

Wpływ korelacji na strukturę motyla Hofstadtera

Maciej Wróbel, Marcin Mierzejewski, Maciej M. Mańska

Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski, 40-007 Katowice

Efekty orbitalne wynikające z oddziaływania pola magnetycznego z dwuwymiarowym gazem sieciowym swobodnych elektronów prowadzą do fraktalnej struktury widma energetycznego – słynnego *motyla Hofstadtera*. Próby uwzględnienia wpływu korelacji elektronowych na tę strukturę podejmowane były dotychczas w przybliżeniu średniego pola [1] oraz przy pomocy ścisłej diagonalizacji hamiltonianów małych klastrów [2]. Wyniki otrzymane w przybliżeniu średniego pola wskazują, że widmo energetyczne zachowuje własności fraktalne, ale pojawia się w nim przerwa energetyczna wokół energii Fermiego.

W prezentowanej pracy kontynuujemy badanie wpływu korelacji na gaz sieciowy w obecności pola magnetycznego. Aby jednak wyjść poza przybliżenie średniego pola, a jednocześnie móc badać układy większe, niż te dla których można zastosować metodę Lanczosa, badamy anizotropowy model Hubbarda w granicy silnej anizotropii, tj. model Falicova-Kimballa. Model ten, opisując niektóre zjawiska związane z silnymi korelacjami elektronowymi, poddaje się jednocześnie analizie przy pomocy zmodyfikowanej metody klasycznego Monte Carlo [3]. Z jednej strony pozwala to badać stosunkowo duże układy, z drugiej, w przeciwieństwie do metody Lanczosa, pozwala badać ich termodynamikę. W nieobecności oddziaływania kulombowskiego spektrum energetyczne w funkcji pola magnetycznego odtwarza fraktalną strukturę *motyla Hofstadtera*. Pokazujemy, że dla każdej niezerowej wartości U w dostatecznie niskich temperaturach pojawia się przerwa w widmie energetycznym, co zgadza się z dotychczas otrzymywanymi wynikami. Przerwa ta okazuje się być trwała w każdej temperaturze dla dostatecznie silnych oddziaływań kulombowskich. Prezentujemy także sposób implementacji metody histogramów wprowadzonej przez Ferrenberga i Swendsena [4] do analizy modelu Falicova – Kimballa. Okazuje się, że zachowując dobrą zgodność z wynikami otrzymanymi pełną metodą Monte Carlo, korzystając z zaproponowanej metody można wielokrotnie skrócić czas prowadzonych obliczeń [5].

[1] H. Doh and S.-H. S. Salk, *Phys. Rev.* **57**, 1312 (1998).

[2] K. Czajka, A. Górczyca, M.M. Mańska and M. Mierzejewski, *Phys. Rev. B* **74**, 125116 (2006).

[3] M. M. Mańska and K. Czajka, *Phys. Rev. B* **74**, 035109 (2006).

[4] A.M. Ferrenberg and R.H. Swendsen, *Phys. Rev. Lett.* **61**, 2635 (1988).

[5] M. Wróbel, M. Mańczak, M. Mierzejewski, M.M. Mańska, *physica status solidi (b)*, **246**, 5 931 (2009).