



Chorzów, 27. maja 2019

prof. dr hab. Jerzy Dajka,  
Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski,  
jerzy.dajka@us.edu.pl

**Recenzja wniosku  
dr Adama Rutkowskiego  
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego  
w dziedzinie nauk fizycznych  
w dyscyplinie fizyka**

Podstawą wniosku dr Rutkowskiego jest osiągnięcie naukowe

*„Wykrywanie i analiza wybranych nielokalnych korelacji w kwantowych układach złożonych: sterowanie EPR i splątanie”*

ujęte w siedmiu publikacjach [H1-H7] (notacja zgodna z przyjętą w autoreferacie), wyszczególnionych w autoreferacie. Publikacje zawierające osiągnięcie będące podstawą wniosku są wieloautorskie, jednakże załączone oświadczenia współautorów oraz opis Wnioskującego pozwalają jednoznacznie wyodrębnić te części, które składają się na osiągnięcie będące podstawą wniosku.

Oceniając naukowy charakter osiągnięcia Wnioskującego twierdzę, że zasadnym jest, aby na jego podstawie przeprowadzić postępowanie habilitacyjne będące przedmiotem wniosku, który dr Adam Rutkowski przedłożył Radzie Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UG do rozważenia. Co więcej uważam, że ranga osiągnięcia uzasadnia przyznanie dr. Rutkowskiemu stopnia doktora habilitowanego, do czego poniżej będę przekonywał.

**I. Osiągnięcie.**

Badania naukowe składające się na osiągnięcie będące podstawą wniosku o wszczęcie procedury nadania stopnia doktora habilitowanego dotyczą najistotniejszych aspektów nielokalnych korelacji kwantowych, w szczególności splątania i jego detekcji oraz sterowania EPR. Prace mają charakter teoretyczny, w wielu fragmentach mogą śmiało zostać zaklasyfikowane jako elegancka fizyka matematyczna. Z drugiej strony bardzo jasno przedstawione są potencjalne zastosowania uzyskanych wyników, które choć w ogólności bywają abstrakcyjne, dotyczą niemal zawsze kluczowych problemów współczesnej fizyki (informacji) kwantowej.

W obrębie osiągnięcia można wyróżnić następujące grupy tematyczne:



1. Badanie wybranych klas nierówności sterowania ujęte w pracach [H4] oraz [H6], gdzie rozważane są nierówności nieograniczone, dla których uzyskano szereg ważnych i nietrywialnych wyników. Spośród, w mojej ocenie, najważniejszych można wskazać wyniki pracy [H4] dotyczące nieograniczonego łamania nierówności sterowania dla przypadku baz wzajemnie niezależnych oraz dla obserwabli Clifforda. Również w tym kontekście należy docenić sformułowane propozycje implementacji otrzymanych wyników.

2. Badanie wybranych klas świadków splątania i przedstawienie ciekawych uogólnień (praca [H1]) w kontekście poszukiwania świadków niezależnych od „urządzeń pomiarowych”. Obszar badawczy, którego dotyczy ten fragment osiągnięcia Wnioskującego ma kluczowe znaczenie dla praktycznych aspektów detekcji splątania: znajomość i umiejętność konstrukcji świadków splątania o porządkanych własnościach stanowi naturalną odpowiedź na pytanie o sposób „mierzenia splątania”. W tym kontekście niezwykle ciekawe i istotne są wyniki pracy [H3], które pozwalają na konstrukcję pewnej klasy świadków z uniknięciem przynajmniej części ze znanych problemów związanych z odwzorowaniami dodatnimi.

3. Tematykę odwzorowań dodatnich, których rola w informacji kwantowej nie daje się przecenić. W pracy [H2] podjęto się uogólnienia wybranych odwzorowań na przypadki wyżej wymiarowe uzyskując szereg nietrywialnych rezultatów zarówno w zakresie matematycznych aspektów omawianych problemów, jak i takich, które w mojej ocenie stanowią podstawę dla ich niemal bezpośredniego zastosowania. Wyniki te są wyczerpująco i klarownie opisane w autoreferacie, zatem ich przytaczanie jest tu bezcelowe.

4. Zagadnienie powiązania odwzorowań dodatnich z innymi wskaźnikami splątania. Znaczenie tego wyzwania, mając na uwadze szerokie, a dziś już podręcznikowe, wykorzystanie częściowej transpozycji, jest oczywiście kluczowe. Wyniki pracy [H7], w podzielanej przeze mnie ocenie Wnioskującego, pozwolą na konstruowanie dalszych „przyjaznych eksperymentom” kryteria splątania.

Należy podkreślić, że wszystkie wyniki składające się na osiągnięcie dr Adama Rutkowskiego, które jest podstawą wniosku o wszczęcie procedury habilitacyjnej, są sformułowane w sposób matematycznie ścisły, zaś przedstawione uzasadnienia wniosków, nawet jeśli nie uzna się ich za formalne dowody twierdzeń, jednoznacznie uzasadniają tezy prac. Ujęcie takie nie pozostawia wątpliwości w zakresie poprawności rozumowań oraz, w wielu wypadkach, pozwala uniknąć rozumowań intuicyjnych znanych na przykład z prac Heisenberga lub Bohra. Jestem najdalszy od próby recenzowania stylu „ojców założycieli”, jednak fakt, że ich prace inspirują trzecie już pokolenie filozofów wydaje się być znamienne. Z drugiej jednak strony matematyczna poprawność idzie niemal zawsze w parze z matematycznym językiem i tendencją do abstrakcji. Uważam jednak, że w części osiągnięcia, którą zakwalifikować można do fizyki matematycznej, zachowana została równowaga pomiędzy abstrakcyjnością i ogólnością sformułowania wyników a rzetelnością matematyczną połączoną z klarownością fizycznej treści. Niestety, niemal zawsze zachowanie rygoru matematycznego i użycie adekwatnego temu języka skutkuje mniejszą liczbą cytowań prac, których przestudiowanie wymaga nieco więcej wysiłku. Z czasem sytuacja się zmienia i wartościowe prace zostają rozpoznane (kazuś odwzorowania Choi-Jamiólkowskiego jest tu przykładem), do tego jednak czasu należy pogodzić się ze wskaźnikami cytowalności typowymi raczej dla nauk matematycznych. Myślę, że w przypadku osiągnięcia dr. Rutkowskiego jest podobnie. W tym konkretnym przypadku przestrzegam przed przykładaniem wagi do liczby cytowań



prac wchodzących w skład osiągnięcia – liczby te w żadnej mierze nie odzwierciedlają wartości naukowej tych prac.

## II. Pozostałe wyniki

Dorobek naukowy dr. Adama Rutkowskiego jest istotnie obszerniejszy, niż tylko część stanowiąca osiągnięcie będące podstawą wniosku o wszczęcie procedury nadania stopnia doktora habilitowanego. Wnioskujący wymienia je i omawia w autoreferacie (prace [P1-P7]). Tematem przewodnim jest splątanie, w tym nierówności CHSH, związki pomiędzy korelacjami i symetriami stanów, a oprócz tego zagadnienia związane z pomiarami „bez oddziaływania”, w duchu Elitzura-Vaidmana, oraz z kwantową kryptografią. Opis dorobku naukowego Wnioskującego należy uzupełnić o prace [D1-D4] powstałe w czasach poprzedzających uzyskanie przez Adama Rutkowskiego stopnia doktora a dotyczące klas świadków splątania i stanów PPT.

## Podsumowanie:

Badania naukowe dr. Adama Rutkowskiego wpisują się w najlepsze tradycje badań w zakresie podstaw teorii informacji kwantowej oraz związanej z tym fizyki matematycznej. Wyniki badań składające się na osiągnięcie, które jest podstawą wniosku dr. Rutkowskiego, kierowanego Rady Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UG są bardzo istotne dla pogłębienia zrozumienia nietrywialnych własności stanów splątanych i ich użyteczności w wielu aspektach: od sterowania po komunikację i kryptografię. Uważam oparcie wniosku dr. Rutkowskiego o recenzowane tutaj osiągnięcie za w pełni zasadne. Rekomenduję zatem przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka. Ponadto uważam, że osiągnięcie będące podstawą wniosku w pełni uzasadnia nadanie dr. Rutkowskiemu stopnia doktora habilitowanego, co również Radzie Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UG rekomenduję.

Z poważaniem,

Jerzy Dajka