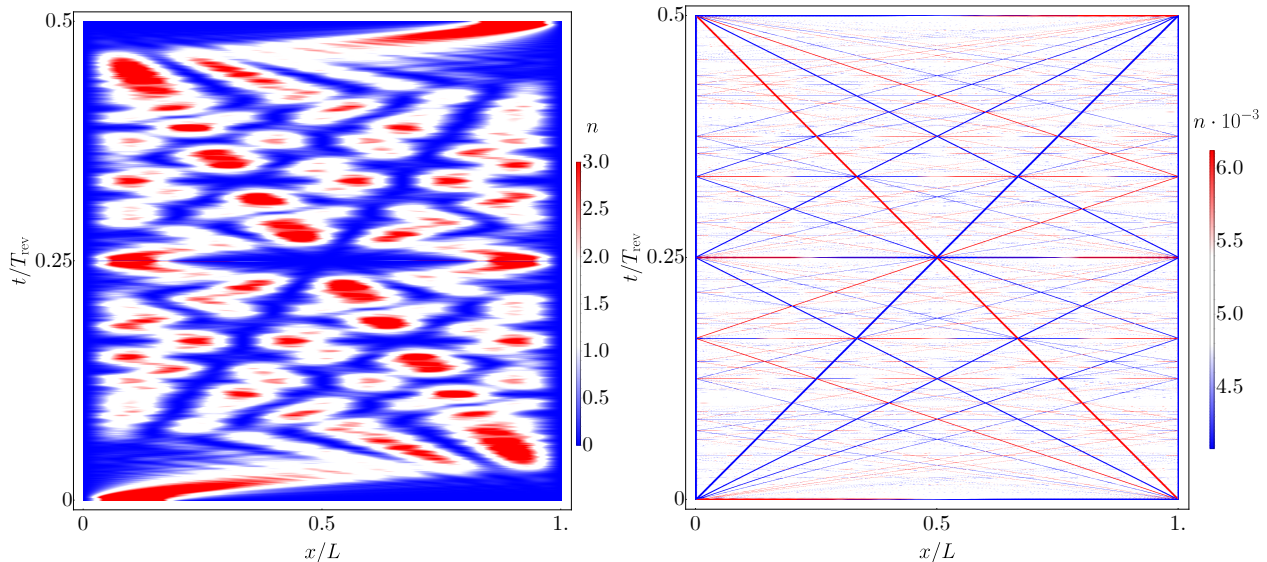


W roku 1836 Henry Talbot, ojciec nowoczesnej fotografii, uzyskał niespodziewany wynik swojego eksperymentu – obraz siatki dyfrakcyjnej, którą obserwował przez szkło powiększające, wyostrzał się w równych od niej odległościach. Efekt ten, zwany dziś efektem Talbota, jest związany z interferencją wysoce spójnych fal i nie jest zaskakującym, że istnieje jego kwantowy analog. W ogólności, fazy pomiędzy stanami w kwantowej superpozycji zmieniają się w trakcie ewolucji w czasie i może się zdarzyć, że w konkretnych chwilach odraźniony jest początkowy stan. Takie zachowanie zainspirowało wiele pomysłów, znanych obecnie pod różnymi nazwami. Spośród nich, skupiamy się na estetycznie przyciągających *dywanach kwantowych* – czasoprzestrzennych reprezentacjach gęstości prawdopodobieństwa kwantowej cząstki w pudle (*vide* Rys. 1(a)).



Rysunek 1: Wycalkowane radialnie wykresy gęstości prawdopodobieństwa dla jednego (lewo) i 5000 atomów (prawo), które początkowo umieszczone są w pudełku o szerokości $D/L = 0.21$ i w poprzecznej pałapce harmonicznej. W przeciwieństwie do sytuacji jednoatomowej, w której widoczne są niewyraźne struktury, przy dużej liczbie atomów kształty są dużo ostrzejsze. Struktury te przypominają solitony – są wąskie, zlokalizowane i zachowują kształt w trakcie ewolucji.

Dywany kwantowe były dyskutowane prawie wyłącznie w układach bozonowych. Jednakże w naszej ostatniej pracy pokazujemy, że nawet w doskonałym gazie fermionów zachodzą ciekawe zjawiska. Okazuje się, że gaz początkowo spuławkowany w małym pudle, a potem wypuszczony do większego, charakteryzowany jest przez struktury podobne do solitonów (*vide* Rys. 1(b)). To nowo odkryte zjawisko otwiera nowe ścieżki rozważań teoretycznych. Dwie z nich wydają się być najbardziej naturalne w kontekście dalszych badań.

Korelacje w kwantowych dywanach w dwuskładnikowym gazie Fermiego

W naszej poprzedniej pracy, nie uwzględniliśmy kwantowych korelacji. Jednakże w silnie oddziałującym reżimie niewątpliwie odgrywają one znaczącą rolę, prawdopodobnie zmieniając charakter spójnego krajobrazu solitonopodobnych struktur, widocznego w słabo oddziałującym gazie. Planujemy zbadać nasz układ przy pomocy bardziej skomplikowanych założeń dotyczących funkcji falowej, które zawierają w sobie korelacje kwantowe.

Dwyany kwantowe jako narzędzia do znajdowania egzotycznych stanów kwantowych

Dwyany kwantowe pojawiają się w wielu różnych układach, z których wiele nie było zbadanych z tej perspektywy. Sygnalizują one zazwyczaj skomplikowaną ewolucję, z której wynikać mogą egzotyczne stany. Naszym celem jest wykrozystanie dywanów kwantowych do poszukiwania takich stanów, jako że odrodzenia początkowej konfiguracji układu mogą wskazywać na splątanie. Podstawą naszych badań będzie analiza tzw. koherentnego stanu fazowego, podlegającego ewolucji generowanej przez standardowy Hamiltonian głębokiej sieci optycznej.

Oba proponowane zadania wprowadzają nową jakość poprzez połączenie problemów z różnych dziedzin fizyki lub badanie nowatorskiego narzędzia, które może być przydatne dla szerokiej społeczności związanej z kwantową informacją. Wzięcie pod uwagę korelacji w układzie dwuskładnikowym nie tylko pozwoli na dokładne zbadanie dywanów kwantowych, ale też ukaże problem ferromagnetycznej przemiany fazowej w takim układzie w nowym świetle. Ponadto, dywany kwantowe oferują sposób na analizę egzotycznych stanów kwantowych w wielu układach. Proponujemy zbadać tę ich cechę pod kątem użyteczności w teorii kwantowej informacji.