

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FIZIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na III sednici Nastavno-naučnog veća Fizičkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu održanoj 26.12.2018. godine odredjeni smo za članove komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije „SUPERSIMETRIČNA TEORIJA POLJA NA NEKOMUTATIVNIM PROSTORIMA”, koju je napisala Biljana Nikolić, diplomirani fizičar. Posle pregleda disertacije podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1 Biografski podaci

Biljana Nikolić je rođena 9. decembra 1982. godine u Beogradu. Po završetku Matematičke gimnazije 2001. godine započla je osnovne studije na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Teorijska i eksperimentalna fizika. Ove studije je završila 2006. godine, sa prosečnom ocenom 9,85. Master studije na Fizičkom fakultetu završila je 2008. godine sa prosečnom ocenom 10.

Od maja 2009. godine zaposlena je na Fizičkom fakultetu na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. U junu 2010. godine je izabrana, a zatim 2005. godine reizabrana za asistenta na Fizičkom fakultetu. Drži vežbe iz Fizičke mehanike, Molekularne fizike i termodinamike, Elektrodinamike 1 i 2 i Teorije elementarnih čestica.

Naučna oblast istraživanja Biljane Nikolić je klasična i kvantna teorija polja na nekomutativnim prostorima. Ova oblast je jedna od vrlo aktuelnih oblasti istraživanja u fizici visokih energija.

2 Opis doktorskog rada

2.1 Predmet, ciljevi i osnovne hipoteze

Osnovna oblast istraživanja Biljane Nikolić je klasična i kvantna teorija polja na nekomutativnom (NK) prostor-vremenu. Motivacija za proučavanje NK prostor-vremena je dvojaka. Kvantna teorija polja (KTP), iako vrlo uspešno opisuje jake, slabe i elektromagnetne interakcije, ima problema na jako visokim energijama (jako malim rastojanjima). Ti problemi su vezani za ultravioletno ponašanje ovih interakcija. Oni ukazuju na nekompletnost teorije ali mogu biti uspešno savladani metodama renormalizacije. Sa druge strane, opšta teorija relativnosti (OTR), koja je klasična teorija gravitacije, ne može da se konzistentno kvantuje. Dobijena teorija nije reneoramlizabilna i unitarna, pa samim tim je fizički neprihvatljiva. Kombinacija ova dva problema dovodi do ideje da fizika na Plankovoj skali $l_P \sim 10^{-35}m$ mora biti modifikovana bilo promenom osnovnih svojstava prostor vremena bilo uvodjenjem dopunskih stepeni slobode, odnosno novih čestica. Jedna od mogućih modifikacija je

pretostavka da prostor vreme na Plankovoj skali nije diferencijabilna mnogostrukost, već da koordinate postaju nekomutativne. Na nekomutativnim prostorima su analizirani mnogi modeli teorije polja: skalarni ϕ^4 model, kalibracione teorije, kvantna elektrodinamika, standardni model i mnogi drugi. Ispitivane su osobine modifikovanih modela, ali naročita pažnja je posvećena kvantnim svojstvima dobijenih teorija.

Cilj doktorske disertacije Biljane Nikolić je proučavanje supersimetrične teorije polja na nekomutativnim prostorima. Specijalno, zadatak Biljane Nikolić je deformacija Ves Zuminovog modela i njegova analiza, tj. ispitivanje klasičnih i kvantnih svojstava dobijenog modela.

2.2 Sadržaj i rezultati

Doktorska teza „Supersimetrična teorija polja na nekomutativnim prostorima ” Biljane Nikolić napisana je na 127 strana, sadrži šest poglavlja, četiri dodatka i spisak literature od 71 reference.

Prvo poglavlje disertacije sadrži opšti fizički uvod. Dat je pregled postojeće literature i ukazano je na probleme i pravce rešavanja. Drugo poglavlje posvećeno je pregledu osnovnih pojmova supersimetrije: definisani su superprostor i superpolja. Zatim je, tehnikom superpolja konstruisan Ves Zumino model. Primenom tehnike supergrafova nadjene su, preko efektivnog dejstva, divergencije u ovom modelu. Pokazana je njegova renormalizabilnost, kao i teorema o nerenormalizovanju.

U trećem poglavlju izloženi su osnovni elementi deformisane kvantizacije. Definisana je Hopfova algebra i objašnjen je mehanizam tvistovanja. Zatim je, uopštena definicija Hopfove algebre na slučaj univerzalno natkrivajuće gradirane Lijeve algebre. Formalizam je onda direktno primenjen na deformisanje superalgebre, tj. definisana je Hopfov superalgebra.

Glavni, originalni rezultati ove teze su izloženi u četvrtoj i petoj glavi. Analizirana je tzv. D deformacija i hermitska deformacija. Ove deformacije vode do zamene običnog proizvoda superpolja sa tzv. \star -proizvodom. Superprostor na kome su definisana superpolja je ne(anti)komutativan. Pomoću D deformacije, odnosno hermitske deformacije dobijena su, a zatim i analizirana dva različita modela deformacije Ves Zuminovog modela. Korišćen je metod pozadinskog polja (background field method), tehnika supergrafova i dimenzionalna regularizacija za računanje divergencija u Grinovim funkcijama na nivou jedne petlje. U slučaju D -deformacije, uvodjenjem neminimalnog člana u dejstvo, postignuto je da se sve divergencije u dvo- i tro-tačkastim Grinovim funkcijama mogu apsorbovati u članove iz polaznog dejstva, ali zbog postojanja divergencija u četvoro-tačkastoj Grinovoj funkciji dejstvo za proizvoljan izbor parametara teorije nije renormalizabilno. Ipak, pokazano je da se uz pogodan izbor parametara mogu poništiti divergencije i u četvorotačkastoj Grinovoj funkciji i tako dobiti renormalizabilni model. U slučaju hermitske deformacije pokazano je da dobijeni model nije renormalizabilan. Osnovna razlika ova dva modela sastoji se u činjenici da je D deformisani model invarijantan na obične supersimetrične transformacije, dok je hermitsko definisani Ves Zumino model invarijantan na tvistovanu supersimetriju.

Poslednje, šeto poglavlje je zaključak. On uključuje analizu rezultata, kao i pravce daljih istraživanja.

Na kraju su data četiri dodatka. Prvi se odnosi na Vajlove spinore i definiše kovencije korišćene u radu. U dodatku B su dati opšti identiteti vezani za superkovarijantne izvode,

kao i jedan primer računjana supergrafova. Dodatak C sadrži spisak formula vezanih za dimenzionu regularizaciju. U poslednjem dodatku navedeni su dokazi glavnih teorema iz teorije deformisane kvantizacije.

2.3 Naučni radovi kandidata

Spisak radova koje je Biljan Nikolić do sada publikovala:

- [A1] Marija Dimitrijević, Biljana Nikolić and Voja Radovanović, (Non)renormalizability of the D-deformed Wess-Zumino model, Phys.Rev. D81 (2010) 105020, IF: 4.964
- [A2] Marija Dimitrijević, Biljana Nikolić and Voja Radovanović, Twisted supersymmetry: Twisted symmetry versus renormalizability, Phys.Rev. D83 (2011) 065010, IF: 4.558
- [A3] Maja Burić, Duško Latas, Biljana Nikolić, and Voja Radovanović, The role of the Seiberg-Witten field redefinition in renormalization of noncommutative chiral electrodynamics, Eur.Phys.J. C73 (2013) 8, 2542, IF: 5.436
- [A4] Marija Dimitrijević Ćirić, Biljana Nikolić and Voja Radovanović, Noncommutative gravity and the relevance of the θ -constant deformation, EPL 118 (2017) 21002, IF: 1,834
- [A5] Marija Dimitrijević Ćirić, Biljana Nikolić and Voja Radovanović, Noncommutative $SO(2,3)$ gravity: Noncommutativity as a source of curvature and torsion, Phys.Rev. D96 (2017) 064029, IF: 4.394

Radovi [A1] i [A2] su direktno vezani za doktorsku disertaciju Biljane Nikolić.

Na osnovu prethodne analize doktorskog rada Komisija donosi sledeći

Z A K L J U Č A K

Doktorska disertacija „Supersimetrična teorija polja na nekomutativnim prostorima ”, koju je napisala Biljana Nikolić diplomirani fizičar, predstavlja važan i originalan naučni doprinos izučavanju kvantnih svojstava deformisanog Ves Zumino modela. Teza je uspešno prošla proveru na originalnost u Univerzitskoj biblioteci. Uzimajući u obzir aktuelnost teme doktorata, sadržaj i rezultate teze kao i kvalitet radova koji su iz nje proizašli predlažemo Nastavno-naučnom veću Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu da usvoji ovaj izveštaj i odobri javnu odbranu disertacije.

Beograd, 28. 12. 2018.

Prof. Voja Radovanović
Fizički fakultet, Univerzitet u Beogradu

Prof. Marija Dimitrijević Ćirić
Fizički fakultet, Univerzitet u Beogradu

dr Branislav Sazdović, naučni savetnik,
Institut za fiziku, Univerzitet u Beogradu