

Abstract (Polish)

Rozwój technologii kwantowych ma na celu wykorzystanie zjawisk kwantowych w praktycznych implementacjach, przykładowo w kryptografii kwantowej i informacji (samotestowanie, wzmocnienie i ekspansja losowości, dystrybucja klucza kwantowego) lub metrologii kwantowej. Stany ściśnięte spinowo to stany kwantowe, które są szczególnie przydatne do niezwykle precyzyjnej metrologii. Zapewniają one czułość fazową lepszą w porównaniu z klasyczną granicą szumu śrutowego $\Delta\phi \propto 1/\sqrt{N}$. Ich fluktuacje kwantowe dla kolektywnego operatora spinowego są redukowane w jednym kierunku kosztem fluktuacji w kierunku ortogonalnym. Pozwala to na poprawę czułości fazowej stanu wzdłuż kierunku zmniejszonych fluktuacji. Stany ściśnięte spinowo są korzystniejsze od innych silnie splątanych stanów w zastosowaniach metrologicznych ponieważ mają wystarczająco dużą średnią wartość spinu i są bardziej odporne na różne typy procesów dekoherencji. Podczas gdy stany ze ściśniętym spinem zostały zaproponowane teoretycznie, a nawet zrealizowane w układach ulata-zimnych atomów, to ich praktyczne zastosowanie, w szczególności blisko teoretycznej granicy $\Delta\phi \propto 1/N$, jest nadal poza zasięgiem obecnych eksperymentów. W niniejszej rozprawie rozważamy układy ultra-zimnych atomów umieszczonych w periodycznej sieci optycznej, zaprojektowane jako potencjalnie proste implementacje eksperymentalne do dynamicznej generacji stanów scisnionych spinowo. Rozważając dwuskładnikowe modele Bose- i Fermi-Hubbarda, proponujemy nowe mechanizmy w celu wygenerowania efektywnych modeli zdolnych do generowania maksymalnie ściśniętych stanów. Te mechanizmy są wytwarzane przez fizyczne procesy, t.j. długozasiegowe oddziaływania dipolowe, sprzężenie spin-orbita, anizotropia oddziaływań kontaktowych lub niejednorodne pola magnetyczne. Analizujemy również, w jaki sposób niedoskonałości w przygotowaniu stanów początkowych lub parametrów modelu wpływają na możliwość wytworzenia stanów ściśniętych spinowo oraz ich użyteczność do praktycznych zastosowań.