

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Początek XX wieku w fizyce zwiastował całkowite zrozumienie tego jakie są fundamentalne prawa determinujące to, jak wygląda świat, w którym żyjemy. Rozwiązywano ostatnie problemy fizyki klasycznej, opartej wyłącznie na równaniach Newtona, Maxwella, itp. Okazało się, jednak, że spektrum promieniowania ciała doskonale czarnego, opartego wyłącznie na klasycznych własnościach światła odpowiada nieskończonej absorpcji w małych długościach fali, co zostało nazwane katastrofą w nadfiolecie. Kolejne próby wyjaśnienia tej niejasności, jak i kolejnych konsekwencji, doprowadziły do wniosku, że zrozumienie praw fizyki w mikroskali, wymaga zupełnie innego podejścia. To jednak nie oznaczało odstraszenia fizyków od zajmowania się takimi skalami. Z podstaw nowopowstającej mechaniki kwantowej wynika na przykład superpozycja, która może odpowiadać sytuacji, że cząstka z niezerowym prawdopodobieństwem jest w kilku stanach. Współcześnie okazało się, że takie czysto kwantowe własności mogą być obserwowane w rzeczywistym świecie, wyłącznie w bardzo kontrolowanych warunkach. Zanikają one bowiem ze względu na oddziaływanie obiektu z otoczeniem, które zawsze ma miejsce, gdyż nie istnieją układy idealnie izolowane.

Próby częściowego odizolowania kubitu (kwantowego układu o dwóch możliwych stanach), będącego podstawowym składnikiem kwantowego komputera, są jednym z głównych zadań fizyki doświadczalnej XXI wieku. Można jednak spojrzeć na ten problem zupełnie inaczej. Skoro kubit jest bardzo czuły na zmiany zachodzące w otoczeniu to oznacza, że może on stać się sensorem. Kubit oparty na spinie, jakim jest na przykład tzw. centrum NV - aktywny optycznie defekt w kryształach diamentu, jest bardzo dobrym kandydatem. Umieszczony w niewielkiej odległości od białka, czy nawet neuronu, pozwala on na zbadanie szczegółowej struktury cząsteczki, czy też rejestrację potencjału elektrycznego, który pozwala nam na przetwarzanie informacji w mózgu. Potencjalne zastosowania w tak wielu dziedzinach, powodują rosnące zainteresowanie również pod kątem poprawy czułości takiego nanospektrometru.

Tu jednak również jest pułapka. Bowiem próba poprawy czułości odpowiada większej liczbie manipulacji kubitami, a w szczególności wzrostem liczby sekwencji pomiarowych. W końcu, zbyt silne i częste operacje mogą w efekcie zmienić własności samego otoczenia i zamiast zyskać informacje, bezpowrotnie je utracimy. Powstaje zatem pytanie o to, jakie są optymalne warunki prowadzenia doświadczeń, w zależności od tego, co chcemy obserwować.

Badania prowadzone przez mnie od strony teoretycznej, jednak przy silnej współpracy z grupami doświadczalnymi, mogą doprowadzić do szerszego zrozumienia i zwalczania problemów stojących przed spektroskopią w nanoskali, ale również zbliżyć do odpowiedzi na pytanie, kiedy własności kwantowe są na tyle słabe, że z powrotem w naszym detektorze zobaczymy klasyczne obiekty?