

“Nieniszcząca tomografia stanu kwantowego i pomiar oddziaływań spinowych”

Streszczenie popularno-naukowe

Jednym z najbardziej interesujących zagadnień współczesnej nauki jest **kwantowa teoria informacji i inżyniera stanów kwantowych**. U podstaw tych zagadnień leżą prawa mechaniki kwantowej, które w sposób uderzający różnią się od tych obserwowanych w makroskali. Analizy teoretyczne pokazują, że wykorzystanie mechaniki kwantowej pozwala na osiągnięcie efektów niedostępnych dla fizyki klasycznej. Przykładowo, mechanika kwantowa gwarantuje, że informacji, która transmitowana jest między dwoma obiektami, nie da się w sposób niewykrywalny „podszuchać”. Dzięki temu algorytm przy pomocy których zabezpieczana może być informacja (generacja klucza kryptograficznego) stają się bezpieczne. Z drugiej jednak strony szereg zagadnień algorytmicznych, które dla klasycznych komputerów są praktycznie nierozwiązywalne, można w sposób stosunkowo prosty rozwiązać przy użyciu komputerów kwantowych.

Podstawową jednostką informacji komputera kwantowego jest tzw. **qubit**. Jest to obiekt kwantowy, który rządony jest **prawem superpozycji** (w przeciwieństwie do klasycznej bitu nie musi on znajdować się albo w stanie 0, albo 1, ale może również istnieć w pewnej kombinacji tych dwóch wartości). Żeby móc jednak prowadzić obliczenia kwantowe, konieczne jest łączenie qubitów w tzw. **rejestry kwantowe**. Praca z takimi rejestrami stanowi jednak wyzwanie, gdyż pojawia się **problem gwałtownego skracania ich czasu życia takich rejestrów wraz ze wzrostem liczby budujących go qubitów**. **Problematyczne jest również przetwarzania informacji zgromadzonej w rejestrze czy w końcu poprawnego jej odczytanie**.

Jednym ze sposobów **przesyłania, gromadzenia czy przetwarzania informacji kwantowej** jest **wykorzystanie** do tego celu **atomów oraz światła i pola magnetycznego**. Jednakże w dotychczasowych rozwiązaniach cel ten realizuje się w **skomplikowanych i trudnych do miniaturyzacji eksperymentach**. Komplikuje możliwość praktycznych zastosowania takich układów w przyszłości. Dla odmiany **praca z gazami w temperaturze pokojowej nie wymaga tak skomplikowanej aparatury badawczej**, co sprawia, że mogłyby one lepiej nadawać się do tego celu. Okazuje się jednak, że wcale nie jest jasne **czy takie układy mogą być wykorzystane do prowadzenia obliczeń kwantowych**. Odpowiedź na pytanie czy jest to możliwe jest jednym z podstawowych celów, jakie stawia przed sobą ten projekt.

Inny cel, który chcemy realizować w ramach tego projektu jest natury doświadczalnej. Chcemy bowiem **zbudować stanowisko, które z jednej strony pozwoli na wytwarzanie określonych stanów kwantowych**, z drugiej zaś dostarczy **narzędzia do wykrycia/rekonstrukcji tych stanów**. Zadanie to realizowane będzie poprzez poddawanie atomów gazu umieszczonego w specjalnej komórce szklanej działaniu światła oraz stałego i oscylującego pola magnetycznego. Pola te zmieniając stan kwantowy materii, powodują również modyfikację własności optycznych całego gazu. Dzięki temu przepuszczając światło przez gaz jesteśmy w stanie określić w jakim stanie kwantowym znajdują się budującego go atomy.

Niniejszy projekt łączy ze sobą aspekt teoretyczny i doświadczalny. **Badania te z jednej strony stanowią ciekawe zagadnienie naukowe**, z drugiej zaś niosą ze sobą pewien **potencjał aplikacyjny**. Być może nie doprowadzą one od razu do konstrukcji komputera kwantowego, ale będą stanowić cegiełkę w budowie tego urządzenia.