

## Fundamentalne aspekty zbioru korelacji kwantowych

Teoria informacji kwantowej to aktywne pole badań na pograniczu fizyki, matematyki i informatyki. Podstawowym celem tych badań jest zrozumienie czy układy kwantowe, np. pojedyncze atomy, fotony czy elektrony, pozwalają uzyskać przewagę w zadaniach związanych z przetwarzaniem informacji jak obliczenia, transmisja informacji czy szyfrowanie.

Szczególnie nieintuicyjnym aspektem mechaniki kwantowej są korelację pomiędzy układami oddzielnymi przestrzennie. Dokładnie tego zjawiska dotyczy tzw. paradoks Einsteina-Rosena-Podolskiego ogłoszony w 1935 r., który skłonił wyżej wymienionych autorów do konkluzji, że mechanika kwantowa nie jest kompletną teorią fizyczną. Paradoks ten został później sformalizowany przez Johna Bella, który pokazał, że pewien rodzaj kwantowych korelacji, które dziś nazywamy korelacjami *nielokalnymi*, nie może wystąpić w żadnej klasycznej (lokalnie-realistycznej) teorii. Aby ukazać tę różnicę w sposób matematycznie precyzyjny, warto wprowadzić pojęcie *zbioru korelacji*. Zbiór korelacji dla danej teorii (lub klasy teorii) to suma (w sensie teorii mnogości) wszystkich korelacji możliwych do osiągnięcia w danej teorii. Najważniejsze zbiory korelacji odpowiadają teoriom klasycznym, mechanice kwantowej i teoriom niesygnalizującym. Teorie klasyczne to te, które respektują naszą codzienną intuicję, że akt dokonania pomiaru jest aktem pasywnym, który jedynie ujawnia wcześniej istniejące wartości. Teorie niesygnalizujące to te, które respektują zasadę, że pomiar w jednym obszarze nie powinien mieć natychmiastowego wpływu na regiony, które są od niego oddzielone przestrzennie. Okazuje się, że oba te zbiory są względnie proste: są one wielokomórkami, czyli zbiorami wypukłymi o skończonej liczbie punktów ekstremalnych. To oznacza, że posiadają opis w zamkniętej formie, a ich właściwości mogą być badane w sposób algorytmiczny. Zbiór korelacji kwantowych, które znajduje się pomiędzy tymi dwoma zbiorami, nie jest wielokomórką i żaden efektywny opis (poza samą definicją) nie jest znany. Naszym głównym celem jest badanie fundamentalnych właściwości zbioru korelacji kwantowych.

Zadania badawcze w ramach tego projektu obejmują: sparametryzowanie wszystkich punktów ekstremalnych w najprostszym nietrywialnym scenariuszu Bella, znalezienie najprostszego scenariusza w którym układy nieskończenie-wymiarowe prześcigają układy skończenie-wymiarowe, badanie policzalnych przybliżeń zbioru kwantowego i zrozumienie względnej wielkości trzech wyżej wymienionych zbiorów.

W ramach tego projektu za pomocą rygorystycznych narzędzi analitycznych i obliczeń numerycznych pogłębimy naszą wiedzę i zrozumienie nt. fundamentalnych aspektów zbioru korelacji kwantowych. Chociaż niniejszy projekt zalicza się do badań podstawowych, mamy nadzieję, że nasze odkrycia będą stanowić wsparcie dla rozwoju praktycznych technologii kwantowych.