

Warszawa, 30 czerwca 2015

Adrian Lewandowski
Instytut Fizyki Teoretycznej
Doktorant, VI rok

Tytuł rozprawy: Renormalizacja ogólnej teorii renormalizowalnej w regularyzacji naruszającej symetrię cechowania

Streszczenie

Praca dotyczy badania niestandardowej regularyzacji, polegającej na zastąpieniu każdej pochodnej w działaniu wg przepisu $\partial_\mu \mapsto \exp \{ \partial^2 / (2\Lambda^2) \} \partial_\mu$.

W rozdziale 1 wyjaśniamy, co było motywacją dla podjętych badań.

W rozdziale 2 podajemy praktyczne metody przeprowadzania rachunków w przyjętej regularyzacji oraz wprowadzamy oparty na niej schemat minimalnego odjęcia (Λ - $\overline{MS}$) dla ogólnego modelu renormalizowalnego. Ze względu na naruszenia symetrii cechowania, definicja schematu wymaga sprecyzowania, które wierzchołki są “minimalnie renormalizowane” – przyjmujemy, że są to wszystkie wierzchołki bez pól wektorowych. Jest to naturalnym uogólnieniem “ściśłego” minimalnego odjęcia w modelach bez symetrii lokalnych. Zgodnie z analizą przedstawioną w podrozdziale 2.4, taki wybór jednoznacznie określa działanie 1PI, jeśli narzucimy dodatkowo warunek minimalnej renormalizacji “wierzchołka” $A_\mu \partial^2 A^\mu$ oraz wszystkich wierzchołków z polami o niezerowej liczbie duchowej. W praktyce, obliczenie zrenormalizowanych funkcji 1PI w rzędzie $\hbar$ przebiega w czterech etapach: (1) wyznaczenie naruszenia tożsamości Slavnova-Taylor’a przez zregularyzowane diagramy jednopętlowe, (2) minimalna renormalizacja *wszystkich* wierzchołków, (3) wyznaczenie naruszenia tożsamości ST przez funkcje minimalnie zrenormalizowane, (4) wyznaczenie dodatkowych przeciwczłonów dla wierzchołków z polami wektorowymi z warunków przywrócenia tożsamości ST. Procedura ta przeprowadzona jest w rozdziale 3, gdzie podajemy pełen zestaw dodatkowych przeciwczłonów w przybliżeniu jednopętlowym.

W rozdziale 4 wykazujemy, że Λ - $\overline{MS}$ jest równoważny ze schematem $\overline{MS}$ regularyzacji wymiarowej z “naiwną” γ^5 (DimReg- $\overline{MS}$). W tym celu sprawdzamy, że w jednej pętli funkcje jednocząstkowo-nieprzywiedlne w obu schematach powiązane są przez “skończoną renormalizację” pól i sprzężeń. Uzyskane związki między zrenormalizowanymi parametrami posłużą nam do

wyznaczenia (w rozdziale 5) dwupętlowych funkcji β w $\Lambda\text{-}\overline{MS}$ przy użyciu dostępnych w literaturze wzorów na ich odpowiedniki w $\text{DimReg-}\overline{MS}$.

W ramach dodatkowego testu spójności schematu $\Lambda\text{-}\overline{MS}$, wyznaczamy w rozdziale 6 rozbieżne części dwupętlowych diagramów próżniowych, pokazując, że $\Lambda\text{-}\overline{MS}$ poprawnie usuwa przekrywające się rozbieżności. Pozwala to na *bezpośrednie* obliczenie funkcji $\beta^{(2)}$ dla skalnych stałych sprzężenia w schemacie $\Lambda\text{-}\overline{MS}$, w pełnej zgodności z wynikami rozdziału 5 opartymi na związku z regularyzacją wymiarową.

Zastosowania tych wyników w kontekście problemu hierarchii omawiamy w rozdziale 7.

Dodatki A, I, H oraz C.2 zawierają rachunki stanowiące integralną część pracy. Pozostałe dodatki mają charakter uzupełniający.