

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Милене Филиповић у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 09. 07. 2019. године именовани смо у комисију за избор др Милене Филиповић у звање научни сарадник.

После прегледа материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидаткиње и увида у њен рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

1. Биографски подаци о кандидаткињи

Милена Филиповић је рођена 19. јуна 1980. године у Београду, где је завршила основну и средњу школу. Дипломирала је 2007. године на Физичком факултету Универзитета у Београду, на смеру Теријска и експериментална физика. Исте године уписала је мастер студије на Универзитету Илиноиса у Чикагу (University of Illinois at Chicago), које је завршила 2009. године. Током мастер студија радила је као асистент у настави, на курсевима увод у физику, електрицитет и магнетизам и астрономија.

Период од 2010. до 2015. године, Милена је провела радећи на докторским студијама и у истраживању на Универзитету Констанц у Савезној Републици Немачкој. Тема њених истраживања је био квантни транспорт у наноструктурама. Била је запослена у интегрисаној истраживачкој групи Колаборативног центра 767 "Контролисани наносистеми: интеракција и повезивање на макронивоу". Током докторских студија радила је као асистент у настави на курсевима квантне теорије поља у физици кондензованог стања, напредне квантне механике и електродинимике. Докторску тезу "Квантни транспорт кроз молекуларне магнете", из физике чврстог стања урадила је под менторством Волфганга Белцига у јулу 2015. године. Њен докторат је нострификован 2019. године, решењем број 612-01-00414/2019-06 Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. После одбране тезе, Милена је наставила рад на постдокторском усавршавању на Универзитету Констанц.

2. Преглед научне активности

Предмет истраживања Милене Филиповић су квантни ефекти у транспорту наелектрисања и спина кроз наноструктуре. Специфични ефекти које Милена проучава везани су за улогу интерагујућих спинова и последице спинске еволуције на неравнотежни транспорт кроз молекула у контакту са електродама.

Основни модел коришћен у овим истраживањима је орбитала молекуларног магнета повезана тунеловањем са две електроде. Ефекти магнетне структуре молекула су укључени кроз модел класичног спина који прецесира око спољног магнетног поља. Неравнотежни карактер транспорта је описан у Келдишовом формализму. У овом моделу, кандидаткиња је извела изразе за електричну и спинску струју кроз молекула. Анализом добијеног модела, установила је да спрега између електронског спина и динамике магнетизације молекула води до нееластичних процеса тунеловања који доприносе спинским струјама. Нееластични процеси који укључују спин делују као момент силе на спин услед преноса спинског угаоног момента између спински поларисане струје и молекуларног спина. Ово међуделовање спина и струје

доприноси Гилбертовом пригушењу и мења Ларморову фреквенцу прецесирајућег спина. Коефицијент Гилбертовог пригушења је осетљив на напон и интензитет спољног магнетног поља и додатно зависи од ширине молекуларног нивоа.

Пошто је идентификовала и описала основне процесе који контролишу транспорт кроз молекуларни магнет, кандидаткиња је проширила модел додавши му компоненту временске зависности. Изучавала је електронски и спински транспорт кроз магнетни молекуларни контакт у присуству временски зависних хемијских потенцијала металних контакта. Овакв проширени модел је у принципу потпуни опис споја као пасивног елемента у електричном колу. Користећи Келдиш формализам за неравнотежне Гринове функције, Милена је, у апроксимацији линеарног одзива, израчунала резултујућу електричну и спинску струју. Показала је да осцилујући електрохемијски потенцијал омогућава мерење Ларморове фреквенце индиректно преко мерења проводности. У лимиту ниских фреквенци, нашла је да се систем понаша као класично електрично коло, које се састоји од две паралелне гране, једне са отпорником и кондензатором и друге са отпорником и завојницом. Открила је и неинтуитиван режим у коме се систем може користити за генерисање једносмерне струје, која се може контролисати променом правца магнетизације молекула и релативних фаза између Ларморове прецесије и хармонијског хемијског потенцијала.

Поред правилних временских зависности које су значајне за све транспортне процесе, у квантном транспорту пуно информације о проучаваном систему је кодирано у шуму који прати сваки транспортни процес. Поред свеprisутног термалног шума, у квантном транспорту се појављује и квантни шум интензитета сличног термалном. Кандидаткиња је изучавала неравнотежне шумове електричне струје и момента силе који делује на спин молекула. Шумови су разматрани у одсуству временски зависних хемијских потенцијала у Келдишовом формализму неравнотежних Гринових функција. Слично као у Фановом ефекту, пронађена су удубљења у спектру шума електричне струје. Порекло удубљења је пронађено у нееластичним процесима тунеловања уз промену енергије транспортних електрона због апсорпције и емисије фотона фреквенције једнаке Ларморовој. Овим процесима управља прецесија молекуларног спина и у њима се уочава квантна интерференција корелисаних струја. Напон и прецесија молекуларног спина управљају компонентама шума момента силе. Еластични и нееластични поцеси тунеловања честица са спином, које прати промена броја фотона Ларморове фреквенце за један или два доприносе компонентама шума момента силе који делује на спин. Корелације нормалних компоненти момента силе на спин које леже у прецесионој равни су повезане са Гилбертовим пригушењем.

Описани резултати су објављени у радовима:

- Milena Filipović, Cecilia Holmqvist, Federica Haupt, and Wolfgang Belzig: Spin transport and tunable Gilbert damping in a single-molecule magnet junction, *Phys. Rev. B* **87**, 045426 (2013); **88**, 119901(E) (2013).
- Milena Filipović and Wolfgang Belzig: Photon-assisted electronic and spin transport in a junction containing precessing molecular spin, *Phys. Rev. B* **93**, 075402 (2016).
- Milena Filipović and Wolfgang Belzig: Shot noise of charge and spin transport in a junction with a precessing molecular spin, *Phys. Rev. B* **97**, 115441 (2018).

3. Елементи за квалитативну оцену научног доприноса кандидаткиње

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Значај научних резултата

Кандидаткиња се бави теоријским и нумеричким истраживањима квантног електронског и спинског транспорта кроз наносистеме. Њена ужа специјалност је квантни транспорт кроз системе који садрже молекуларне магнете. Теоријски изучава временски зависан транспорт неелектрисања и спина примењујући Келдишов формализам неравнотежних Гринових функција. У том контексту, током рада развила је варијанту овог формализма која генерализује формализам теорије линеарног одзива. Из ове области, објавила је три рада у врхунском међународном часопису, као први аутор. Била је учесник међународних конференција и летњих школа на којима је представила своје резултате.

3.1.2. Параметри квалитета часописа

Милена Филиповић је објавила три рада у врхунском међународном часопису Physical Review B, категорије M21.

Додатни библиометријски подаци су дати у табли:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	11,44	24	4,03
Усредњено по чланку	3,81	8,00	1,34
Усредњено по аутору	4,78	10,00	1,67

3.1.3. Подаци о цитираности

Према подацима базе Google Scholar, радови Милене Филиповић су цитирани 16 пута, 13 пута без аутоцитата. Према бази Web of Science, њени радови су цитирани 11 пута, 8 пута не рачунајући самоцитирање. Њен Хиршов индекс је $h=2$.

3.1.4. Међународна сарадња

Милена Филиповић уско сарађује са групом која се бави теоријом квантног транспорта на Универзитету Констанц, Савезна Република Немачка, на коме је и докторирала. Ова група, коју води Волфганг Белциг је развила неке од значајних метода за проучавање неравнотежног квантног транспорта. Сарађивала је и са одсеком за физику Универзитета Илиноиса у Чикагу, Сједињене Америчке Државе.

3.2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови кандидаткиње су урађени у колаборацијама од укупно два до четири аутора и, пошто користе аналитичке и нумеричке методе, не захтевају нормирање.

3.3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је учествовала на националним пројектима Савезне Републике Немачке и једном пројекту Европске уније:

1. Collaborative Research Center SFB 767: Controlled Nanosystems: Interactions and Interfacing to the Macroscale, Project C03: Time dependent transport in correlated electron nanostructures 2008-2019.
2. Collaborative Research Center SFB 767: Controlled Nanosystems: Interactions and Interfacing to the Macroscale, Project C08: Controlling quantum systems by electric current, 2008-2011.

3. UltraPhase, ERC Advanced Grant in condensed matter physics са Алфредом Лајтенсторфером као вођом пројекта, 2012-2017.

3.4. Утицај научних резултата

Кандидаткиња је, користећи формализам неравнотежних Гринових функција, поставила модел који описује транспорт наелектрисања кроз систем са спиновима узимајући у обзир квантне ефекте. Овај модел је користила за најпотпунији опис транспорта кроз молекуларне магнете. Њени радови су цитирани као што је наведено у одељку 3.1.3, а списак цитирајућих радова је дат у прилогу.

3.5. Конкретни допринос кандидаткиње у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Милена Филиповић је све своје истраживачке активности реализовала на Универзитету Констанц, у Савезној републици Немачкој. Радила је у групи за квантни транспорт, чији је руководилац Волфганг Белциг. Кандидаткиња је дала кључни допринос објављеним радовима и на свим радовима је први аутор. Њен допринос се састоји од прорачуна, дискусије модела, интерпретације и представљања резултата, писања радова и комуникације са рецензентима и уредницима часописа.

4. Елементи за квантитативну оцену научног доприноса кандидаткиње

Милена Филиповић је објавила три рада у часопису Physical Review B, водећем часопису специјализованом за физику кондензоване материје, категорије M21. Своје резултате представила је на више конференција кроз позивно предавање на Пролећном састанку Друштва физичара Немачке, категорије M32, и пет приложених предавања, категорије M34. Нумерички приказ научног доприноса дат је у табели.

Категорија	М-бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М-бодова
M21	8	3	24
M32	1,5	1	1,5
M34	0,5	5	2,5
M70	6	1	6

Упоређивање оствареног и потребног броја бодова за избор у звање научни сарадник је дато у табели.

	Потребно	Остварено
Укупно	16	34
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	25,5
M11+M12+M21+M22+M23	6	24

Закључак

Имајући у виду високу вредност резултата, систематичност метода истраживања и успешну примену моћног формализма у истраживању кандидаткиње, њено искуство у презентацији резултата и савременост теме истраживања закључујемо да кандидаткиња задовољава све критеријуме за избор у звање научни сарадник.

Зато са задовољством предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Милене Филиповић у звање научни сарадник.

У Београду, 1. 8. 2019. године

Чланови комисије:

др Димитрије Степаненко
виши научни сарадник
Институт за физику у Београду

др Зорана Дохчевић-Митровић
научни саветник
Институт за физику у Београду

др Божидар Николић
ванредни професор
Физички факултет Универзитета у Београду

Закључак

Имајући у виду високу вредност резултата, систематичност метода истраживања и успешну примену моћног формализма у истраживању кандидаткиње, њено искуство у презентацији резултата и савременост теме истраживања закључујемо да кандидаткиња задовољава све критеријуме за избор у звање научни сарадник.

Зато са задовољством предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Милене Филиповић у звање научни сарадник.

У Београду, 1. 8. 2019. године

Чланови комисије:



др Димитрије Степаненко
виши научни сарадник
Институт за физику у Београду



др Зорана Дохчевић-Митровић
научни саветник
Институт за физику у Београду



др Божидар Николић
ванредни професор
Физички факултет Универзитета у Београду