

Научном већу Института за физику у Београду

ПРЕДЛОГ

за доделу Студентске награде Института за физику **др Данијелу Обрићу**, истраживачу–сараднику Института за физику, за докторску тезу урађену на Институту за физику у Београду и одбрањену на Физичком факултету Универзитета у Београду 18.09.2023. године.

1 Стручно биографски подаци

Данијел Обрић је рођен 27.11.1992. године у Бенковцу, Републици Хрватској. У Вршцу је завршио основну школу и средњу техничку школу "Никола Тесла". Основне академске студије је започео 2011. године на Физичком факултету, Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика. Основне студије је завршио 2016. године са просечном оценом 8.16. Исте године започиње мастер академске студије на истом факултету, смер Теоријска и експериментална физика, које завршава 2017. године са просечном оценом 10, одбранивши мастер рад на тему "Некомутативнос и неасоцијативност затворене бозонске струне". Мастер рад је урађен под мојим руководством на Институту за физику у Београду.

Докторске академске студије уписује 2018. године на Физичком факултету, Универзитета у Београду, ужа научна област квантна поља, честице и гравитација. Научноистраживачки рад наставља на темама из теорије струна и њене интеракције са некомутативним феноменима под мојим руководством, у оквиру групе за Гравитацију, честице и поља Института за физику у Београду. Докторске студије завршава 18. септембра 2023. године, одбранивши докторску дисертацију под насловом "T-dualization of bosonic string and type IIB superstring in presence of coordinate dependent background fields" ("Т-дуализација бозонске струне и тип IIB суперструне у присуству координатно зависних позадинских поља").

Од априла 2019. године Данијел Обрић је запослен на Институту за физику у Београду као истраживач приправник у групи за Гравитацију, честице и поља, чији је руководилац др Бранислав Цветковић, научни саветник« Института за физику. Звање истраживач сарадник стекао је децембра 2022. године.

Од почетка свог радног односа у Институту за физику у Београду, прво као истраживач приправник а затим као истраживач сарадник, Данијел Обрић је био ангажован на два домаћа пројекта финансирана од

стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја и Фонда за науку Републике Србије. Од 2019. године био је ангажован на пројекту основних истраживања "Физичке импликације модификованог просторвремена" (ОН 171031) Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, којим је руководила проф. др Маја Бурић, професор Физичког факултета Универзитета у Београду. Од 2022. године Данијел Обрић учествује на пројекту "Quantum Gravity from Higher Gauge Theory 2021" (7745968) програма "Идеје" Фонда за науку Републике Србије чији је руководилац др Марко Војиновић, виши научни сарадник на Институту за физику у Београду.

За време докторских академских студија, Данијел Обрић је био полазник неколико школа за студенте докторских студија: CERN-SEENET-MTP Balkan School on High Energy and Particle Physics: "Theory and Phenomenology" у Јањини (Грчка) 2019. године, COST Action CA18108 "Quantum gravity phenomenology in the multi-messenger approach" у Београду 2022. године и ICTP Workshop on String Theory, Holography, and Black Holes у Трсту (Италија) 2023. године.

Данијел Обрић је имао пар одржаних конференција које су биле намењене десиминацији науке: "Зашто општа теорија релативности" у Београду 2023. године (Коларац), "ICTP: Преглед дешавања у модерној теоријској физици" у Крагујевцу 2023. године, "Општа теорија релативности: модерна теорија простор-времена" у Крагујевцу 2023. године и "Квантна теорија поља: модерна теорија фундаменталних сила" у Крагујевцу 2023. године.

Из теме којом се бави његова докторска дисертација, кандидат је објавио пет радова категорије M21. Од тога три рада су објављена у току 2022. и 2023. године.

2 Образложење

Др Данијел Обрић је ангажован на основним истраживањима у Групи за гравитацију, честице и поља Института за физику. Основна тема његовог истраживачког рада је T-дуализација затворене бозонске и суперструне типа II у формализму чистог спинора са координатно зависним позадинским пољима. T-дуализација се проучава у контексту некомутативности и неасоцијативности бозонских и фермионских координата.

Теорија струна се појавила крајем 60-их година 20. века и коришћена је за објашњење расејања хадрона и мноштва хадронских резонанци. Међутим, са појавом квантне хромодинамике, теорија струна је одбачена као теорија јаких интеракција. Убрзо затим, почетком 70-их

година, после неуспеха укључивања гравитације у Стандардни модел, теорија струна добија на значају јер она у себи садржи честицу спина 2 тј. гравитон, преносиоца гравитационе интеракције. Укључивањем фермиона у теорију добијена је суперсиметрична теорија струна (суперструна). Испоставило се да постоји 5 конзистентних теорија суперструна које су међусобно повезане мрежом T и S дуалности. Консеквентно, намеће се постојање једне теорије тзв. M-теорије. Ова чињеница и мотивише проучавање T-дуалности.

Прва тема је бозонска којом се кандидат бавио је бозонска струна у присуству константне метрике и линеарно зависног Калб-Рамоновог поља. Ради једноставности али могућности поређења са резултатима минхенске групе (професор Дитер Лист), узето је да Калб-Рамоново поље зависи само од z координате са инфинитезималним коефицијентом H (јачина Калб-Рамоновог поља). Дуализовано је координата по координата. За координате x и y коришћена је стандардна Бу[ерова процедура T-дуализације, док је за T-дуализацију дуж трећег правца коришћена уопштена процедура T-дуализације развијена од стране др Бранислава Саздовића и др Љубице Давидовић. Коришћени су тривијални услови намотавања и после првог корака је добијена геометријска теорија која је комутативна и асоцијативна. други корак такође даје комутативност и асоцијативност уз добијање теорије која је негеометријска. Трећи корак, дуализација дуж z координате, производи некомутативност, нелокалност теорије па самим тим и неасоцијативност. Минхенска група је уз нетривијалне услове намотавања и дуализацију дуж изометријских праваца добила некомутативност и неасоцијативност. Формално добијено је исто, али суштински је ово нов резултат. Даље је кандидат испитивао како утиче редослед T-дуализација на геометријска својства добијених теорија. Уколико се прво почне са z координатом добија се читав низ нелокалних теорија (теорија са R флуksom).

Радови који покривају ове теме су публиковани 2018. и 2019. године:

[1] Bojan Nikolić, Danijel Obrić, Noncommutativity and Nonassociativity of Closed Bosonic String on T-dual Toroidal Backgrounds, Fortschritte der Physik, 66, 1800009 (2018), M21, ИФ=3.263

<https://doi.org/10.1002/prop.201800009>

[2] Bojan Nikolić, Danijel Obrić, Directly from H-flux to the family of three nonlocal R-flux theories, JHEP 03 (2019) 136, M21, ИФ=5.875

[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2019\)136](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2019)136)

Други део научно истраживачког рада Данијела Обрића фокусиран је на детаљну анализу тип IIB суперструне у присуству координатно за-

висног Рамон-Рамон поља. Ово поље зависи само од бозонских координата док су остала поља која теорија дозвољава константна. Први део ове анализе фокусирао се само на Т-дуализацију бозонских координата, где је добијена парцијално дуализована теорија. Оваква теорија је испољавала некомутативне особине између бозонских координата али и између бозонских и фермионских координата. Други део анализе фокусирао се на дуализацију фермионских координата, након чега је добијена потпуно дуализована теорија. Показано је да оваква теорија не поседује некомутативне релације између фермионских координата. Поред ове стандардне анализе, разматран је случај и кад Рамон-Рамон поље поседује и симетричан део. Овај пут је теорија дуализована само дуж бозонских координата и примећено је да је дуална теорија иста. Модификације се једино виде у структури некомутативних релација које су сад много компликованије.

Радови који обрађују ове теме објављени су у 2022. и 2023. години:

[3] Bojan Nikolić, Danijel Obrić, Branislav Szdović, Noncommutativity and Nonassociativity of Type II Superstring with Coordinate Dependent RR Field, *Fortschritte der Physik*, 70, 2200048 (2022), M21, ИФ=6.099

<https://doi.org/10.1002/prop.202200048>

[4] Bojan Nikolić, Danijel Obrić, Combined Fermionic and Bosonic T-duality of Type II Superstring Theory with Coordinate Dependent RR Field, *Fortschritte der Physik*, 71, 2200160 (2023), M21, ИФ=5.532

<https://doi.org/10.1002/prop.202200160>

[5] Bojan Nikolić, Danijel Obrić, Noncommutativity and nonassociativity of type II superstring with coordinate dependent RR field — the general case, *JHEP* 12 (2022) 078 M21, ИФ=6.376.

[https://doi.org/10.1007/JHEP12\(2022\)078](https://doi.org/10.1007/JHEP12(2022)078)

Кандидат је објавио и рад

[6] B. Nikolić, D. Obrić, T. Radenković, I. Salom, M. Vojinović, Higher category theory and n-groups as gauge symmetries for quantum gravity, *J.Phys.Conf.Ser.* 2667 (2023) 1 - Contribution to QTS12,

из категорије М33, али је тематика неvezана за тему докторске дисертације.

Сагледавајући досадашњи рад кандидата добијени су значајни резултати:

- генерализована T-дуализациона процедура је произвела од иницијалне геометријске бозонске теорије нелокалну теорију (негеометрија) са особинама некомутативности и неасоцијативности,
- редослед T-дуализација не утиче на облик финалне теорије али утиче на знак тензора некомутативности и неасоцијативности,
- у случају суперструне типа IIВ са координатно зависним Рамон-Рамон пољем добија се некомутативност бозонских и бозонских и фермионских координата, док фермионске остају неантикомутативне. Неасоцијативност у финалној теорији је такође присутна.

Др Данијел Обрић је аутор пет радова у часописима међународног значаја (M21). Осим ових радова, др Обрић има читав низ предавања како на међународним, тако и на домаћим конференцијама и скуповима. Показује изузетну одговорност и ефикасност у раду и спремност да усваја нове концепте и математичке методе.

3 Закључак

На основу свега изнетог о кандидату и његовом научном раду, предлажемо др Данијелу Обрићу за Студентску награду Института за физику.


др Бојан Николић
виши научни сарадник