

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Пошто смо на седници Наставно-научног Већа Физичког факултета Универзитета у Београду одржаној 27. 10. 2021. одређени за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације из научне области **Физика јонизованог гаса и плазме** под називом „ДИЈАГНОСТИКА АСИМЕТРИЧНОГ И ПЛАН ПАРАЛЕЛНОГ РАДИО-ФРЕКВЕНТНОГ ПЛАЗМА СИСТЕМА У ЦИЉУ ДЕФИНИСАЊА ПЛАЗМА ХЕМИЈСКИХ ПРОЦЕСА ТОКОМ ТРЕТМАНА УЗОРАКА ОРГАНСКОГ И НЕОРГАНСКОГ ПОРЕКЛА“ коју је кандидат Коста Спасић предао Физичком факултету у Београду 8.10.2021. године, подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1. Основни подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Коста Спасић је рођен 11.08.1984. године у Београду. Основне академске студије, смер Примењена физика и информатика, завршио је 2010. године на Физичком факултету Универзитета у Београду са просечном оценом 8,26. Дипломски рад под називом „Активација Лангмуирове сонде и мерење концентрације електрона и јона у нискотемпературним плазмама у аргону“ урадио је у лабораторији за Гасну електронику (данас је њено име Лабораторија за неравнотежне процесе и примену плазме) Института за физику у Београду под менторством Др Невене Пуач.

Докторске студије уписао је 2011. године на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер – Физика јонизованог гаса и плазме. Положио је све изборне испите са просечном оценом 10.00. Тему докторске дисертације под називом „Дијагностика асиметричног и план паралелног радио-фреквентног система у циљу дефинисања плазма хемијских процеса током третмана узорака органског и неорганског порекла“ одбранио је пред колегијумом на седници Наставно-научног већа Физичког факултета на седници која је одржана 24.10.2018. године. Извештај комисије за оцену испуњености услова и оправданост предложене теме је усвојен на седници Наставно-научног већа Физичког факултета која је одржана 27.3.2019. године и том приликом је прихваћен и предлог да се за ментора који ће да руководи израдом дисертације постави Др Невена Пуач.

Од 1. јануара 2011. године је запослен у Институту за физику у Београду у оквиру Лабораторије за нервнотежне процесе и примену плазми. До децембра 2019. године је учествовао на иновационом пројекту Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије „Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама“ (ИИИ41011) као и на пројекту основних истраживања „Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама“ (ОН171037). Од 2020. године на институту је

ангажован институционално. Учествовао је и на неколико билатералних пројеката а резултати ових сарадњи су представљени и у оквиру докторске дисертације.

Његова област истраживања је плазма физика. Према SCOPUS бази података, резултате свог рада је приказао у 8 радова, који су према истој бази цитирани 63 пута. Био је коаутор на неколико међународних предавања по позиву а своје резултате је представио и на већем броју конференција.

1.2 Научна активност

Ужа научна област истраживања којима се бави Коста Спасић су наизменично побуђена пражњења на ниском притиску и њихове примене у третманима осетљивих узорака.

Испитивања којима се бави су, у највећем делу, експерименталне природе. Поред продубљивања основних знања везаних за физику плазме, један од главних праваца његових истраживања је повезивање спољашњих и унутрашњих параметара пражњења. Другим речима, бави се истраживањима којима је циљ да се открије начин на који ће избор параметара попут радног гаса, притиска и номиналне снаге утицати на особине плазме као што су њен хемијски састав, концентрација и енергија честица, интензитети струје и напона, фреквентни састав струје и напона, степен дисоцијације и јонизације али и, тамо где је то било могуће, просторну расподелу ових величина. Због тога, током свог експерименталног рада примењује већи број дијагностичких метода. Масеном спектрометријом се користи како би се упознао са хемијским саставом гаса и релативним доприносима одређених честица док се помоћу њеног посебног облика, масене спектрометрије прага за јонизацију, користи како би добио информације о присуству и количини побуђених врста. С обзиром да је масена спектрометрија локална метода, чија примена у одређеној мери утиче и на саму плазму, у свом раду је применио и методе оптичке емисионе спектроскопије којима се такође добијају подаци о саставу плазме али без икаквих утицаја на њу. За добијање апсолутних концентрација је такође користио и локалне и бесконтактне методе. Од посебног интереса, током израде ове дисертације, је била концентрација атомског кисеоника и степен дисоцијације молекулског кисеоника. Ове две врсте су значајне због својих улога у сигналним путевима у ћелији али и због тога што се у текстилној индустрији кисеоничне плазме користе за активацију површине, како природних тако и вештачких тканина. Мерење концентрације атомског кисеоника је обављао коришћењем каталитичке сонде и применом методе оптичке актинометрије. Актинометријском методом мерен је и степен дисоцијације молекулског кисеоника. За испитивање електричних особина пражњења, у својим мерењима, користио је деривативне сонде.

У току свог рада кандидат је експерименте радио на три различите врсте реактора. Највећи део истраживања је рађен на асиметричном реактору велике запремине. У питању је уређај радио-фреквентне побуде који је осмишљен као прототип за индустријске третмане осетљивих узорака, пре свега семена и текстила. Други реактор на коме је радио се такође побуђује радио-фреквентним извором снаге. Конструисан је по узору на ГЕЦ

ћелију (*енг* GEC – gaseous electronic conference cell). У њему је могуће постићи плазме у којима су енергије и флуksеви честица већи у односу на асиметрични реактор. Због распрострањености ГЕЦ коморе, резултате добијене у овом реактору је много лакше упоредити са резултатима који су добијени у истраживачким групама широм света. Последњи реактор на коме је радио се побуђује извором микроталасне фреквенције. С обзиром на то да је конструисан тако да се плазма формира у простору који се налази изван реактора, испитивани гас се налази у такозваном афтерглоу (*енг* afterglow) режиму. У том стању се у њему не налази велики број јона али је концентрација побуђених честица и атома, који су настали дисоцијацијом, и даље велика.

Поред поменутих истраживања кандидат се бавио и применама плазми. У сарадњи са колегама са Технолошког факултета Универзитета у Љубљани, у сва три реактора, рађен је третман текстилних узорака са циљем наношења микрокапула. Такође је, у сарадњи са колегама са Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ али и са колегама из Белорусије рађен третман семена. Циљ је био повећање клијавости али и уклањање патогена са површине семена.

2. Опис предатог рада

2.1. Основни подаци

Докторска дисертација је урађена под менторством др Невене Пуач, која је као научни саветник запослена на Институту за физику, и коменторством др Николе Шкоре, који је као виши научни сарадник такође запослен у Институту за физику. Ментор испуњава услове Физичког факултета за руковођење израдом докторске дисертације јер је у научном звању а резултате свог рада је објавила у великом броју чланака у врхунским међународним часописима и приказала их на бројним међународним конференцијама. Дисертација је писана латиницом на српском језику. Не рачунајући насловну страну, захвалницу, сажетке, садржај, биографију аутора и изјаве написана је на 222 стране и подељена је у 5 поглавља. У тексту се налази 205 слика, 6 табела а у библиографији је наведено 218 референци.

2.2. Предмет и циљ рада

Предложена докторска дисертација припада области Физике јонизованих гасова и плазме. Предмет и циљеви истраживања могу да се поделе у две целине.

Прва група циљева везана је за конструкцију и дијагностику извора никотемпературских плазми на ниском притиску. Истраживања су, у највећој мери, била фокусирана на асиметрични цилиндрични реактор и на план паралелни реактор који по својој конструкцији личи на ГЕЦ ћелију. Напајана електрода код цилиндричног реактора је алуминијумска шипка на централној оси док уземљену электроду представља зид коморе. Оваквом конструкцијом је могуће постићи благе плазме, без појаве стримера, које су погодне за третман осетљивих узорака. Додатно, услови пражњења (или третмана)

значајно се мењају приближавањем уземљеној или напајаној електроди. Како би се испитао ефекат односа површина уземљене и напајане електроде али и ефекат близине уземљеног зида коморе на особине плазме, конструисана је додатна уземљена електрода мањег полупречника. У комори план паралелне конструкције могуће је постићи плазме са нешто интензивнијим условима а растојање између уземљене и напајане електроде могуће је мењати. Ради што детаљнијег упознавања са особинама пражњења, релевантном плазма хемијом, концентрацијама активних честица као што су јони, радикали и побуђене хемијске врсте урађена је опсежна дијагностика ова два реактора са циљем да се открије како поменути параметри и њихове просторне расподеле зависе од примењене снаге, притиска и протока гасова. Због могуће примене оваквих реактора у различитим гранама привреде, од интереса је било и да се открије како је одређене особине пражњења могуће постићи са најмањим утрошком енергије и гасова. Поред истраживања у којима су коришћена ова два реактора, у трећем, реактору микроталасне побуде испитивана је просторна расподела концентрације атомског кисеоника.

Друга целина истраживања представља примене плазми у третманима семена и текстила. Испитиван је ефекат излагања семена плазми на клијавост и активност ензима али и како је жељене резултате могуће постићи на најоптималнији начин. С обзиром на то да током чувања семена често долази до инфекције различитим патогенима, одређени експерименти су рађени са циљем њиховог уклањања на начин који би најмање оштетио само семе. Биолошка евалуација третмана је, у највећој мери, рађена у Институту за биолошка истраживања „Синиша Станковић“. Третман текстила је рађен са циљем наношења микрокапула на његову површину. Третирана је вештачка ПЕТ тканина и памук а наношене су две врсте капсула. Једној врсти се, након излагања ултра-љубичастој светлости, мења боја док се друга користи као носилац мирисних супстанци.

2.3. Публикације чији су резултати приказани у дисертацији

На основу резултата који су представљени у оквиру ове дисертације објављен је 1 рад у тематском зборнику од међународног значаја (M14), 2 рада у врхунским међународним часописима (M21), 1 рад у истакнутом међународном часопису (M22) и 6 саопштења са међународних конференција штампаних у целини (M33).

Монографска студија у тематском зборнику међународног значаја (M14):

- 1) „Radial profile of the electron energy distribution function in RF capacitive gas-discharge plasma“, Miglena Dimitrova, Tsv. Popov, Nevena Puač, Nikola Škoro, **Kosta Spasić**, Gordana Malović, Francisco M. Dias and Zoran Lj. Petrović, Journal of Physics: Conference Series 700 (2016) 012007
DOI:10.1088/1742-6596/700/1/012007

Радови у врхунским међународним часописима (M21):

- 1) „Activity of catalase enzyme in Paulownia tomentosa seeds during the process of germination after treatments with low pressure plasma and plasma activated water“, Nevena Puač, Nikola Škoro, **Kosta Spasić**, Suzana Živković, Milica Milutinović, Gordana Malović and Zoran Lj. Petrović, Plasma Processes and Polymers 2017,1700082; DOI: 10.1002/ppap.201700082 (ИФ=2.846)
- 2) „Plasma treated polyethylene terephthalate for increased embedment of UV-responsive microcapsules“, Marija Gorjanc, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, **Kosta Spasić**, Nevena Puač, Zoran Lj. Petrović and Mateja Kerta, Applied Surface Science 419 (2017) 224–234; DOI: 10.1016/j.apsusc.2017.04.177 (ИФ=3.387)

Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

- 1) „Application of Fragrance Microcapsules onto Cotton Fabric after Treatment with Oxygen and Nitrogen Plasma“, Mateja Kert, Petra Forte Tavčer, Aleš Hladnik, Kosta Spasić, Nevena Puač, Zoran Lj. Petrović and Marija Gorjanc, Coatings, 2021, 11, 1181 DOI: 10.3390/coatings11101181 (ИФ=2.881)

2.4 Преглед научних резултата изложених у дисертацији

Текст дисертације је подељен у 5 глава.

Глава под насловом „Увод“ је прва глава дисертације. У њој је представљен краћи преглед општих појмова у физици плазме. Уведени су основни појмови попут Дебајевог радијуса и приелектродних области. Описане су основне врсте судара у пражњењима, дефинисан је услов пробоја и направљена је подела плазми по температурама и густини честица. Централно место у овој глави припада описима плазми на ниском притиску које се побуђују преко капацитивне или индуктивне спреге. Представљен је историјат и описан начин функционисања дијагностичких метода које су примењене током израде ове дисертације: масене спектрометрије, деривативних сонди, снимање иццд камером (iCCD), оптичке емисионе спектроскопије и оптичке актиметрије као и Лангмуирове сонде. Представљене су најважније примене радио-фреквентних пражњења са акцентом на примене у третманима текстила и семена.

Друга глава дисертације је и најобимнија и посвећена је асиметричном капацитивно спрегнутом пражњењу велике запремине. У њој су у одвојеним поглављима представљени резултати дијагностике плазме и њене примене. Испитивања су рађена за две различите димензије уземљених електрода, а дводимензионалном анализом уз помоћ компјутерског модела је показано да убацивањем мање уземљене електроде не долази до значајног ремећења количине и брзине гасова у централном делу реактора. Електричном карактеризацијом, деривативним сондама, је установљено да смањивањем пречника уземљене електроде долази до смањења RMS вредности напона, повећања RMS вредности струје, смањује се ефикасности предаје снаге плазми али долази и до повећања

интензитета другог хармоника струјног сигнала. Показано је и да, у одређеним условима, улогу уземљене електроде може да преузме неутрални гас. Пречник додатне уземљене електроде је одабран тако да се њеним постављањем отвор за узорковање масеног спектрометра налази практично на самој уземљеној електроди. Методом масене спектрометрије је показано да се у активном делу плазме налази велики број побуђених молекула и нешто мањи број побуђених атома кисеоника док се у близини уземљене електроде број побуђених молекула значајно смањује а побуђених атома нема. То значи да је током третмана који захтевају присуство побуђених честица узорак најбоље поставити на проводну платформу чиме би се приближио активној зони плазме. Оптички емисиони спектри су снимљени с предње и с бочне стране и коморе и из њих је, применом методе оптичке актинометрије, израчунат степен дисоцијације. Разлике у резултатима оптичке актинометрије и масене спектрометрије су очекиване јер је једна метода локална, док је друга бесконтактна а добијене вредности су усредњене по целом видном пољу.

Поред проучавања фундаменталних особина плазме овај реактор је коришћен за третмане семена. У младима царичиног дрвета, које је проклијало из третираног семена, је мерена концентрација и активност ензима каталазе током 4 дана клијања. Током прва три дана су како активност тако и концентрација каталазе били врло нестабилни. Четвртог, последњег, дана клијања су обе вредности биле веће у оном семену које је било дуже третирано и које је третирано на већем притиску. У истом реактору је третирано и семе неколико комерцијалних врста биљака. Показано је да пажљивим одабиром услова третмана може да се постигне повећање клијавости и смањење степена инфекције али и да треба бити пажљив јер превише интензивни или предугачки третмани могу да дају супротне ефекте. Поред тога у овом реактору су с главним циљем наношења мирисних микрокапула третирано узорци памучне тканине у кисеоничној и азотној плазми. У односу на нетретиране узорке је разлика у већини физичких особина тканине била велика, док разлике између ефеката два различита радна гаса нису биле значајне. Промене у морфологији узорка су биле нешто израженије након третмана у кисеонику док је наношење микрокапула било нешто успешније након третмана у азоту.

Дијагностика пражњења и третмани текстила у реактору план паралелне геометрије су представљени у трећој глави дисертације. Деривативним сондама је установљено да је у свим условима пражњења струјни сигнал значајно одступао од облика правилне синусоиде због израженог пораста другог хармоника. С обзиром да је до сличне промене у сигналу дошло и у асиметричном реактору када је површина уземљене електроде смањена, закључено је да интензитет другог хармоника струјног сигнала зависи односа површина уземљене и напајане електроде. Односно његов интензитет ће да расте уколико се поменути однос смањује. У односу на асиметрични реактор, овај систем је мање ефикасан у предаји снаге плазми, али му ефикасност расте са повећањем растојања између уземљене и напајане електроде. Посебно поглавље је било посвећено испитивању овог реактора методом оптичке емисионе спектроскопије, праћењем временске еволуције интензитета линија током третмана памучног узорка и без узорка у комори. Показало се да је са присутним узорком у комори интензитет праћене линије на почетку третмана прво растао док је после одређеног времена долазило до опадања. До смањења интензитета емисије долази због интеракције азотне плазме са узорком, односно због опадања броја емитера у плазми. Овај ефекат је приметан на различитим условима пражњења. Проверено је да ли се појављује и током третмана узорака различите површинске структуре: ПЕТ

тканине и стакла и био је готово неприметан. Поређењем спектара из зрачења током третмана ова три материјала је примећено да ОН трака постоји само током третмана памука. Емисија овог радикала је била готово идентична током пражњења у празној комори и током третмана памучног узорка који је у вакууму провео сат времена. Закључено је да до пораста емисије азотне линије али и ОН траке почетком третмана памучног узорка долази због тога што је ОН радикале могуће плазмом издвојити из структуре памука, а у одређеној мери настају и из воде која се са узорком унесе у комору, па су због већег броја честица реактору чешћи и судари који доводе до побуђивања азота. До пада, с друге стране, долази када се ОН радикала „потроши“, односно кад се узорак исуши а са његове површине избију све доступне ОН честице.

Третман текстила са циљем наношења микрокапула је рађен и у овом типу реактора. Успешност наношења је поређена за узорке који су третирани у азотној плазми, који су били изложени ниском притиску (без плазма третмана) и контролне узорке (нетретирани). Наношење је било успешније на узорке који су третирани док је резултат био још бољи када је растојање између електрода било веће. И у овом случају показано је да ће превелика снага довести до оштећења узорка. FTIR анализом је показано да се на површини третираних узорака појављују карбонилне и N-H групе до су се N-H групе појавиле и на узорцима који су били само у вакууму.

У четвртој глави је дат преглед резултата мерења каталитичком сондом у реактору микроталасне побуде. Концентрација атомског кисеоника је мерена на три позиције чиме је добијена просторна зависност концентрације, за три различите цеви које су коришћене за увод гасова. Цеви су на својим крајевима имале конусе различитих ширина и једнаких дужина. Показано је да је концентрација атомског кисеоника неравномерно распоређена у запремини реактора. Закључено је да ће за фиксне позиције она у највећој мери зависити од протока гасова док ће у нешто мањој мери зависити и од ширине конуса којим се гас уводи. На две од три позиције ће, до одређене вредности, повећање протока доводити до пораста концентрације. Даљим повећањем протока концентрација атома због растућег броја судара и опадања средњег слободног пута ће полако да опада. Међутим, на позицији која је најближа доњој, алуминијумској, плочи реактора постоји двоструки максимум концентрације у зависности од протока а укупне концентрације су мање. Мањи број О атома је на овој позицији измерен јер се, због рекомбинације на површини алуминијума број атома на смањује.

У овом реактору, је такође са циљем наношења микрокапула, рађен третман текстила. Показано је да се најбољи резултати постижу уколико се површина прво активира излагањем кисеонику па се затим, излагањем амонијаку, на њу уграде азотове функционалне групе. Иако је до пораста хидрофилности долазило само након третмана у кисеонику, ефикасност наношења капсула је значајније расла продужењем третмана у азоту него дужим излагањем кисеонику.

У последњој, петој глави, дат је преглед најважнијих закључака из свих испитивања чији су резултати представљени у оквиру дисертације.

3. Списак публикација кандидата

Монографска студија у тематском зборнику међународног значаја M14

- 1) “Biomedical applications and diagnostics of atmospheric pressure plasma“, Zoran Lj. Petrović, Nevena Puač, Saša Lazović, Dejan Maletić, **Kosta Spasić** and Gordana Malović, Journal of Physics: Conference Series 356 (2012) 012001
DOI: 10.1088/1742-6596/356/1/012001
- 2) „Radial profile of the electron energy distribution function in RF capacitive gas-discharge plasma“, Miglena Dimitrova, Tsv. Popov, Nevena Puač, Nikola Škoro, **Kosta Spasić**, Gordana Malović, Francisco M. Dias and Zoran Lj. Petrović, Journal of Physics: Conference Series 700 (2016) 012007 doi:10.1088/1742-6596/700/1/012007

Радови у врхунским међународним часописима M21

- 3) „Plasma properties in a large-volume, cylindrical and asymmetric radio-frequency capacitively coupled industrial-prototype reactor“, Saša Lazović, Nevena Puač, **Kosta Spasić**, Gordana Malović, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič, Maja Radetić and Zoran Lj Petrović, Journal of Physics D: Applied Physics. 46 (2013) 075201 (8pp),
DOI: 10.1088/0022-3727/46/7/075201
(ИФ= 2.521)
- 4) „Activity of catalase enzyme in Paulownia tomentosa seeds during the process of germination after treatments with low pressure plasma and plasma activated water“, Nevena Puač, Nikola Škoro, **Kosta Spasić**, Suzana Živković, Milica Milutinović, Gordana Malović and Zoran Lj. Petrović, Plasma Processes and Polymers 2017,1700082;
DOI: 10.1002/ppap.201700082
(ИФ=2.846)
- 5) „Plasma treated polyethylene terephthalate for increased embedment of UV-responsive microcapsules“, Marija Gorjanc, Miran Mozetič, Gregor Primc, Alenka Vesel, **Kosta Spasić**, Nevena Puač, Zoran Lj. Petrović and Mateja Kerta, Applied Surface Science 419 (2017) 224–234;
DOI: 10.1016/j.apsusc.2017.04.177
(ИФ=3.387)

Радови у истакнутим међународним часописима M22

- 6) „Application of Fragrance Microcapsules onto Cotton Fabric after Treatment with Oxygen and Nitrogen Plasma“, Mateja Kert, Petra Forte Tavčer, Aleš Hladnik, **Kosta Spasić**, Nevena Puač, Zoran Lj. Petrović and Marija Gorjanc, Coatings, 2021, 11, 1181
DOI: 10.3390/coatings11101181
(ИФ=2.881)

Саопштења са међународних конференција штампана у целини М31

- 7) Z.Lj. Petrović, N. Puač, D. Marić, D. Maletić, K. Spasić, N. Škoro, J. Sivoš, S. Lazović, G. Malović, “Development of Biomedical Applications of Nonequilibrium Plasmas and Possibilities for Atmospheric Pressure Nanotechnology Applications“, PROC. 28th International Conference On Microelectronics (MIEL 2012), Niš, Serbia, 13-16 May, 2012
- 8) S. Lazović, K. Spasić, N. Puač, G. Malović, U. Cvelbar, M. Mozetič, Z. Lj. Petrović, „Spatial profiles of atomic oxygen concentrations in a large scale CCP reactor“, ESCAMPIG XXI, Viana do Castelo, Portugal, July 10-14 2012
- 9) Kosta Spasić, Saša Lazović, Nevena Puač, Zoran Lj Petrović, Gordana Malović, Miran Mozetič and Uroš Cvelbar, „Catalytic probe measurements of atomic oxygen concentration in large volume oxygen CCP“ 26th SPIG, Zrenjanin, Serbia, August 27-31 2012
- 10) Saša Lazović, Nevena Puač, Kosta Spasić, Gordana Malović, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič and Zoran Lj. Petrović, “Diagnostics of a large scale CCP reactor suitable for textile treatments”, 4th ICAPT, Strunjan, Slovenia, EU, September 9-13 2011
- 11) S. Lazović, N. Puač, K. Spasić, G. Malović, U. Cvelbar, M. Mozetič, Z. Lj. Petrović, „Measurements of atomic oxygen concentrations in a large scale asymmetric capacitively coupled plasma reactor by using catalytic probes“, 30th ICPIG, August 28th – September 2nd 2011, Belfast, Northern Ireland, UK
- 12) K. Spasić, N. Škoro, N. Puač, G. Malović and Z. Lj. Petrović, „Reactive species production in oxygen low-pressure RF plasma suitable for treatment of sensitive surfaces“, 3rd CEAMPP, August 25th 2013, Belgrade, Serbia
- 13) I. Filatova, V. Azharonok, V. Lushkevich, A. Zhukovsky, K. Spasić, S. Živković, N. Puač, S. Lazović, G. Malović and Z.Lj.Petrović, „Plasma seeds treatment as a promising technique for seed germination improvement“, 31st ICPIG, 14-19 July 2013, Granada, Spain
- 14) N. Škoro, K. Spasić, N. Puač, G. Malović AND Z. Lj. Petrović, „Diagnostics of low-pressure rf oxygen plasma suitable for treatment of sensitive surfaces“, 20th International Conference on Gas Discharges and their Applications, 6th - 11th July 2014, Orleans, France
- 15) K. Spasić, N. Škoro, N. Puač, G. Malović, Z. Lj. Petrović, „Ion energy distribution and line intensities in asymmetrical oxygen rf discharge“, August 26th – 29th 2014, Belgrade, Serbia
- 16) K. Spasić, N. Puač, N. Škoro, G. Malović and Z.Lj. Petrović, „Characterization of a large volume oxygen RF discharge suitable for low-pressure treatment of sensitive samples“, 32nd ICPIG, July 26th-31st, 2015, Iași, Romania
- 17) Spasić Kosta, Škoro Nikola, Puač Nevena, Malović Gordana, and Petrović Lj Zoran, "Production of active oxygen species in low pressure CCP used for sterilization of commercial seeds." 2015 IEEE International Conference on Plasma Sciences (ICOPS). IEEE, 2015, may 24-28, Belek, Antalya, Turkey
- 18) Kosta Spasić, Nevena Puač, Gordana Malović and Zoran Lj Petrović, „Effects of power transfer efficiency and grounded electrode surface on creation of O and O₂ excited species in low pressure plasmas“, 24th International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC), Naples, Italy, June 9-14 2019

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу М34

- 19) Sasa Lazovic, Kosta Spasic Nevena Puač and Gordana Malovic, „Catalytic probe measurements in a large scale CCP reactor“, 64th GEC, Salt Lake City, Utah, USA, November 2011
- 20) Saša Lazović, Nevena Puač, Kosta Spasić, Gordana Malović and Zoran Lj. Petrović, „Characterization of a large scale RF CCP reactor using Langmuir and derivative probes“, 20th ISPC, Philadelphia, USA, July 24-29, 2011
- 21) Saša Lazović, Nevena Puač, Kosta Spasić, Gordana Malović, Zoran Lj. Petrović, Uroš Cvelbar, Miran Mozetič, „Probe diagnostics of a large scale asymmetric capacitively coupled plasma reactor“, 18th International scientific meeting on vacuum science and techniques, Bohinjско Jezero, Slovenia, EU, June 2-3 2011
- 22) S. Lazović, N. Puač, K. Spasić, G. Malović, Z. L. Petrović, „Langmuir probe measurements of a large scale RF CCP reactor“, 2nd International workshop on plasma nano-interfaces and plasma characterization, Cerklje, Slovenia, EU, March 1-4, 2011
- 23) K. Spasić, N. Škoro, N. Puač, G. Malović and Z. Lj. Petrović, „Atomic species produced in large scale oxygen plasma used for treatments of sensitive materials“, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, Princeton, New Jersey, USA September 30 - October 4, 2013.
- 24) N. Puač, K. Spasić, N. Škoro, M. Gorjanc, G. Malović and Z Lj Petrović, “Optical Emission Diagnostics of N₂ plasma used for textile pretreatment”, ESCAMPIG XXIII, Bratislava, Slovakia, July 12-16, 2016
- 25) N Skoro, N Puač, K Spasic, G Malovic, M Gorjanc, Z Lj Petrovic, „Optical emission spectroscopy of OH lines in N₂ and Ar plasmaduring the treatments of cotton fabric“, 69th GEC, October 10-14, 2016, Bochum, Germany
- 26) Z.Lj. Petrović, N. Puač, G. Malović, N. Selaković, K. Spasić, D. Maletić, S. Živković, „Diagnostics of atmospheric pressure plasma jets and plasma needle and their application in biology and medicine“, GEM 2016, Geelong, Australia, February 14-17, 2016.
- 27) N. Puač, N. Škoro, K. Spasić, S. Živković P, M. Milutinović, V. Šašić G. Malović and Z.Lj. Petrović, “Activity of catalase enzyme in *P. tomentosa* seeds after direct plasma treatments and treatments with plasma activated water”, XXXIII ICPIG, July 9-14, 2017, Estoril/Lisbon, Portugal
- 28) Nevena Puač, Nikola Škoro, Kosta Spasić, Suzana Živković, Milica Milutinović, Gordana Malović and Zoran Lj. Petrović, “Activity of Catalase Enzyme in Paulownia Tomentosa Seeds as a Result of a Direct and Indirect Treatment by the Non-Equilibrium Plasma”, JSPP2017, 4-7 december 2017, Osaka, Japan.
- 29) N. Škoro, N. Puač, K. Spasić, M. Gorjanc, G. Malović and Z. Lj. Petrović, “Monitoring of the cotton fabric plasma treatments by using optical emission spectroscopy”, XII FLTPD, April 23th—27th 2017, Zlatibor, Serbia
- 30) K Spasić, N Škoro, N Puač, G Malović, Z Lj. Petrović, “Volume Scaling in Production of Active Oxygen Species in an Asymmetrical Plasma Reactor”, GD2018, september 2-7, 2018, Novi Sad, Serbia

4. Провера оригиналности докторске дисертације

...

5. Закључак

На основу изложеног, комисија закључује да резултати кандидата Косте Спасића приказани у оквиру ове дисертације представљају оригиналан и значајан допринос у области Физике јонизованог гаса и плазме. Експериментални резултати из тезе поред продубљивања основних знања везаних за особине и параметре радио-фреквентних пражњења имају значај и за нове примене плазми на ниском притиску. Из резултата приказаних у оквиру дисертације кандидат је објавио два рада у врхунским међународним часописима и један рад у истакнутом међународном часопису. Сходно томе, комисија предлаже Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да одобри јавну одбрану тезе: „Дијагностика асиметричног и план паралелног радио-фреквентног плазма система у циљу дефинисања плазма хемијских процеса током третмана узорака органског и неорганског порекла“.

Београд, _____

Комисија:

др Никола Шкоро, виши научни сарадник
Института за Физику у Београду

др Гордана Маловић, научни саветник
Института за Физику у Београду

др Срђан Буквић, редовни професор
Физичког факултета у Београду

др Братислав Обрадовић, редовни професор
Физичког факултета у Београду

др Горан Попарић, редовни професор
Физичког факултета у Београду