

Streszczenie

We współczesnej fizyce istnieje niewiele teorii pola bardziej uniwersalnych i wszechobecných niż modele $O(N)$. Od kilkudziesięciu lat stanowią one nieocenione narzędzie wykorzystywane do opisu niezliczonych zjawisk fizycznych. Pomimo wielu lat, które upłynęły od ich utworzenia, modele $O(N)$ pozostają przedmiotem badań. Niniejsza rozprawa opisuje kilka najnowszych odkryć dotyczących klasycznych przejść fazowych w modelach $O(N)$ i ich anizotropowych rozszerzeniach.

Tematy rozważane w tej rozprawie podzielone są na dwie kategorie: czystych modeli $O(N)$ oraz ich anizotropowych rozszerzeń. W obszarze czystych modeli $O(N)$ weryfikujemy starą analizę perturbacyjną Cardy’ego i Hambera [1] przewidującą zderzenie punktów stałych grupy renormalizacji. Cardy i Hamber twierdzą, że powyżej dwóch wymiarów to zderzenie wywołuje nieanalityczne zachowanie wykładników krytycznych, natomiast poniżej dwóch wymiarów stanowi ono mechanizm zaniku przejścia fazowego w dolnym wymiarze krytycznym. W pierwszej kolejności odtwarzamy ich rozumowanie perturbacyjne, podkreślając jego mało znane konsekwencje. Następnie konfrontujemy ich przewidywania z wynikami naszych obliczeń opartych o niepertsurbacyjną grupę renormalizacji w rozwinięciu w pochodnych do rzędu $O(\partial^2)$. Nasze obliczenia potwierdzają obecność zderzenia punktów stałych w wymiarach poniżej dwóch i dostarczają silnych argumentów przeciwko scenariuszowi zderzenia w wymiarach powyżej dwóch. Nasza analiza scenariusza Cardy’ego i Hambera, przedstawiona w Rozdziale 3, oparta jest o dwa artykuły: *analyticity of critical exponents of the $O(N)$ models from nonperturbative renormalization* [2] oraz *Low-temperature behavior of the $O(N)$ models below two dimensions* [3].

Drugi obszar poruszany w tej rozprawie dotyczy efektów słabych perturbacji kubicznych w modelu $O(2)$. Badamy, w jaki sposób wiodący wykładnik skalowania pola anizotropowego y_4 zmienia się wraz z wymiarem. Precyzyjnie wyznaczamy wartość y_4 w trzech wymiarach, a następnie obserwujemy jego ciągłą ewolucję pomiędzy trzema i dwoma wymiarami. W pobliżu dwóch wymiarów obserwujemy, że y_4 zbliża się do zera, prowadząc do nieuniwersalnych zjawisk związanych z fizyką Kosterlitz-Thoulessa. Badamy również jak precyzja dwóch alternatywnych implementacji rozwinięcia w pochodnych zmienia się wraz z wymiarem. Powyższe

zagadnienia omówione są w Rozdziale 4; przedstawione w nim wyniki pochodzą z artykułu *$\mathbb{Z}_4$ -symmetric perturbations to the XY model from functional renormalization* [4]. Ten artykuł powstał we współpracy z Carlosem . Sánchez-Villalobos, Pawłem Jakubczykiem i Nicolásem Wschebor; w podsumowaniu rozdziału prezentujemy wkład autorów artykułu.