

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Aqeela Ahmeda pt. „Scalar fields within warped extra-dimensions”

Tematem rozprawy doktorskiej mgr. Aqeela Ahmeda, wykonanej w Instytucie Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem prof. dr. hab. Bohdana Grzadkowskiego jest zbadanie roli odgrywanej przez pole skalarne w konstrukcji modeli branowych typu Randall-Sundrum. Materiał pracy oparty jest na wynikach zaprezentowanych w pięciu artykułach naukowych napisanych wspólnie z prof. B. Grzadkowskim i innymi współpracownikami w ciągu ostatnich trzech lat i opublikowanych w najbardziej prestiżowych periodykach o zasięgu międzynarodowym: JHEP (3 prace) oraz w Acta Physics Polonica B i European Physical Journal C. Oprócz tych pięciu publikacji mgr A. Ahmed jest współautorem 5 prac poświęconych fizyce cząstek elementarnych. Prace mgr. A. Ahmeda uzyskały w sumie ponad 60 cytowań. W mojej ocenie dorobek naukowy mgr. A. Ahmeda znacznie wykracza ponad zwyczajowe oczekiwania wobec doktorantów.

Recenzowana rozprawa doktorska liczy 128 stron, i składa się ze wstępu, 6 rozdziałów, 2 dodatków oraz liczącej 135 pozycji bibliografii.

Rozdział 1 poświęcony jest krótkiemu zaprezentowaniu problemu hierarchii w fizyce cząstek elementarnych oraz próbom jego rozwiązania. Zawiera on opis problematyki, której poświęcona jest rozprawa i przedstawia jej strukturę.

Rozdział 2 opisuje w encyklopedycznym skrócie modele Randall-Sundruma, oraz prezentuje ich uogólnienia, które rozważane są w następnych rozdziałach rozprawy. Następnie zbadana jest szczegółowo teoria liniowych perturbacji tensorowych wokół tych rozwiązań (z wykorzystaniem rezultatów zamieszczonych w dodatku) oraz znalezione są poprawki do potencjału Newtonowskiego.

Rozdział 3 zajmuje się dynamiczną teorią uogólnionych modeli Randall-Sundruma, pozwalających na uniknięcie pojawiania się osobliwych bran, opisywanych funkcjami delta Diraca. Cel ten próbuje się osiągnąć rozważając dodatkowe pole skalarne sprzężone do pola grawitacyjnego nie-minimalnie (podrozdział 3.1, w którym znaleziono uogólnienie warunku Gibbonsa, Kallosh i Lindego i pokazano, że nie istnieje profil skalarny odtwarzający w granicy branę o ujemnym naprężeniu; oba te wyniki mają charakter negatywny) a następnie minimalne (podrozdział 3.2), z jednym, dwoma lub trzema zagięciami odpowiadającymi grubym branom. W kolejnych podrozdziałach rozpatrzono zagadnienie lokalizacji pola skalarne w przypadku grubej brany modelowanej za pomocą innego pola skalarne (podrozdział 3.3) oraz, posługując się wynikami zaprezentowanymi w dodatku, zbadano stabilność tła grawitacyjno-skalarne (podrozdział 3.4).

Tematem rozdziału 4 jest analiza modelu kosmologicznego w obecności grubej brany. Po krótkiej prezentacji kosmologii branowej w rozdziale tym przedstawiono równania opisujące jednorodne i izotropowe modele kosmologiczne w przypadku obecności minimalnie sprzężonego pola skalarne odpowiadającego grubej branie, przy czym rozważano zarówno przypadek statyczny, jak i dynamiczny, z wykorzystaniem prostego modelu.

Rozdział 5 poświęcony jest fenomenologii cząstek elementarnych w modelach z branami. Podrozdział 5.1 opisuje podstawowe właściwości symetrii Z_2 , którą traktuje się jako dokładną symetrię pięciowymiarowego modelu. Podrozdział 5.2 analizuje abelowy mechanizm Higgsa w modelu IR-UV-IR. Rozważono w nim dwa przypadki: gdy spontanicznie złamanie symetrii następuje po, albo przed, redukcją wymiarową, konkludując, że uzyskane w ten sposób teorie nie różnią wiele się od siebie. Następnie badano fenomenologię pól modelu standardowego w przypadku rozważanej geometrii branowej, przy czym jedno z pól skalarnych interpretuje się jako pole odpowiadające czarnej materii. Znaleziono jednopętlowe poprawki promieniste do masy pola ciemnej materii oraz przedyskutowano ilość ciemnej materii we wszechświecie uzyskując ograniczenie na masę odpowiadającego jej pola skalarne.

Rozprawa doktorska mgr. Aqeela Ahmeda przygotowana została niezwykle starannie zarówno pod względem redakcyjnym, jak i merytorycznym. Do rzadkości należą drobne pomyłki i błędy a

układ pracy jest bardzo przejrzysty. Autor poświęca wiele uwagi wyjaśnieniu stosowanych pojęć i modeli w sposób pedagogiczny, tak aby czytelnik nie będący specjalistą mógł rozprawę przeczytać nie odwołując się do prac przeglądowych.

Wyniki zaprezentowane w rozprawie doktorskiej mgr. Aqeela Ahmeda są, w moim przekonaniu, interesujące, a ich uzyskanie wymagało od doktoranta wielkiego nakładu pracy. Stanowią one oryginalny wkład doktoranta do rozwoju teorii branowych. Świadczą też o znakomitym opanowaniu przez mgr. Aqeela Ahmeda zaawansowanych metod klasycznej i kwantowej teorii pola oraz o jego zrozumieniu problemów pojęciowych współczesnej kosmologii oraz teorii cząstek elementarnych.

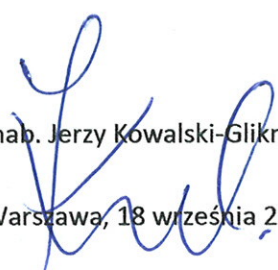
W trakcie czytania rozprawy, w paru miejscach natknąłem się na fragmenty, które wzbudziły moje wątpliwości: Przy analizie stabilności rozwiązań, w rozdziałach 2 i 3 zwraca uwagę nieco nonszalanckie potraktowanie warunków brzegowych w nieskończoności. W równaniu (2.53) operator $Q^\dagger Q$ jest, naiwnie, operatorem dodatnim, ale dowód dodatniości daje się przeprowadzić tylko w przypadku funkcji normalizowalnych, zaś funkcje H_n normalizowalne nie są. Oczywiście nie na miejscu byłoby w pracy z dziedziny fizyki zaprezentowane pełnego formalnego dowodu, ale brakuje mi krótkiej, parozdaniowej dyskusji.

Ponadto badanie stabilności, jak się wydaje, ograniczono do perturbacji, które zgodne są z założonymi symetriami modelu (4-wymiarowej symetrii Poincare). Wydaje mi się bardzo interesujące rozważenie bardziej ogólnych perturbacji, szczególnie w świetle ostatnich prac Bizonia i jego współpracowników, wskazujących na możliwość niestabilności przestrzeni Anty-de Sittera. Znow, rozważenie takiej większej klasy zaburzeń wymagałoby długotrwałej pracy badawczej, więc nie można czynić zarzutu z braku ich dokładnej analizy, niemniej wydaje mi się że przydałby się kilkuzdaniowy komentarz na ten temat.

Wymienione powyżej wątpliwości nie wpływają na jej pozytywną ocenę.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Aqeela Ahmeda z nawiązką spełnia wszelkie ustawowe, formalne i zwyczajowe wymagania stawiane rozprawom doktorskim z dziedziny

fizyki teoretycznej. Wnoszę o dopuszczenie mgr. A. Ahmeda do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Jerzy Kowalski-Glikman

Warszawa, 18 września 2015