

ПРИМЉЕНО:		15. 11. 2019	
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
QPO1	1748/1		

## Научном већу Института за физику у Београду

### Извештај комисије за избор Марије Ђурчић у звање истраживач сарадник

На седници Научног већа Института за физику, одржаној 5.11.2019. године, именовани смо у комисију за избор Марије Ђурчић у звање истраживач сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у њен научно-истраживачки рад, Научном већу Института за физику подносимо овај извештај.

### Биографски подаци о кандидату

Марија Ђурчић је рођена 12.08.1991. године у Краљеву. Изабрана је за ђака генерације након завршене основне школе. Уписала је Математичку гимназију у Краљеву, коју је завршила као носилац Вукове дипломе. У основној и средњој школи учествовала је на републичким такмичењима из математике и физике. Електротехнички факултет је уписала 2010. године. Дипломирала је на одсеку за Физичку електронику, смер Наноелектроника, оптоелектроника и ласерска техника, 2015. године са укупном просечном оценом 8.89, и оценом 10 на завршном раду на тему "Косимулација између Matlab-а и OptiSystem-а на примеру рефлексионих полупроводничких оптичких појачавача". Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за Наноелектронику и фотонику уписала је у октобру 2015. године. Положила је све испите са просечном оценом 10 и одбранила мастер рад, одрађен у Лабораторији за атомску и квантну физику Центра за фотонику Института за физику, на тему "Нелинеарна спектроскопија у пари калијума" са оценом 10.

У октобру 2016. године започиње докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Наноелектроника и фотоника. Од новембра 2016. је запослена у Центру за фотонику Института за физику у Београду у звању истраживач приправник. Ангажована је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја III45016, под називом „Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура за биомедицину и информатику“. На јавној усменој одбрани одржаној 10.10.2019. на Електротехничком факултету у Београду одобрена јој је тема докторске дисертације под називом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“.

Од 2017. године учесник је билатералног пројекта са Петим институтом за физику у Штутгарту. У оквиру ове сарадње провела је више месеци током 2017. и 2018. на Универзитету у Штутгарту. Од 23. до 28. јула 2018. похађала је курс Nanoscale Quantum Optics у оквиру интернационалне школе физике Enrico Fermi у Варени.

Аутор је и коаутор три научна рада категорије M21 и 13 саопштења са међународних конференција.

## Преглед научне активности

Научно-истраживачки рад кандидата је првенствено усмерен на студију кохерентних ефеката у пари калијума. У склопу докторских студија, а у оквиру истраживања везаног за израду докторске дисертације под називом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења”, под менторством др. Бранислава Јеленковића, Марија се бави студијом два квантна ефекта – четвороталасног мешања таласа и електромагнетски индуковане транспаренције.

Четвороталасно мешање таласа представља нелинеарну интеракцију између светлости и материје која омогућава трансфер енергије и момента између четири мода електричног поља. Типично се јака пумпа користи за поларизацију средине, што доводи до тога да медијум интерагује са другим модовима поља у случају да је задовољен услов слагања фаза. Студије овог ефекта у парама алкалних метала су посебно интересантне јер се показује да се на овај начин могу генерисати корелисани парови фотона, што игра кључну улогу у процесима реализације нових стања светлости. У експерименту интеракција светлости и термалне паре калијума, смештене у стакленој ћелији, остварена је преко двоструке ламбда шеме на Д1 линији коју омогућавају два копропагирајућа ласерска снопа, јачи снопо пумпе и слабији снопо пробе. Процес четвороталасног мешања таласа састоји се у Рамановим прелазима између хиперфинних стања основног нивоа, а резултира генерисањем нових фотона на фреквенцији пробе, и спонтаном емисијом конјугованог фотона. Анализа ефикасности ефекта, тј. оствареног појачања пробе и конјугованог снопа, дефинисаног као однос интензитета тих снопова и интензитета пробе на улазу у ћелију, врши се у функцији широког спектра параметара – угла између пумпе и пробе, густине атома, фреквенцијског помераја пумпе од Д1 прелаза, дво-фотонског фреквенцијског помераја, као и снага пумпе и пробе. Како су снопови добијени на излазу, проба и конјуговани, фазно корелисани, показује се да је сигнал разлике њихових интензитета сигнал који има шум мањи од вредности дефинисане квантним лимитом. Зато се каже да се на овај начин добија интензитетски стиснута светлост. Кандидат је у досадашњем раду успео да реализује експерименталну поставку и пронађе скуп експерименталних параметара за које се постиже амплитудски стиснуто стање светлости.

Други део у студији кохерентних ефеката у пари калијума односи се на побуду Ридбергових нивоа и истраживање неколико ефекта са овим високо-побуђеним стањима. За побуду и детекцију Ридбергових стања кандидат ће искористити феномен електромагнетски индуковане транспаренције. Ово ефекат се базира на постојању тамних стања која нису спрегнута са ласерским пољем, што значи да не могу бити побуђена. Реализација ЕИТ-а се постиже уз помоћ два контрапропагирајућа ласерска снопа којим се спрежу три атомска стања у такозваној степеничастој шеми. На овај начин се на неинвазиван начин могу детектовати Ридбергова стања и извршити њихова детаљна спектроскопија у пари калијума. Кандидат тренутно ради на реализацији светлосних извора који ће се користити у описаној поставци.

Поред рада на описаним студијама, кандидат је ангажован и на пројекту који се одвија у сарадњи са колегама из 5. Института за физику и Института за оптику



полупроводника и функционалне интерфејсе, Универзитета у Штутгарту у чијем је фокусу реализација снажног, плавог VESCEL-a (Vertical External Cavity Surface Emitting Laser) базираног на квантним јамама. Циљ овог пројекта је добити снажан, стабилан, мономодни ласер који ће се користити у побуду Ридбергових стања у пари калијума и студију нелинеарних ефеката у описаним атомским срединама. Овај тип ласера поседује комбинацију добрих карактеристика полупроводничких ласера и диодно пумпаних чврстотелних ласера, што значи да је могуће постићи високе снаге снопова, уз уску спектралну линију. Уз поменуто, њихов дизајн пружа флексибилност при реализацији екстерног резонатора и контролу таласне дужине. Оно што је од посебног интереса јесте могућност удвајања фреквенце у нелинеарном кристалу који се налази унутар резонатора. Досадашњи истраживачки рад кандидата се састојао од дизајнирања и тестирања полупроводничких чипова, са циљем добијања емисије у жељеном делу спектра и што боље конфинираности носилаца унутар квантних јама. Након тога уследили су дазајнирање, као и реализација различитих типова ласерских резонатора, и карактеризација рада ласера.

Поред описаног истраживачког рада којим се кандидат бави у оквиру израде своје докторске дисертације, Марија је учествовала и у експерименталној и теоријској студији успоравања Гаусовских импулса различитих ширина преко ефекта четворталасног мешања таласа у пари калијума. Мерени су и рачунати ширење и кашњење новодобијених импулса пробе и конјугованог снопа у функцији једнофотонског и двофотонског Рамановог фреквенцијског помераја, густине паре, и Рабијеве фреквенције пумпе. У оквиру ове студије, одређен је опсег ових параметара за које је излазни импулс и даље Гаусовског облика, а добијене величине које се користе за карактеризацију процеса су оптимизоване.

### **Списак објављених радова и других публикација**

Радови у врхунским међународним часописима (M21):

- [1] M. M. Ćurčić, T. Khalifa, B. Zlatković, I. S. Radojičić, A. J. Krmpot, D. Arsenović, B. M. Jelenković, M. Gharavipour, Four-wave mixing in potassium vapor with an off-resonant double-Lambda system, *Phys Rev A* 97,063851 (2018).
- [2] D. Arsenović, M. M. Ćurčić, T. Khalifa, B. Zlatković, Ž. Nikitović, I. S. Radojičić, A. J. Krmpot, B. M. Jelenković, Slowing 80-ns light pulses by four-wave mixing in potassium vapor, *Phys Rev A* 98, 023829 (2018).
- [3] B. Zlatković, M. M. Ćurčić, I. S. Radojičić, D. Arsenović, A. J. Krmpot, B. M. Jelenković, Slowing probe and conjugate pulses in potassium vapor using four wave mixing, *Optics Express* 26, 034266 (2018).

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

- [1] B. Zlatković, A. J. Krmpot, M. Ćurčić, B. Jelenković, Four wave mixing in hot potassium vapor – slow light with a gain, 9<sup>th</sup> Photonics Workshop, pp. 32-32, isbn: 978-86-82441-44-1, Kopaonik, 2-6. Mar, 2016.
- [2] M. Ćurčić, B. Zlatković, I. Radojčić, D. Arsenović, A. Krmpot, B. Jelenković, Four wave mixing in hot potassium vapor with large photon amplification, 10<sup>th</sup> Photonics Workshop, pp. 21-21, isbn: 978-86-82441-45-8, Kopaonik, 26.2-2.3. 2017.
- [3] D. Arsenović, M. M. Ćurčić, B. Zlatković, A. J. Krmpot, I. S. Radojčić, B. M. Jelenković, Four wave mixing in potassium vapor with off-resonant double lambda system, PHOTONICA 2017, Insitute of Phzsics, Belgrade, pp. 62-62, isbn: 978-86-82441-46-5, Belgrade, Serbia, 27-31. Aug, 2017.
- [4] B. Zlatković, A. J. Krmpot, D. Arsenović, I. S. Radojčić, M. M. Ćurčić, B. M. Jelenković, Ultraslow propagation of optical pulses in hot potassium vapor, PHOTONICA 2017, Insitute of Physics, Belgrade, pp. 48-48, isbn: 978-86-82441-46-5, Belgrade, Serbia, 27-31. Aug, 2017.
- [5] M. Ćurčić, R. Bek, R. Loew, M. Jetter, B. Jelenković, Towards realization of frequency doubled VECSEL for Rydberg spectroscopy in rubidium and potassium, 11<sup>th</sup> Photonics Workshop, pp. 40-40, isbn: 987-86-82441-47-2, Kopaonik, 11-15. Mar, 2018.
- [6] B. Zlatković, M. M. Ćurčić, I. S. Radojčić, A. J. Krmpot, Ž. Nikitović, D. Arsenović, B. M. Jelenković, Slow propagation of pulses bz four wave mixing in potassium vapor, 11<sup>th</sup> Photonics Workshop, pp. 39-39, isbn: 987-86-82441-47-2, Kopaonik, 11-15. Mar, 2018.
- [7] B. Zlaktović, M. Ćurčić, I. Radojčić, A. Krmpot, Ž. Nikitović, D. Arsenović, B. Jelenković, Slowing probe and conjugate pulses in potassium vapor using four wave mixing, Book of Abstracts, The Nanoscale Quantum Optics (NQO) Workshop, Prague, Czech Republic, 13-16. Feb, 2018.
- [8] I. Radojčić, M. Ćurčić, B. Zlatković, Ž. Nikitović, A. Krmpot, D. Arsenović. B. Jelenković, Propagation of short twin pulses in four wave mixing in hot potassium vapor, 50<sup>th</sup> Anniversary EGAS conference, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, Jagiellonian University, pp. 105-105, isbn: 978-83-945937-5-9, Krakow, Poland, 9-13. Jul, 2018.
- [9] B. Zlaktović, M. Ćurčić, I. Radojčić, D. Arsenović, A. Krmpot, B. Jelenković, Non-degenerate four wave mixing based slow light in hot potassium vapor, Hot Atomic Vapor Workshop, European Workshop on Science and Technology of Hot atomic Vapors, Stuttgart, Germany, 23-25. May, 2018.
- [10] A. Ćutuk, M. Ćurčić, M. Plach, R. Hermann, M. Grossmann, R. Bek, R. Loew, H. Kuebler, M. Jetter, P. Michler, Blue InGaAs-VECSELs for Rydberg atom spectroscopy, DPG Spring Meeting, Regensburg, Germany, 31-5. Apr, 2019.
- [11] D. Arsenović, Ž. Nikitović, B. Zlatković, I. S. Radojčić, M. M. Ćurčić, A. J. Krmpot, B. M. Jelenković, Evolution of laser pulse propagation in Four Wave Mixing atomic medium,

PHOTONICA 2019, Belgrade, pp. 86-86, isbn: 978-86-7306-153-5, Belgrade, Serbia, 26-30. Aug, 2019.

- [12] M. M. Ćurčić, B. M. Jelenković, Amplitude squeezing by four wave mixing in hot potassium vapor, PHOTONICA 2019, Belgrade, pp. 85-85, isbn: 978-86-7306-153-5, Belgrade, Serbia, 26-30. Aug, 2019.
- [13] M. M. Ćurčić, M. Grossmann, R. Bek, R. Loew, M. Jetter, B. Jelenković, Blue InGaAsP VECSEL for Rydberg spectroscopy in Rb and K, 12<sup>th</sup> Photonics Workshop, Kopaonik, 10-14. Mar, 2019.

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31):

- [1] M. Ćurčić, B. Jelenković, Squeezed states of light generated by four wave mixing in potassium vapor, 21<sup>st</sup> International Conference on Transparent Optical Networks, ICTON'2019, Angers, France, July 9-13, 2019.

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу (M32):

- [1] M. Ćurčić, B. Zlatković, I. Radojičić, Ž. Nikitović, A. Krmpot, D. Arsenović, B. Jelenković, Slowing light pulses due to four-wave-mixing in Potassium vapor – theory and experiment, Hot Atomic Workshop, European Workshop on the Science and Technology of Hot atomic Vapors, Stuttgart, Germany, 23-25. May, 2018.



### Мишљење и предлог

На основу изложеног сматрамо да кандидаткиња испуњава све услове, прописане Законом о научноистраживачкој делатности и Правилником о стицању научноистраживачких звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, за избор у звање истраживач сарадник. На основу изложеног, Научном већу Института за физику предлажемо да изабере Марију Ћурчић у звање истраживач сарадник.

У Београду, 11.11.2019.

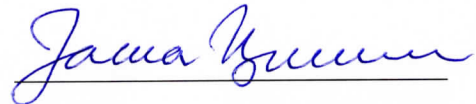
Чланови комисије



др Бранислав Јеленковић,  
научни саветник, Институт за физику у Београду



др Душан Арсеновић,  
научни саветник, Институт за физику у Београду



др Јасна Црњански,  
ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду