

# Lokalizacja wielociałowa - podejście zimno-atomowe

Jakub Zakrzewski

Celem naukowym projektu jest analiza zjawiska wielociałowej lokalizacji w nietrywialnych modelach opartych o układy zimnych atomów w sieciach potencjału optycznego. Taki potencjał powstaje wskutek oddziaływania fali laserowej nierezonansowo z atomami. Używając przeciwbieżnych wiązek laserowych można wytworzyć falę stojącą, a zatem periodyczny potencjał, w którym poruszają się atomy. Przypomina to sytuację elektronów w kryształach, tyle, że poruszające się w okresowym potencjale cząstki są w naszym przypadku elektrycznie obojętne. Transport elektronów w metalach jest efektywny (są to przewodniki). W przełomowej pracy z końca lat pięćdziesiątych Anderson pokazał, że przypadkowo rozmieszczone defekty (modelowane jako nieporządek) mogą prowadzić do zaniku transportu w przypadku, gdy poruszające się cząstki oddziałują jedynie z przypadkowym potencjałem, a nie między sobą. Taki zanik jest bardzo efektywny w układach o zmniejszonych wymiarowościach, w szczególności w jednym wymiarze (gdy transport odbywa się wzdłuż danego łańcucha). To odkrycie przyniosło Andersonowi uznanie i m.in. nagrodę Nobla.

Anderson chciał rozwiązać problem także dla cząstek, które ze sobą oddziałują, problem ten jednak jest nierozwiązany do końca do tej pory. Wynika to z faktu, że niezwykle trudno opisać jest go w sposób przybliżony przez uproszczone modele. Dopiero w ostatnich 10 latach pojawiają się prace teoretyczne i symulacje numeryczne pokazujące, że lokalizacja w obecności silnych oddziaływań międzycząsteczkowych i silnego nieporządku wydaje się być bardzo prawdopodobna - zjawisko to nazywa się wielociałową lokalizacją i jest obecnie bardzo intensywnie badane w świecie przynosząc setki prac naukowych rocznie.

To olbrzymie zainteresowanie tematem wynika z jego fundamentalnego znaczenia dla zrozumienia ograniczeń równowagowej fizyki statystycznej. Istnienie wielociałowej lokalizacji oznacza, że nawet mały podukład badanego układu może częściowo pamiętać o swoich warunkach początkowych - zatem nie zachodzi pełna termalizacja przez jego kontakt z resztą układu. Informacja nie jest jedynie zapisana w globalnych obserwacjach całego dużego układu ale też w lokalnych średnich czy korelacjach dla podukładu.

W ramach projektu planujemy szczegółowo przeanalizować jedyny obecnie eksperyment, który w tym roku pokazał zachowanie zgodne z koncepcją wielociałowej lokalizacji. Planujemy również analizę innych układów zimnoatomowych pozwalających na lepsze zrozumienie mechanizmu zjawiska jak i zaproponowanie nowych eksperymentów. Planujemy też rozwijać i testować metody numeryczne pozwalające badać własności stanów kwantowych dużych układów, dla których typowe standardowe podejścia zawodzą.