*Warszawa, 28.06.2023 r.*

*Informacja prasowa*

**Nowa metoda pomiaru splątania kwantowego z wykorzystaniem jednej cząstki**

**Międzynarodowy zespół badaczy, w skład którego wchodzili badacze z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, opracował technikę pozwalającą badać pary splątanych kwantowo cząstek nawet wtedy, gdy detekcja jest możliwa tylko w przypadku jednej z nich. Odkrycie może otworzyć drogę do nowych eksperymentów fizycznych lub znaleźć zastosowanie w dynamicznie rozwijających się technologiach, takich jak kwantowa komunikacja czy obrazowanie. Badania były finansowane między innymi ze środków pochodzących z Funduszy Europejskich z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój w ramach programu FIRST TEAM Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Wyniki zostały opisane w prestiżowym czasopiśmie Physical Review Letters.**

Splątanie kwantowe to przewidziany przez reguły fizyki kwantowej efekt, w ramach którego w pewnych okolicznościach pary czy grupy atomów lub cząstek, takich jak na przykład elektrony bądź fotony, mogą wykazywać „skoordynowane” zachowania, nawet jeśli dzielą je ogromne odległości.

Przykładowo, kiedy próbujemy zmierzyć właściwości dwóch splątanych fotonów, pomiar kierunku polaryzacji jednego z nich umożliwia dokładne przewidzenie kierunku polaryzacji drugiego fotonu, bez względu na dzielącą je odległość. Wyniki pomiarów kierunku polaryzacji są losowe dla każdego z fotonów, ale pomimo tego doskonale skorelowane dla pary. Otrzymujemy na przykład zawsze prostopadłe polaryzacje dwóch fotonów. Efekt ten jest istotny dla rozwoju bezpiecznej komunikacji kwantowej, w której niemożliwe jest niezauważone podsłuchiwanie komunikacji między dwoma punktami, a także dla opracowywanych właśnie komputerów kwantowych. Za eksperymenty związane z tym zjawiskiem fizycy Alain Aspect, John F. Clauser i Anton Zeilinger otrzymali w 2022 r. Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

Zazwyczaj pomiar splątania jest możliwy, gdy jesteśmy w stanie wykryć i przeprowadzić pomiary dla obu cząstek. Nowa metoda, której szczegóły zostały właśnie opublikowane w wydawanym przez Amerykańskie Towarzystwo Fizyczne prestiżowym czasopiśmie Physical Review Letters, pozwala jednak na weryfikację i pomiary splątania nawet wtedy, gdy możliwe jest wykrycie i precyzyjny pomiar tylko jednej z dwóch splątanych cząstek.

„Zazwyczaj proces badania splątania wygląda tak, że rejestrujemy obie splątane cząstki. Wykonujemy pomiary i zauważamy, że wyniki są skorelowane, czyli gdy w jednym laboratorium otrzymujemy jedynkę, to w drugim także obserwujemy jedynkę, gdy w jednym widzimy zero, to w drugim także widzimy zero” – tłumaczy dr Radek Łapkiewicz z Instytutu Fizyki UW. *–„*W naszej pracy jest inaczej. Wnioskujemy o splątaniu, mierząc tylko jeden z fotonów. Oczywiście wiąże się to z pewnym kosztem i nie można zastosować tego rozwiązania w każdym przypadku, niemniej ciekawe jest to, że możemy dowiedzieć się czegoś o splątaniu obu cząstek, nie mierząc w ogóle jednego z fotonów”.

To ważne, bo splątaniu mogą podlegać nie tylko łatwe do wykrycia cząstki, takie jak fotony światła widzialnego, ale też cząstki, dla których nie mamy obecnie wydajnych detektorów, na przykład fotony dalekiej podczerwieni. Nowa technika pozwala jednak na wykrywanie ich i pomiary, poprzez splątanie z łatwymi do wykrycia „krewniakami”.

Metoda opiera się na zasadzie interferencji kwantowej, gdzie światło z dwóch identycznych źródeł splątanych fotonów tworzy prążki interferencyjne (podobnie jak nakładające się fale na wodzie). Informacje dotyczące splątania można uzyskać rejestrując właśnie te prążki tworzone przez jeden z fotonów z pary.

„Wykonujemy manipulacje na obu fotonach, ale rejestrujemy tylko jeden z nich. Możemy nie mieć detektorów dla jednego z tych fotonów, ale mimo to dowiedzieć się czegoś o całej parze, co może być bardzo przydatne” *–* tłumaczy dr Łapkiewicz. *–* „Nasza metoda nie wymaga rejestrowania par cząstek, nie wymaga szybkiej elektroniki do rejestrowania korelacji. Może to mieć zastosowanie w technologiach kwantowych, jest też ciekawym fizycznym efektem dla dalszych badań nad splątaniem”.

Pierwszą autorką pracy jest dr Gabriela Barreto-Lemos z Uniwersytetu Federalnego Rio de Janeiro a międzynarodowy zespół, w skład którego wchodziła grupa dra Łapkiewicza, obejmował także laureata ubiegłorocznego Nobla z fizyki, prof. Antona Zeilingera. Wcześniej ten sam zespół użył podobnego efektu do tworzenia zdjęć, przy których fotony oświetlające fotografowany obiekt wcale nie są rejestrowane, a zdjęcie uzyskuje się, rejestrując ich „splątanych bliźniaków”. W tym przypadku zamiast splątania polaryzacyjnego badacze użyli splątania kierunków rozchodzenia się fotonów.

Link do publikacji: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.130.090202>

**Dr Radek Łapkiewicz** jest adiunktem na Wydziale Fizyki UW, gdzie kieruje Laboratorium Obrazowania Kwantowego. Ukończył studia doktoranckie na Uniwersytecie Wiedeńskim pod opieką prof. Antona Zeilingera, specjalizującego się w eksperymentach ze splątanymi fotonami, pracę magisterską przygotowywał na Wydziale Fizyki UW pod kierunkiem prof. Czesława Radzewicza zajmującego się pomiarami ultrakrótkich impulsów laserowych. Zainteresowania naukowe Radka Łapkiewicza obejmują wykorzystanie efektów kwantowych w obrazowaniu m.in. w mikroskopii nadrozdzielczej i obrazowaniu fazowym, a także techniki mikroskopii fluorescencyjnej w obrazowaniu biologicznym.

Od 2015 roku kieruje Laboratorium Optyki Kwantowej, gdzie wraz ze swoim zespołem realizuje granty Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w ramach programu FIRST TEAM. Jest laureatem stypendium Start FNP oraz stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

\*\*\*

Program FIRST TEAM jest realizowany przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej ze środków UE pochodzących z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, oś IV: Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego, Działanie 4.4 Zwiększanie potencjału kadrowego sektora B+R.

\*\*\*

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej istnieje od 1991 r. i jest niezależną, samofinansującą się instytucją pozarządową typu non-profit, która realizuje misję wspierania nauki. Jest największym w Polsce pozabudżetowym źródłem finansowania nauki. Do statutowych celów FNP należą: wspieranie wybitnych naukowców i zespołów badawczych i działanie na rzecz transferu osiągnięć naukowych do praktyki gospodarczej. Fundacja realizuje je poprzez przyznawanie indywidualnych nagród i stypendiów dla naukowców, przyznawanie subwencji na wdrażanie osiągnięć naukowych do praktyki gospodarczej, inne formy wspierania ważnych przedsięwzięć służących nauce (jak np.: programy wydawnicze, konferencje). Fundacja angażuje się także we wspieranie międzynarodowej współpracy naukowej oraz zwiększanie samodzielności naukowej młodego pokolenia uczonych.

**Kontakt prasowy:**

Dominika Wojtysiak-Łańska, Fundacja na rzecz Nauki Polskiej: tel. 698 931 944, wojtysiak@fnp.org.pl