

Uzasadnienie wniosku o przyznanie nagrody Prezesa Rady Ministrów dla dr hab. Marcina Markiewicza za wysoko ocenione osiągnięcia będące podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego

Głównym celem badań kandydata zawartych w cyklu publikacji było istotne poszerzenie wiedzy na temat wspomnianych czterech aspektów nieklasycyzacji, w szczególności na temat wzajemnych powiązań pomiędzy nimi, zarówno w kontekście rozważań fundamentalnych jak i praktycznych zastosowań teorii kwantowej informacji:

- Badano problem detekcji splątania za pomocą obserwacji lokalnych. Podano rozwiązanie problemu relacji dwóch koniecznych i wystarczających warunków detekcji splątania dwucząstkowego, które wcześniej wydawały się zupełnie niepowiązane, pomimo faktu, że charakteryzowały te same zbiory stanów. W kolejnej pracy podano natomiast częściowe rozwiązanie problemu adaptacji geometrycznego kryterium detekcji splątania do układów cząstek nierozróżnialnych, co może mieć kluczowe znaczenie w detekcji splątania w osiągalnych eksperymentalnie wielocząstkowych układach takich jak kondensaty Bosego-Einsteina.
- Badano dwa słabo wcześniej rozumiane aspekty nieklasycyzacji Bella. Podano możliwe wyjaśnienie efektu rozbieżności pomiędzy maksymalnym splątaniem a maksymalną nieklasycyzacją Bella w przypadku korelacji dwóch i trzech kwantowych podukładów o trzech stopniach swobody. W kolejnej pracy natomiast zaproponowano całkowicie nowatorskie podejście do nieklasycyzacji Bella w języku złożoności algorytmicznej, nie odnosząc się do języka modeli probabilistycznych.
- W kolejnych pracach badano nieklasyczne własności kwantowej interferencji ze względu na nierozróżnialność cząstek. Podano niezależne od mechaniki kwantowej wyjaśnienie przewidywanego przez mechanikę kwantową braku możliwości pełnego grupowania się fotonów w modach wyjściowych optycznego trój-portu (taka możliwość istnieje w przypadku optycznego dwu-portu – dzielnika wiązki). Przedstawiono nowe schematy interferometryczne, które pozwalają na tworzenie wielofotonowych stanów splątanych wyłącznie za pomocą pasywnych urządzeń optycznych (dzielników wiązki i płytek fazowych) wychodząc ze stanu produktowego wielu fotonów.
- Badano nieklasyczne własności pojedynczego fotonu. Pokazano, że kontekstualność obserwowana dla eksperymentów optycznych z jednym fotonem nie może przełożyć się na kontekstualność korelacji dla klasycznej fali w identycznym schemacie optycznym, ze względu na brak rozłączności zdarzeń podczas detekcji. Wyjaśniono problem istnienia nieklasycznych korelacji, równoważnych splątaniu, w eksperymentach optycznych z pojedynczym fotonem będącym w stanie superpozycji w dwóch modach przestrzennych.

Przedstawiony cykl publikacji rzuca nowe światło na rozumienie niektórych pojęć i zjawisk w obrębie mechaniki kwantowej. W szczególności, przedstawione wyniki doprowadzają do następujących wniosków:

- Kwantowe splątanie oraz nierozróżnialność cząstek to dwie strony tej samej monety.
- Nierozróżnialność cząstek może być opisywana poza formalizmem mechaniki kwantowej.
- Nieklasyczość Bella może być opisana bez odwołania do języka probabilistyki za pomocą złożoności algorytmicznej.
- Rozłączność zdarzeń podczas detekcji jest warunkiem koniecznym na nieklasyczość korelacji.
- Nieklasyczość Bella pojedynczego fotonu jest w rzeczywistości efektem wielofotonowym.

Wnioski te spotkały się z żywym oddźwiękiem wśród specjalistów i są inspiracją do dalszych badań w tej dziedzinie.