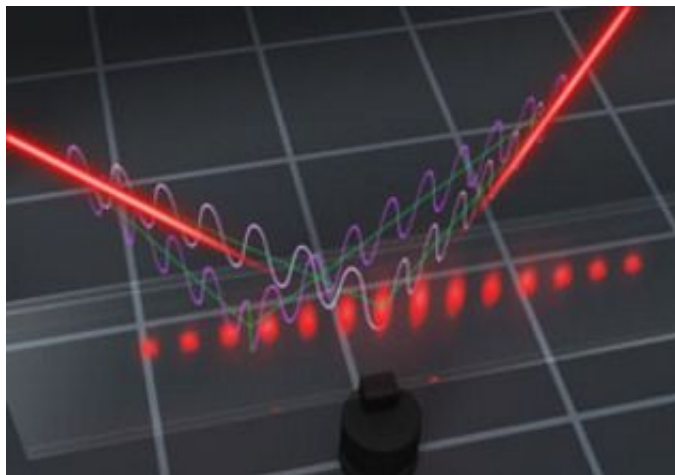


"Kwantowe linijki" mierzą dokładniej... teraz wiemy o ile

2012-09-20



Pomiary za pomocą interferencji światła.

Naukowcy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego oraz Uniwersytetu w Nottingham opracowali narzędzia teoretyczne pozwalające na znalezienie granic precyzji pomiarów osiągalnych za pomocą stanów splątanych w realistycznych warunkach eksperymentalnych. Pozwoliło to po raz pierwszy porównać obecne dokonania eksperymentalne w dziedzinie precyzyjnych pomiarów z fundamentalnymi ograniczeniami fizyki kwantowej.

Pomiary wykorzystujące interferencję światła należą do jednych z najdokładniejszych metod pomiarowych jakimi dysponuje współczesna nauka i znajdują zastosowania w takich dziedzinach jak astronomia, telekomunikacja, biologia i medycyna. Najbardziej spektakularnym zastosowaniem są detektory fal grawitacyjnych, w których dzięki wykorzystaniu zjawiska interferencji bardzo silnych wiązek światła możliwe jest wykrywanie fal grawitacyjnych o amplitudach mniejszych niż rozmiar protonu.

Okazuje się jednak, że czułość interferometrów może być dodatkowo zwiększona dzięki wykorzystaniu specjalnie przygotowanych kwantowych stanów światła, w których istotną rolę odgrywa splątanie kwantowe. Splątanie jest zjawiskiem unikalnym dla fizyki kwantowej i leży u podłoża takich idei jak teleportacja kwantowa, kryptografia kwantowa i komputery kwantowe. Fotony, będące elementarnymi porcjami energii niesionymi przez światło, przygotowane w stanie splątanym wykazują bardzo silne korelacje nie obserwowane w powszechnie dostępnych naturalnych czy sztucznych źródłach światła. Dzięki temu splątane fotony mogą zachowywać się analogicznie do fotonów odpowiadających światłu o znacznie krótszej długości fali a tym samym umożliwić pomiary o wyższej precyzji.

Jeśli pomyślimy o pojedynczym fotonie jako o „kwantowej linijce”, której dokładność wynosi np. 1mm, to przygotowując odpowiedni stan splątany 10 fotonów możemy uzyskać w teorii „linijkę” o podziałce

0,1mm, uzyskując 10-krotną poprawę precyzji. Tyle mówi teoria. Splątanie kwantowe jest jednak niezwykle wrażliwe na wszelkie niedoskonałości eksperymentalne i jednym z fundamentalnych nierozwiązanych zagadnień pozostawało do tej pory, na ile kwantowa poprawa precyzji może być przydatna w praktyce.

Dr Rafał Demkowicz-Dobrzański i mgr Jan Kołodyński z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego we współpracy z Madalinem Gutą z Uniwersytetu w Nottingham opracowali narzędzia teoretyczne pozwalające na znalezienie granic precyzji pomiarów osiągalnych za pomocą stanów splątanych w realistycznych warunkach eksperymentalnych. Pozwoliło to po raz pierwszy porównać obecne dokonania eksperymentalne w dziedzinie precyzyjnych pomiarów z fundamentalnymi ograniczeniami fizyki kwantowej.

We współczesnych detektorach fal grawitacyjnych od kilku lat prowadzone są już wstępne pomiary wykorzystujące kwantowe stany światła w celu zwiększenia precyzji. Jedną z podstawowych praktycznych technik jest wykonywanie interferencji z wykorzystaniem światła w stanie tzw. ściśniętej próżni. Dzięki nowym narzędziom teoretycznym udowodniono, że obecnie wykorzystywany schemat pomiarowy jest optymalny. Można więc śmiało twierdzić, że w dziedzinie detekcji fal grawitacyjnych jesteśmy blisko osiągnięcia granic precyzji na jaką pozwalają prawa fizyki kwantowej. Czy pozwoli nam to w końcu wykryć dotychczas nieuchwytnie fale grawitacyjne? Dowiemy się tego w ciągu najbliższych lat.

Wyniki zostały opublikowane we wrześniowym numerze prestiżowego czasopisma „Nature Communications”. Badania były finansowane w ramach projektu TEAM „Fotoniczne implementacje technologii wykorzystujących efekty kwantowe” Fundacji na rzecz Nauki Polskiej oraz projektów Q-ESSENCE (skrót od angielskiej nazwy Kwantowe Interfejsy, Sensory i Komunikacja oparte o Splątanie) finansowanego w ramach 7. Programu Ramowego a koordynowanego przez Uniwersytet Warszawski i QUASAR (skrót od angielskiej nazwy Stany Kwantowe: Analiza i Realizacja) finansowanego w ramach programu ERA-NET CHIST-ERA.

Publikacja:

R. Demkowicz-Dobrzański, J. Kolodyński & M. Guta, [The elusive Heisenberg limit in quantum-enhanced metrology](#), Nature Communications **3**, 1063 (2012)