

BRight EntAnglement vIa Dark States (BRAIDS)

Jasne splątanie poprzez stany ciemne

W projekcie BRAIDS zajmujemy się fascynującym światem fizyki kwantowej. Skupiamy się na cząsteczkach światła zwanych *fotonami*. Fizyka kwantowa nie tylko opisuje podstawowe elementy składowe naszego wszechświata, ale ma też duży potencjał dla zastosowań w ramach przyszłych technologii, które zmienią nasze codzienne życie. Niektóre z nich to obliczenia kwantowe i *bezpieczna komunikacja*, której nie można podsłuchać.

Jednym ze zjawisk czysto kwantowych jest *splątanie*. Wyobraźmy sobie zabawkę składającą się z dwóch bączków połączonych bardzo wyjątkowym sznurkiem. Kiedy zakręcimy jednym bączkiem, drugi również zacznie się kręcić, niezależnie od tego, jak daleko są od siebie. Te dwa wyimaginowane bączki są bardzo podobne do *splątanych fotonów*. Badanie splątanych cząstek może pomóc znaleźć odpowiedzi na podstawowe pytania dotyczące fizyki kwantowej. Umożliwi także rozwój technologii kwantowych, w tym *bezpiecznej telekomunikacji*.

W ramach projektu BRAIDS współpracujemy na czterech uczelniach w trzech europejskich krajach, aby wytworzyć splątane fotony za pomocą półprzewodnikowych *kropek kwantowych*. Kropki kwantowe można sobie wyobrazić jako rodzynki w cieście, gdzie oba elementy zbudowane są z różnych półprzewodników. Są tak małe, że zachowują się w specyficzny kwantowy sposób. Dzięki temu mogą emitować pojedynczy foton na raz. Fotony te można również splątać i wykorzystać do przenoszenia informacji w bezpiecznych *sieciach kwantowych*.

Jednak splątanie polaryzacyjne, najpowszechniej stosowany dotychczas rodzaj splątania, nie jest idealne. Wynika to z tego, że ulega ono *dekoherencji*, czyli częściowemu zniszczeniu w światłowodach. Jest więc miejsce na poprawę. We wcześniejszych pracach poczyniono postępy w tworzeniu solidniejszego typu splątania. Pokazano *splątanie czasowe* fotonów z kropek kwantowych oraz schematy optyczne do ich kontrolowania. Oznacza to, że możemy splątać foton, który pojawia się wcześniej, z fotonem wyemitowanym później. Bazując na tym postępie, w projekcie BRAIDS staramy się wymyślić i zrealizować nowe sposoby tworzenia stanów splątanych. Naszą głównym pomysłem jest wykorzystanie *ciemnego ekscytynu* do wygenerowania wspomnianego splątania czasowego. *Ekscyton* to kolejny obiekt kwantowy, w którym elektron oddziałuje z brakującym elektronem. Mogą zniknąć (mówimy, że anihilują) razem, emitując światło – foton. W zasadzie ciemny ekscyton nie powinien oddziaływać ze światłem i dzięki temu dłużej zapamiętuje swój stan, co jest korzystne.

Mimo to wiemy, jak kontrolować ciemny ekscyton za pomocą (jasnych!) *technik optycznych*. Połączymy wysiłki technologiczne, eksperymentalne i teoretyczne, aby zmusić nasze kropki kwantowe do wytworzenia możliwie najlepszych splątanych par fotonów. Aby to osiągnąć, wykorzystamy “ćwierkające” impulsy laserowe (zmieniają częstotliwość w czasie trwania, jak sama nazwa wskazuje!) i specjalistyczne filtry eliminujące niepożądane zakłócenia światła. Obliczenia i ustalenia eksperymentalne pozwolą nam udoskonalić nasze techniki. Starannie dopasujemy właściwości kropek kwantowych i umieścimy je w małych pudełkach zwanych *strukturami fotonicznymi*, które działają trochę jak anteny i wzmacniają oddziaływanie ze światłem. W rezultacie nasze źródło tych par fotonów będzie wystarczająco jasne i wydajne, aby można je było wykorzystać w komunikacji kwantowej.

Kto wie, może pewnego dnia kropki kwantowe i pomysły rozwijane w tym projekcie zasilać sieć kwantową łączącą świat.