

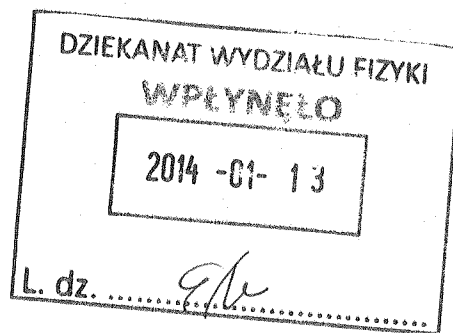
Prof. dr hab. Marek Żukowski

Uniwersytet Gdański

Instytut Fizyki Teoretycznej

i Astrofizyki

80-952 Gdańsk



Gdynia, 06.01.2014

Recenzja, w postępowaniu habilitacyjnym dr. Adama Bednorza i ocena jego osiągnięć naukowych

Pan doktor Adam Bednorz ma na swoim koncie jak dotąd 26 publikacji, które są na liście Web of Knowledge. Jak dotąd prace te były cytowane 87 razy, z czego w 2013 roku 21 razy, co świadczy o stopniowym wzroście zainteresowania osiągnięciami Kandydata do stopnia dr habilitowanego. Są to z reguły prace w znakomitych czasopismach: np. trzy prace w czołowym Physical Review Letters, trzy w Physical Review B, trzy w Physical Review E, dwie w New Journal of Physics i cztery w Journal of Physics A.

Z tego obszernego dorobku obejmującego fizykę ciała stałego, fizykę matematyczną, teorię pomiaru, zagadnienia powiązane z kwantową informacją, teorią pola i fizyką statystyczną Kandydat wybrał siedem prac o zbliżonej tematyce tworzących osiągnięcie naukowe przedstawione jako podstawa ubiegania się o habilitację.

Cyklowi temu nadał tytuł „Kwaziprawdopodobieństwo, lokalny realizm i łamanie symetrii czasu w nieinwazyjnych pomiarach kwantowych”. Cykl został dobrany bardzo dobrze, ale można mieć zastrzeżenia co do samego tytułu, który jest wieloznaczny. Ma się wrażenie, że wszystko dotyczy nieinwazyjnych pomiarów kwantowych, a tak nie jest. Lokalny realizm nie jest tematem badań, ale raczej jego teoretyczne i doświadczalne zaprzeczenia.

Autoreferat, który jest wprowadzeniem do cyklu i jest jedynym jego fragmentem napisanym całkowicie samodzielnie przez Kandydata, budzi znacznie więcej zastrzeżeń niż same przedstawione prace. Być może z racji niedocenia roli autoreferatu, a może z racji niemożliwości przedyskutowania jego ze współautorami cyklu, którzy zapewne nie znają polskiego, są tu podane pewne stwierdzenia na wyrost, zawarte nieścisłości historyczne, logiczne, zdania są często myląco sformułowane. I tak, nie mogą się zgodzić, że interpretacja kopenhaska została „zainicjowana regułą Borna”. Jej początki znajdujemy w pierwszej pracy Heisenberga, w której sformułował mechanikę macierzową. Sam kolaps w interpretacji kopenhaskiej nie jest ani inwazyjny ani nielokalny, bo funkcja falowa (jak jej kopenhaska nazwa sama sugeruje – funkcja, a nie pole) jest tylko obiektem teoretycznym. Inwazyjny jest pomiar, bo musi się

opierać na oddziaływaniu. Bell nie zaproponował doświadczalnego testu nielokalności, ale doświadczalny test lokalnego realizmu, lub innymi słowy lokalnej przyczynowości. Zdanie „inwazyjność powoduje też, że standardowe pomiary uniemożliwiają opis obiektywnie realny zmienny w czasie, bo każdy pomiar jawnie zaburza dynamikę” jest całkowicie nie na miejscu. Jak dotąd nie ma nic co by zaprzeczyło formalizmowi mechaniki kwantowej, a nowe elementy teorii pomiaru nie wychodzą poza standardowy formalizm – są tylko dokładniejszym opisem konkretnych sytuacji eksperymentalnych. Paradoksalnie, przedstawiony cykl prac jest tego najdobitniejszą egzemplifikacją. Efekt Zenona nie jest patologią „pomiaru standardowego” – jest obserwowalny w laboratoriach – ciągły pomiar standardowy nie istnieje. Interpretacja kopenhaska nie ma najmniejszych problemów, jest bowiem minimalistyczna. Jej przeciwnicy przedstawiają ją w sposób karykaturalny, aby uzasadnić, jak to nazwał Asher Peres, inne „patologiczne” interpretacje. Leggett i Garg użyli (dawno znanej) koncepcji pomiaru nieinwazyjnego do definicji makroskopowego realizmu, nie miało to żadnego związku z próbami „złagodzenia efektów kolapsu”. Nie można się zgodzić, że „większość współczesnych pomiarów to właśnie nieinwazyjne”. Cała informacja czy optyka kwantowa to pomiary jak najbardziej inwazyjne. Wystarczy wspomnieć kwantową teleportację czy kryptografię.

Powyższa krytyka autoreferatu, nie oznacza równoległych zarzutów wobec prac zawartych w przedstawionym cyklu. Są one z reguły pozbawione tych stwierdzeń na wyrost, które omówiłem powyżej.

Praca H1 dotyczy obliczeń szumu w złączach półprzewodnikowych. Podjęta jest kwestia uporządkowania operatorów prądu dla różnych chwil czasu. Autorzy podają wyprowadzenie standardowej formuły wykorzystujące operatory Krausa. Obliczenie są prowadzone zarówno w granicy nieinwazyjnej, jak i dla skończonych oddziaływań. Praca H2 daje rozszerzenie tego podejścia. Operatory Krausa są wyprowadzane na podstawie konkretnego modelu pomiaru (wprowadzona jest koncepcja taśmy kwantowej).

Praca H3 dotyczy słabych pomiarów (ale nie w sensie Aharonova i innych – gdzie istotną rolę odgrywa post-selekcja – ten fakt nie jest podkreślony). Podane są wzory na korelacje czasowe dowolnego rzędu dla prądu elektronowego, otrzymane przy użyciu opisu wykorzystującego dodatnie miary operatorowe (POVM). Zawarty w autoreferacie komentarz, że w ten sposób otrzymano „nową interpretację mechaniki kwantowej” jest skrajnie przesadzony i chyba nie na miejscu.

W kolejnym artykule H4 autorzy wyprowadzają uogólnienie nierówności CHSH na przypadek obserwabli o ciągłym, niegraniczonym spektrum wartości. Na samym początku pokazują, że standardowe podejście z korelacjami drugiego rzędu jest ślełą uliczką. Zawsze można dopasować odpowiedni rozkład gaussowski dający takie same korelacje. Zatem należy użyć nierówności zawierających korelacje wyższego rzędu. Autorzy podają odpowiednią nową nierówność Bella, opartą na pewnych tożsamościach i nierównościach algebraicznych. Jest ona dosyć skomplikowana, ale spełnia swe zadanie. Jako przykład jej niespełnienia przez kwantowe korelacje podają zjawiska w złączu tunelowym. Są dyskutowane luki interpretacyjne w przypadku zastosowania nierówności Bella do takiego procesu fizycznego. To mnie trochę dziwi – sama zlokalizowana do otoczenia złącza natura rozważanych procesów, czyni je nieprzydatnymi jako test lokalnego realizmu. Autorzy zdają się być nieświadomi faktu, że każda nie

równość Bella jest także indykatorem (tzw. świadkiem) splątania (entanglement witness). Łamanie danej nierówności zawsze wskazuje na obecność splątania. Indykatory oparte na nierównościach Bella mają dodatkową zaletę – nie są oparte na kwantowej teorii testowanych układów. Dodatkowo wydaje się, że Autorzy sądzą, że nierówności Bella muszą się opierać na dwóch komplementarnych pomiarach dla każdego z obserwatorów, ale to nie jest prawdą, znamy obecnie wiele nierówności Bella wychodzących po za to ograniczenie (to jest jednak tylko moje wrażenie po lekturze tekstu i autoreferetu).

Następny element cyklu to praca H5 ukazująca, że wyższe momenty także pozwalają ujawnić istnienie obszarów ujemności funkcji Wignera dla danego procesu kwantowego. Jest to moim zdaniem bardzo istotne rozszerzenie i uzupełnienie relacji „nieklasyczości” przedstawionych przez Reid i Wallsa w 1986 roku.

Kolejny artykuł H6 dotyczy nieklasycznych kwantowych korelacji w sekwencyjnych pomiarach. Autorzy analizują słabe pomiary. Dokonują analizy niepewności obserwowanej trajektorii ewolucji. Na to składają się przyczyny związane z kwantową naturą obiektu, jak i szum pomiarowy. Autorzy podają metodę separacji tych dwóch efektów. Niepewności związane z samym układem kwantowym są wyrażane za pomocą kwazi-prawdopodobieństwa. W nawiązaniu do dwóch poprzednich prac autorzy wykazują łamanie założeń makrorealizmu za pomocą własności korelacji czwartego rzędu. Sądzę, że praca zawiera pewne błędy interpretacyjne – ciągłe oddziaływanie z układem mierzącym jest utożsamiane w dyskusji z ciągłym pomiarem.

W ostatniej z prac wykazano, że dla sekwencyjnych pomiarów kwantowych nawet w granicy nieinwazyjnej nie mamy symetrii względem odwrócenia czasu.

Posumowując, mamy bardzo silny, różnorodny materiał tworzący osiągnięcie przedstawione jako podstawa habilitacji. Wedle deklaracji współautorów Habilitant odgrywał główną rolę w pracy nad każdą z tych publikacji. Jeżeli chodzi o dodatkowy dorobek kandydata to jest on bardzo poważny i stanowi silne wsparcie. Brakuje tylko aktywności na polu zdobywania grantów – w szczególności polskich. Ale być może jest to spowodowane długoletnią komfortową współpracą z ośrodkiem w Konstancji.

Według mojej oceny doktor Adam Bednorz z nawiązką spełnia wymagania ustawowe i powinien otrzymać stopień doktora habilitowanego.

Na samym końcu muszę oświadczyć, że wysłane drogą pocztową materiały nie dotarły do mnie. Nie prowadziłem „śledztwa” gdzie utknęły na UG. W formie elektronicznej otrzymałem je 3-go grudnia 2013 roku.

