

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Филиповић (Небојша) Никола
Датум и место рођења	19.01.1991, Ниш, Србија

#### Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Природно-математички факултет
Студијски програм	Физика
Звање	Физичар
Година уписа	2010.
Година завршетка	2013.
Просечна оцена	10,00

ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ - НИШ

Примљено.	16.11.2024.		
ОФ. ЈЕД.	Број	Бодови	Вредност
01	2306		

#### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Природно-математички факултет
Студијски програм	Општа физика
Звање	Мастер физичар
Година уписа	2013.
Година завршетка	2015.
Просечна оцена	10,00
Научна област	Физика
Наслов завршног рада	Оптичке карактеристике сферне квантне тачке са водоничном нечистоћом у спољашњим стационарним електромагнетним пољима

#### Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Природно-математички факултет
Студијски програм	Физика
Година уписа	2015.
Остварен број ЕСПБ бодова	151
Просечна оцена	10,00

### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Спора и ускладиштена светлост у сферним квантним тачкама у лествичној конфигурацији
Наслов теме докторске дисертације на енглеском језику	Slow and stored light in spherical quantum dots in ladder-type configuration
Име и презиме ментора, звање	Владан Павловић, доцент
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	8/17-01-010/20-016, 21.12.2020.

### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	311
Број поглавља	12
Број слика (схема, графика)	84
Број табела	12

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА  
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број томена, странице	Категорија
1	<p><u>N. Filipović, Lj. Stevanović, V. Pavlović</u>, <i>Light storage and retrieval in spherical semiconductor quantum dots with on-center hydrogen impurity in magnetic field</i>, <i>Superlattices and Microstructures</i> <b>147</b>, 106691:1–16 (2020) DOI: 10.1016/j.spmi.2020.106691 [IF = 2.120]</p> <p>У овом раду је проучавана пропагација светлости кроз средину састављену од полупроводничких сферних квантичних тачака са водоничном нечистоћом, под дејством спољашњег стационарног магнетног поља. Слабо пробно и јако контролно ласерско поље, у интеракцији са средином формирају лествичасту конфигурацију. Аналитичким и нумеричким решавањем Максвел Блохових једначина које описују овај систем, проучавана је могућност успоравања и складиштења пробног пулса. Показано је да се пробни пулс може усклађивати у средини и то са временима складиштења која су реда величине наносекунди. Такође је проучаван и утицај спољашњег магнетног поља на облик пробног пулса, као и утицај температуре на ефикасност и време складиштења.</p>	M22
2	<p><u>Lj. Stevanović, N. Filipović, V. Pavlović</u>, <i>Slow light pulse propagation through spherical quantum dot with on-center hydrogen impurity in magnetic field</i>, <i>Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures</i> <b>118</b>, 113883:1–10 (2020) DOI: 10.1016/j.physe.2019.113883 [IF = 3.570]</p> <p>У овом раду је проучавана пропагација светлости кроз средину састављену од сферних квантичних тачака са водоничном нечистоћом, при условима електромагнетно индуковане транспарентности. Сферне квантичне тачке са водоничном нечистоћом у интеракцији са пулсним пробним ласером и континуалним контролним ласером чини лествичасту конфигурацију са три нивоа. Овај систем је описан Максвел Блоховим једначинама, које су решене аналитички, помоћу метода Фуријеове трансформације. Добијени су апроксимативни аналитички изрази за облик енверзопе пробног пулса, као и за његову групну брзину. Затим је испитиван утицај спољашњег магнетног поља и времена релаксација на ове величине.</p>	M22
3	<p><u>Lj. Stevanović, N. Filipović, V. Pavlović</u>, <i>Electromagnetically induced transparency in degenerate ladder-type system</i>, <i>Optical and Quantum Electronics</i> <b>50</b>, 287:1–12 (2018) DOI: 10.1007/s11082-018-1554-5 [IF = 1.168]</p> <p>У овом раду је проучаван ефекат електромагнетно индуковане транспарентности у атому са три нивоа у лествичастој конфигурацији, код кога је средњи ниво троструко дегенерисан. Циљ рада је испитати утицај дегенерисаности нивоа на облик прозора транспарентности и дисперзију криву. Понашање система је описано помоћу оптичких Блохових једначина, које су решене у стационарном режиму, а резултати су анализирани и помоћу обучених стања. Показано је да се за анализу прозора транспарентности, систем са дегенерисаним средњим нивоом може посматрати као недегенерисану систем са модификованим кофицијентима спонтане емисије.</p>	M23
4	<p><u>N. Filipović, V. Pavlović, Lj. Stevanović</u>, <i>Slow and fast light propagation through ladder-type atomic media with degenerate energy levels</i>, <i>Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology</i>, Vol. 17, No. 2, 2019, pp. 173–190 DOI: 10.2298/FUPCT1902173F</p> <p>У овом раду је проучавано простирање пробног пулса кроз атомску средину у присуству јаког контролног поља, при условима електромагнетно индуковане транспарентности. Поменута поља са атомском средином чине лествичасту конфигурацију са три нивоа. У раду су разматрана два случаја, затворени систем у коме су сви нивои недегенерисани, и отворени систем у коме је средњи ниво троструко дегенерисан. Показано је да се за потребе проучавања пропагације пробног таласа отворени систем може ефективно представити као затворени систем уз одговарајућу трансформацију релевантних параметара. Затим је разматрано како Рабијева фреквенција и спектрална ширина пулса утичу на брзину простирања пробног пулса.</p>	M51

**ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА       НЕ

Кандидат Никола Филиповић као први аутор има један рад категорије M22 и један рад категорије M51, који су у потпуности из области докторске дисертације. При томе је један рад у часопису који издаје Универзитет у Нишу. Кандидат Никола Филиповић као коаутор има један рад категорије M22 и један рад категорије M23, који су у потпуности из области докторске дисертације. У том смислу кандидат Никола Филиповић испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације.

**ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Кратак опис поједињих делова дисертације (до 500 речи)

Дисертација је подељена у 12 глава, које су распоређене у четири основне целине:

1. У првом, уводном делу докторске дисертације, дата је мотивација за истраживања у области квантичне оптике, са акцентом на специфичним атомско-кохерентним, односно кванто-интерференционим ефектима при интеракцији светлости и материје. Детаљно је описан ефекат електромагнетно индуковане транспарентности, као и динамички Штарков ефекат, који представљају полазну основу за читаво истраживање спроведено у овој дисертацији. Дата су објашњења појмова споре и усклађене светлости, као и експериментални резултати у којима се ови ефекти јављају. Посебна пажња је посвећена и полупроводничким наноструктурама и квантичним тачкама, које представљају материјалну средину у којој су испитивани сви ефекти од интереса у овој дисертацији. Уводни део дисертације се завршава дискусијом о практичним применама споре и усклађене светлости у разним областима науке и технике.
2. У другом делу докторске дисертације, дате су основе коришћеног теоријског модела. Приказана је детаљна процедура извођења Максвел-Блохових једначина којима се описује проучаван систем светлост-материја, као и процедура решавања ових једначина за случајеве од интереса. Разматране су ситуације

када се светлости и материја спрежу формирајући лествичасту конфигурацију са три нивоа (у којој средњи ниво може бити недегенерисан, односно троструко дегенерисан), као и са четири нивоа. У овом делу су наведени и модели помоћу којих се може одредити енергијска структура сферене квантне тачке.

3. Трећи део је представља централни део ове докторске дисертације, и у њему су представљени добијени резултати. Најпре је описана енергијска структура квантне тачке, а затим су ови резултати искоришћени за дања израчунавања са фокусом на спорој и усклађеној светлости у системима са лествичастом конфигурацијом. Разматран је утицај ефеката декохеренције, као и спољашњег стационарног магнетног поља на ове ефекте, а додатно је дискутована и фазна модулација контролног поља као начин за ефикасније складиштење.
4. Последњи, четврти део докторске дисертације је посвећен закључчима. У њој су и сумирани главни резултати и указано је на могуће правце даљих истраживања.

Поред ове четири целине, на крају докторске дисертације се налази и додатак у коме су дата поједина извођења, која су издвојена из главног дела дисертације како не би нарушавала њену структуру и ток. У овом делу су дати:

- Математички детаљи испитивања интеракције светлости и материје (Прелазак са Шредингерове на интеракциону слику, прелазак на коротирајући базис, извођење матричних елемената декохерентног члана, као и аналитичко решавање пропагационе једначине).
- Одређивање енергија и таласних функција сферне квантне тачке (са посебним осцивртом на специфични нумерички метод – Метод Лагранжеве мреже)
- Нумеричко решавање Максвел-Блохових једначина (помоћу Рунге-Кута метода четвртог реда и Лакс-Вендрофовог метода)

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (*до 200 речи*)

Циљ истраживања током израде докторске дисертације је био да се суштински продуби познавање проучаваних ефеката споре и усклађене светлости, као и познавање утицаја дегенерације нивоа, процеса декохеренције и спољашњег стационарног магнетног поља на ове ефекте.

Специфични циљеви су били:

- Проучавање ефеката споре и усклађене светлости у полуправодничким наноструктурима (конкретно у сферним квантним тачкама), и истицање предности и мања у односу на исте феномене остварене на атомским гасовима и парама;
- Детаљно проучавање утицаја контролног поља (континуални ласер, ласер који се наизменично искључује и укључује или ласер са модулисаним фазом) на простирање сондирајућег пулса;
- Дефинисање праваца примене проучаваних ефеката на разне области науке и технике, кроз теоријску анализу принципа рада оптичких прекидача, оптичких бафера и магнетометара, који се потенцијално могу реализовати на разматраним системима.

Ефекти споре и усклађене светлости су детаљно проучени коришћењем како аналитичких, тако и нумеричких метода. Ови ефекти су реализовани на квантним тачкама, али су дискутоване и предности и мање у односу на исте ефекте, у литератури много чешће реализоване на атомским гасовима и парама. Такође, добијени су бројни резултати који описују простирање сондирајућег поља у односу на различите типове контролног поља.

Комисија констатује да су постављени циљеви докторске дисертација потпуно остварени.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (*до 200 речи*)

Главни допринос ове докторске дисертације се састоји у томе, што је, у оквиру ње, теоријски показано да је могуће остварити пропагацију споре светлости, као и складиштење светлости (уз одређене губитке) у полуправодничким срединама.

Показано је и како карактеристике сондирајућег и контролног ласера, као и присуство спољашњег магнетног поља и ефекти декохеренције утичу на групну брзину сондирајућег пулса. Показано је и како дегенерисаност нивоа конфинираног атома водоника утиче на апсолуциону криву и простирање пулса. Разматран је и утицај фазне модулације континуалног контролног ласера на ефикасност складиштења сондирајућег пулса. Поред, у литератури доста проучаваног система са три нивоа, у овој дисертацији је проучавана спора и усклађене светлост у лествићастој конфигурацији са четири нивоа, и показане су предности које овакав систем пружа у односу на већ истраживане конфијигурације.

Вредност остварених резултата кандидата потврђена је публиковањем два рада категорије M22, једног рада категорије M23, као и једног рада категорије M51 са овом тематиком.

Оцена самосталности научног рада кандидата (*до 100 речи*)

Кандидат Никола Филиповић је у току рада на дисертацији испољио висок ниво самосталности у свим важним сегментима истраживачког рада, укључујући и аналитички и нумерички аспект, а до изражaja је посебно дошла његова способност и темељност при писању објављених научних радова, као и саме докторске дисертације. Самосталност је и формално потврђена публиковањем претходно наведених радова, од којих је на два рада, канлилат и првопотписани аутор.

## ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Докторска дисертација под називом „Спора и усклађиштена светлост у сферним квантним тачкама у лествичној конфигурацији“ кандидата Николе Филиповића представља оригинални научни рад. Резултати добијени у оквиру дисертације верификовани су публиковањем радова који су у потпуности из области дисертације: два рада категорије М22, један рад категорије М23 и један рад категорије М51.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу и Научно-стручном већу за природно-математичке науке Универзитета у Нишу да се кандидату Николи Филиповићу одобри одбрана докторске дисертације под називом „Спора и усклађиштена светлост у сферним квантним тачкама у лествичној конфигурацији“.

### КОМИСИЈА

Број одлуке Научно-стручног већа за природно математичке науке о именовању Комисије	8/17-01-010/21-026
---	--------------------

Датум именовања Комисије	08.11.2021.
--------------------------	-------------

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Горан Глигорић, научни саветник Физика, УНО Физика (Научна област)	председник Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду (Установа у којој је запослен)	
2.	др Владан Павловић, доцент Физика, УНО Теоријска физика (Научна област)	ментор, члан Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу	
3.	др Љиљана Стевановић, редовни професор Физика, УНО Теоријска физика и примене (Научна област)	члан Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	др Александар Крмпот, виши научни сарадник Физика, УНО Физика (Научна област)	члан Институт за физику, Универзитет у Београду (Установа у којој је запослен)	
5.	др Ана Манчић, ванредни професор Физика, УНО Теоријска физика (Научна област)	члан Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

12. новембар 2021. године, Ниш