

Streszczenie

Rozprawa jest poświęcona ścisłej konstrukcji funkcji Wightmana oraz Greena w modelach perturbacyjnej kwantowej teorii pola w czterowymiarowej czasoprzestrzeni Minkowskiego w ramach przyczynowej teorii zaburzeń rozwiniętej przez Epsteina i Glasera. W tym podejściu każdy z wierzchołków oddziaływania jest przemnożony przez funkcję włączającą, która znika szybko w nieskończoności i w związku z tym odgrywa rolę regularyzacji w podczerwieni. W celu uzyskania fizycznych funkcji Wightmana i Greena, macierzy rozpraszania lub pól oddziałujących konieczne jest usunięcie tej regularyzacji poprzez wzięcie granicy adiabaticznej.

W pierwszej części pracy przedstawiamy zarys podejścia Epsteina i Glasera do perturbacyjnej kwantowej teorii pola. Podajemy konstrukcję iloczynów uporządkowanych chronologicznie, która może być zastosowana również w przypadku obecności pól fermionowych. W dalszej części przypominamy definicje funkcji Wightmana oraz Greena, macierzy rozpraszania oraz pól oddziałujących z regularyzacją w podczerwieni. Następnie omawiamy metodę usunięcia tej regularyzacji przy wykorzystaniu granicy adiabaticznej.

W drugiej części rozprawy konstruujemy funkcje Wightmana oraz Greena w szerokiej klasie modeli, uogólniając wcześniejsze wyniki Blancharda i Seneora. W tym celu pokazujemy istnienie tzw. słabej granicy adiabaticznej. Przeprowadzenie dowodu istnienia tej granicy wymaga założenia, że iloczyny uporządkowane chronologicznie spełniają pewien warunek normalizacji. Pokazujemy, że wspomniany warunek normalizacji może być narzucony w dowolnym modelu o wierzchołkach oddziaływania o wymiarze kanonicznym równym cztery oraz w dowolnym modelu o wierzchołkach oddziaływania o wymiarze kanonicznym równym trzy pod warunkiem, że każdy z nich zawiera przynajmniej jedno pole masywne. Ponadto dowodzimy, że powyższy warunek normalizacji jest kompatybilny ze wszystkimi standardowymi warunkami normalizacji, które są zazwyczaj narzucane na iloczyny uporządkowane chronologicznie. Rozważamy szczegółowo przypadek elektrodynamiki kwantowej z masywnym lub bezmasowym, spinorowym lub skalarnym polem naładowanym oraz pewien model oddziałujących pól skalarnych z wierzchołkiem oddziaływania o wymiarze trzy, który nazywamy modelem skalarnym. Nasz wynik stosuje się również do nieabelowych teorii Yanga-Millsa. Wykorzystując metodę opracowaną przy dowodzeniu istnienia słabej granicy adiabaticznej pokazujemy ponadto istnienie centralnego rozwiązania problemu podziału w elektrodynamice kwantowej z masywnym polem spinorowym.