



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Fizyki Teoretycznej

Warszawa, 05.02.2018

dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański  
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Pasteura 5  
02-093 Warszawa  
demko@fuw.edu.pl  
tel: +48 692484944

## Recenzja dorobku naukowego dra Remigiusza Augusiaka w związku z jego postępowaniem habilitacyjnym

Podstawą wniosku habilitacyjnego Pana dra Remigiusza Augusiaka jest cykl 10 publikacji pt. „Nielokalność w złożonych układach fizycznych: wybrane zagadnienia”. Prace dotyczą zagadnienia nielokalnych korelacji, czyli korelacji, których nie można wyjaśnić w ramach modeli lokalnych parametrów ukrytych, a które mimo to zachowują warunek „niesygnalizowania na odległość”, pozwalający tego typu korelacje traktować jako zgodne z zasadami przyczynowości. Obecność tego typu korelacji jest jednym z najbardziej charakterystycznych cech mechaniki kwantowej, jednak samo pojęcie nie ogranicza się jedynie do modeli zgodnych z zasadami mechaniki kwantowej. Nielokalność jest pojęciem szerszym i możliwe jest zaproponowanie modeli zgodnych z zasadami przyczynowości, które nie są możliwe do realizacji w ramach formalizmu mechaniki kwantowej. Zrozumienie miejsca jakie zajmuje mechanika kwantowa, w ramach takiej szerszej klasy modeli bez sygnalizacji na odległość, jest jednym z najbardziej fascynujących zagadnień leżących u fundamentów współczesnej fizyki. Ponadto, wyniki uzyskane w ramach badań nad tego typu ogólnymi modelami, pozwalają na wyciąganie praktycznych wniosków dotyczących protokołów kwantowego przetwarzania informacji, w wersji niezależnej od urządzeń (device-independent). W szczególności, dotyczy to zagadnień bezpieczeństwa w kryptografii (post-)kwantowej czy generowania losowości, gdzie możliwe jest sformułowanie protokołów, których poprawność działania nie bazuje na zasadach mechaniki kwantowej w jej obecnym sformułowaniu, a jedynie na bardziej fundamentalnych założeniach takich jak brak sygnalizacji na odległość. Tematyka, której dotyczy cykl prac będący podstawą niniejszego wniosku habilitacyjnego, jest w związku z tym nie tylko interesująca z fundamentalnego punktu widzenia, ale może mieć również praktyczne znaczenie. Bez wątpienia należy tym samym to jednego z bardziej istotnych nurtów współczesnej fizyki kwantowej.

Biorąc pod uwagę istotność tematyki, należy tym bardziej docenić ogromny wkład habilitanta w rozwój dziedziny. W mojej ocenie tytuł osiągnięcia naukowego wybrany przez habilitanta nie jest zbyt szczęśliwy, gdyż przez swą nadmierną skromność („...wybrane zagadnienia”) może sprawić wrażenie, że wkład ten ma charakter „przyczynkowy” w kontekście badań światowych. Jest wręcz przeciwnie. Jeśliby chcieć podsumować osiągnięcie naukowe habilitanta jednym zdaniem, można by w skrócie powiedzieć, że to co w kontekście zagadnienia nielokalności znane było dla przypadku dwóch układów, zostało uogólnione na ich dowolną

UNIwersytet GDANSKI



RPW/6128/2018 P  
Data: 2018-02-09



liczbę. Osiągnięcie to może być w związku z tym uznane za istotne domknięcie teorii, mimo że oczywiście wciąż pozostają w ramach niej pewne pytania otwarte, o których sam habilitant pisze pod koniec swojego autoreferatu.

Spośród 10 prac należących do cyklu skupię się na tych które wydają mi się najistotniejsze.

Praca H1 stanowi w mojej ocenie fundament dla całej dziedziny. W pracy pokazano, że ogólne modele bez sygnalizacji na odległość można formułować w języku analogicznym dla mechaniki kwantowej, ale bez nakładania warunków na dodatniość samego operatora reprezentującego stan kwantowy. Wykazano też, że warunek lokalnego opisu kwantowego i nie sygnalizowalności nie wystarczą aby sprowadzić ogólniejszą teorię to przypadku mechaniki kwantowej, gdy mamy do czynienia z większą niż dwa liczbą obserwatorów. Tu wkład habilitanta nie jest dominujący (równy udział wszystkich autorów), ale w kontekście pozostałego dorobku, można z pełnym przekonaniem stwierdzić, że z pewnością nie było to współautorstwo przypadkowe.

W pracy H2, w której wkład habilitanta to 75%, pokazano, że znany fakt mówiący o tym, że z obecności bezpiecznych korelacji w stanach kwantowych wynika obecność splątania, można istotnie wzmocnić do postaci mówiącej, że z istnienia bezpiecznych korelacji wynika istnienie nielokalności.

W pracy H3, z kolei, tu też nie ma wątpliwości co do wiodącego wkładu habilitanta, dokonano niezwykle eleganckiego powiązania pojęcia nierozszerzalnych baz produktowych, wykorzystywanych między innymi do konstrukcji stanów splątanych o splątaniu związanym, do konstrukcji nierówności Bella pozwalających wyróżniać modele nielocalne, które wykraczają poza formalizm kwantowy.

W pracy H9, w której również wkład habilitanta jest dominujący, pokazano nierównoważność pojęć nielokalności i splątania w przypadku więcej niż dwóch obserwatorów. Wymagało to precyzyjnego zdefiniowania odpowiednich pojęć w przypadku wielu obserwatorów oraz konstrukcji stanu, który posiadając odpowiednie  $n$ -cząstkowe splątanie mógł być symulowalny przy pomocy modeli parametrów ukrytych, gdzie nielokalność korelacji była na poziomie mniej niż  $n$ -cząstkowym.

Bardzo ważną pracą, w której udział habilitanta jest jednak mniejszy (30%), choć istotny, jest H5, gdzie pokazano sposób detekcji nielokalności w układach bardzo wielu cząstek używając prostych pomiarów kolektywnych. Praca spotkała się z ogromnym odzewem w środowisku, gdyż pozwoliła przy pomocy względnie prostych pomiarów wnioskować o bardzo subtelnych własnościach stanów atomowych przygotowywanych w eksperymentach z udziałem zimnych atomów.

Muszę również podkreślić, że sam autoreferat napisany jest niezwykle starannie, w taki sposób, że wyniki o których mówi autor są nie tylko przywołane i skomentowane, ale najistotniejsze



argumenty są przedstawione na przykładach pozwalając nawet bez znajomości publikacji na zrozumienie technik matematycznych stosowanych przez autora. Autor przedstawia również bardzo dobrze całą dziedzinę, na tle której powstały omawiane wyniki i daje przekonującą motywację dla istotności prowadzonych przez siebie badań.

Odnosząc się z kolei do szczegółowych kryteriów habilitacyjnych zawartych w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r.:

Habilitant ma wybitny dorobek habilitacyjny (50 publikacji, 539 cytowań, index Hirscha 14, sumaryczny IF: 205; w chwili pisania recenzji parametry już istotnie wzrosły do 581 cytowań i indeksu Hirscha 15), zdecydowanie przewyższający zwyczajowe wymagania na tym etapie kariery naukowej. Należy podkreślić ogromną liczbę publikacji, które nie należą do cyklu będącego podstawą niniejszego postępowania habilitacyjnego, a które dotyczą wielu istotnych zagadnień związanych z charakteryzacją i wykorzystaniem stanów splątanych. W mojej ocenie wykroila by się z nich co najmniej jeszcze jedna habilitacja.

Habilitant ma bardzo dużo doświadczenie międzynarodowe – 7 letni post-doc w ICFO, Barcelona, gdzie pracował z wiodącymi przedstawicielami kwantowej teorii informacji tj. Antonio Acin i Maciej Lewenstein. Uczestniczył w bardzo dużej liczbie projektów badawczych (15) zarówno krajowych jak i międzynarodowych, a w dwóch z nich był kierownikiem – najbardziej prestiżowy do grant indywidualny Marii-Skłodowskiej Curie w ramach programu Horizon 2020. Regularnie wygłasza wystąpienia na konferencjach krajowych i zagranicznych). Wykonuje recenzje dla międzynarodowych czasopism naukowych (w sumie 55 artykułów).

Habilitant ma też pewne doświadczenie w prowadzeniu zajęć dydaktycznych i opieki nad studentami oraz doktorantem, choć doświadczenie to jest małe, co można zrozumieć w związku z brakiem obowiązków dydaktycznych podczas pracy w ICFO gdzie był post-dociem przez większość czasu po uzyskaniu doktoratu. W ostatnim czasie, od powrotu do Polski widać też pojawienie się elementów popularyzacji nauki w postaci udziału w Festiwalu Nauki i Pikniku Naukowym.

Podsumowując. Nie mam najmniejszych wątpliwości, że Pan Remigiusz Augusiak z nawiązką zasługuje na przyznanie stopnia doktora habilitowanego i z prawdziwą przyjemnością rekomenduje komisji habilitacyjnej nadanie Panu Remigiuszowi Augusiakowi tegoż stopnia. Ponadto, z uwagi na znaczący wkład w zrozumienie związków pomiędzy nielokalnością i splątaniem kwantowym w układach więcej niż dwóch obserwatorów, wnioskuję o wyróżnienie.

dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański

Rafał Demkowicz-Dobrzański

X  
10  
103

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.

Wszystkie dane zostały wzięte z formularzy zgłoszeniowych, które zostały przesłane do Komisji w terminie przewidzianym w ogłoszeniu konkursowym. W przypadku braku danych w formularzu, dane te zostały uzupełnione na podstawie informacji przekazanych przez zainteresowane podmioty.