowych - angielskiej i polskiej.

Cztery pierwsze publikacje, oznaczane w streszczeniu jako [A] - [D] stanowią spójny i logicznie powiązany cykl. Pierwsza z nich poświęcona jest charakteryzacji k -separowalności (separowalności przy podziale całego układu na k podukładów) stanów mieszanych oraz konstrukcji efektywnych kryteriów jego wykrywania. Autorzy pracy konstruują takie kryteria za pomocą tzw. tensora korelacji (tzn. współczynników pewnej szczególnej, choć naturalnej reprezentacji stanu). Są to przede wszystkim warunki dostateczne nieseparowalności, tzn. stwierdzające, że jeśli odpowiednie funkcje tensora korelacji stanu spełniają określone warunki (nierówności), to stan ten nie jest k -separowalny. Najważniejszym wynikiem pracy jest podanie pełnej charakterystyki k -separowalności w postaci warunku jednocześnie koniecznego i dostatecznego na to, aby stan nie był k -separowalny.

Z praktycznego punktu widzenia istotne jest, aby detekcja splątania była możliwa doświadczalnie, czego oczywiście nawet najlepsze kryterium skonstruowane teoretycznie zapewnić nie może, gdyż, np. wymaga ono przeprowadzenia nieskończonej (lub bardzo dużej) liczby pomiarów. Z tego punktu widzenia interesujące jest znalezienie sposobów stwierdzenia splątania wielocząstkowego na podstawie znajomości splątania dwucząstkowego, które mierzyć jest łatwiej. Problem ten podejmuje praca [B], w której autorzy badają splątanie wielocząstkowych stanów czystych za pomocą korelacji dwucząstkowych. Ponownie wykorzystany zostaje formalizm tensora korelacji. Interesującym wynikiem jest podanie relacji monogamii dla wielokubitowych stanów czystych. Stanowi to

