

НАСТАВНО–НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Пошто смо на I седници Наставно-научног већа (ННВ) Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 8. новембра 2023. године, одређени за чланове Комисије за припрему извештаја о докторском раду **“Вишесегментно Гримова пражњење као активна средина за ласере на парама метала”** из научне области **Фотоника и ласери**, коју је кандидат **Иван Крстић** предао Физичком факултету у Београду, подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1. Основни подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Иван Крстић је рођен 20. јуна 1984. године у Бору, Република Србија, где је завршио основну школу и природно-математички смер гимназије „Бора Станковић“. Физички факултет у Београду, смер Примењена физика и информатика је уписао 2003. године, а дипломирао је 2010. године са просечном оценом 9,11. Дипломски рад под називом “Инверзна насељеност и појачање на линији CuII 224.7 nm у извору вишеструког Гримоваг пражњења” урадио под менторством проф. др Милорада Кураице. Дипломски рад је проглашен за најбољи дипломски рад на Физичком факултету Универзитета у Београду у 2010. години и добио је награду “Проф. др Љубомир Ћирковић”. 2010. године уписује докторске студије на Физичком факултету у Београду. Након дипломирања је радио кратко као замена професора физике у “XV београдској гимназији”. Од јануара 2011. године Иван Крстић заснива радни однос на Физичком факултету Универзитета у Београду и бива ангажован на неколико домаћих и билатералних пројеката. У звање истраживач-сарадник изабран је 2012. Публиковао је 23 рада у међународним часописима. Такође је објавио и преко 30 радова у зборницима међународних конференција. Има једно усмено излагање на домаћој конференцији и једно на међународној конференцији. Коаутор је неколико позваних предавања на међународним конференцијама. Радови су му према бази Web of science укупно цитирани преко 270 пута.

Од јануара 2011. ангажован је на пројекту основних истраживања "Дијагностика и оптимизација извора плазме значајних за примене" (ев. бр. 171034) и пројекту технолошког развоја "Интегрисани системи за уклањање штетних састојака дима и развој технологија за реализацију термоелектрана и енергана без аерозагађења" (ев. бр. 33022). Учествовао је и на пројектима билатералне сарадње са Немачком, Кином и Белорусијом.

У периоду од 2011. до 2014. године је био ангажован у настави на Физичком факултету где је држао експерименталне вежбе из Физике за студенте Хемијског факултета.

Као члан Друштва физичара Србије од 2013. године узима учешће у организацији великог броја семинара за обуку наставника.

1.2 Научна активност

Научно-истраживачки рад кандидата Ивана Крстића се одвија у Лабораторији за физику и технологију плазме Физичког факултета Универзитета у Београду. У свом раду бавио се истраживањима различитих гасних пражњења на атмосферском и сниженом притиску и њиховим применама. У току досадашњег рада Иван Крстић је учествовао на пројектима Министарства науке основних истраживања "Дијагностика и оптимизација извора плазме значајних за примене" (ев. бр. 171034) и пројекту технолошког развоја "Интегрисани системи за уклањање штетних састојака дима и развој технологија за реализацију термоелектрана и енергана без аерозагађења" (ев. бр. 33022). Учествовао је и у пројектима билатералне сарадње са Немачком, Кином и Белорусијом. Тренутно је запослен на Физичком факултету као истраживач сарадник (ев. бр. програма 451-03-68/2022-14/200162).

Октобра 2018. године је реуписан на докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер: Фотоника и ласери (ментор: проф. др Милорад Кураица). Кандидат је до сада публиковао 23 рада у међународним часописима, преко 30 радова у зборницима међународних конференција и има једно усмено излагање на домаћој конференцији и једно на међународној конференцији. Коаутор је неколико позваних предавања на међународним конференцијама. Радови су му према бази Web of science на дан 06.11.2023. укупно цитирани 271 пута, односно 258 пута без аутоцитата и са h-индексом 8. Укупна цитираност према Scopus индексној бази је 296.

Област научно-истраживачког рада Ивана Крстића је фундаментална наука ласера, као и ласерска, емисиона и апсорпциона спектроскопија. Бави се и дизајнирањем и надоградњом разних типова гасних пражњења као и пражњења погодних за изградњу нових ласерских система и извора за њихово напајање.

2 Опис предатог рада

2.1 Основни подаци

Докторска дисертација кандидата Ивана Крстића, мастера физике, под називом „Вишесегментно Гримова пражњење као активна средина за ласере на парама метала” написана је под менторством редовног професора Физичког Факултета Универзитета у Београду, др Милорада Кураице. Проф. др Милорад Кураица у потпуности задовољава услове да руководи овом дисертацијом. Поред проф. Кураице који је руководилац истраживања, сарадници на тим истраживањима су били и проф. др Братислав Обрадовић, др Горан Сретеновић и др Весна Ковачевић са Физичког факултета.

Комплетна истраживања везана за предату дисертацију су обављена на Физичком факултету Универзитета у Београду у Лабораторији за физику и технологију плазме.

Тема докторске дисертације под називом „**Вишесегментно Гримова пражњење као активна средина за ласере на парама метала**”, прихваћена је на Колегијуму докторских студија Физичког факултета, док је на I седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржане дана 21.10.2020. године усвојен је Извештај Комисије за оцену испуњености услова и оправданост предложене теме за израду докторске дисертације и именован ментор за њену израду, проф. др Милорад Кураица.

Веће научних области природно-математичких наука Универзитета у Београду је на седници одржаној 02.11.2020. године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Ивана Крстића.

На I седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржане дана 08.11.2023. године, одређени су чланови Комисије за припрему реферата на основу прегледа и оцене докторске дисертације.

Докторска дисертација “Вишесегментно Гримова пражњење као активна средина за ласере на парама метала” је написана ћирилицом на српском језику. Састоји се од четири главе, Увода, Закључка, списка литературе, прилога и биографије аутора са библиографијом. Дисертација је написана на 71 страни, има 43 слике и графика, 1 табелу и 95 референци.

2.2 Предмет и циљ рада

Данас су веома атрактивни ласери са великим појачењем, што је и разумљиво јер могу имати велике снаге и ефикасност у смислу потрошње. То су махом ласери у инфрацрвеној области. Исто тако су занимљиви и они који емитују зрачење у ултраљубичастом (УВ) делу спектра, због велике енергије коју њихов фотон носи. Примена УВ ласера у индустрији је разноврсна. Користе се у информационим технологијама за веће густине снимања на оптичким медијима, за прецизну обраду узорка, али исто тако и за управљање фотохемијским реакцијама. УВ ласери имају велику примену и у истраживањима где се користе у атомској, молекуларној и Раман спектроскопији. Технологија УВ ласера има потенцијала да покрене нове апликације у нано-технологији, биологији, хемији, медицини, физици плазме, те се стога ова тема сматра веома атрактивном.

Група окупљена под руководством проф. др Милорада Кураице на Физичком факултету се дуги низ година успешно бави спектроскопским истраживањима широког спектра електричних гасних пражњења и њиховом применом. Једно од пражњења које се изучава је Гримова пражњење. Изучавају се разне модификације тог пражњења, а једно од њих је коришћено и у овом истраживању.

Циљ доктората је било испитивање могућности добијања стимулисане емисије ласерског зрачења у тињавом пражњењу Гримова типа са аргоном као радним гасом на спектралној линији јона бакра CuII ($4s\ 3D3 - 4p\ 3P2$), таласне дужине 224.7002 nm. Прво, такав уређај би био ефикаснији у односу на шупљу катоду, због већег коефицијента спатеровања. Друго, лако променом материјала електрода могуће је променити таласну дужину стимулисане емисије или чак комбиновати и добити вишелинијски ласер у УВ делу спектра.

У циљу израде доктората у Лабораторији за физику и технологију плазме направљена су два пражњења Гримова типа. Једно модификовано Гримова пражњење које се годинама користи у лабораторији за латерално испитивање гасног пражњења на ниском притиску са проширеним слитом за посматрање са стране. Друго пражњење се састоји од вишесегментног Гримова пражњења. Оно се састоји од анодног блока који садржи осам катода. Такође је за потребе експеримента конструисано и напајање једносмерне струје велике снаге као и програмабилно импулсно напајање са контролом фреквенције, ширине сигнала као и јачином струје односно амплитуде напона.

У циљу разумевања и контроле ласера неопходно је потпуно разумевање свих делова ласерског система као и физичких и/или хемијских параметара активне средине. Пошто је у овом случају активна средина сачињена од плазме неопходно је њено детаљно познавање. Вишедеценијско искуство које постоји у лабораторији на Гримовом пражњењу као и опрема која се користи олакшава даљем изучавању процеса у поменутом пражњењу под различитим условима коришћењем непертурбационе дијагностичке методе, просторно и временски разложене емисионе спектроскопије. Основни уређаји који су коришћени за спектроскопију пражњења су два спектрометра типа Черни-Тарнер ($f=1\text{m}$) и две ICCD камере.

Основни резултат докторске дисертације је био да се по први пут Гримова пражњење користи као извор за активну средину ласера на парама бакра. За ово је неопходно систематско истраживање једног Гримова пражњења при различитим експерименталним условима, као што су различите јачине струја и притисци гаса у комори. Из литературе је познато да се додатком малог процента водоника у радни гас за импулсне ласере на парама бакра повећава излазна снага за око 50-70%. Једна од предности коришћења Гримова пражњења у односу на класичне конструкције ласера на парама бакра је да није потребно додатно загревање како би се атомизирао бакар, јер тињаво пражњење Гримова типа има велики коефицијент спатеровања материјала катоде на собним температурама. Друга велика предност у односу на шупљу катоду је да се иста количина спатерованог материјала може добити за много мање јачине струја, и до пет пута мање, што би олакшало примену и контролу излазне снаге ласера.

Систематским мерењима и проучавањем Гримова пражњења је установљено да се оно може користити као активна средина ласера који функционишу на бази других типова електричних гасних пражњења. Сва ова поређена су обављена за Гримова пражњење које ради и у једносмерном и у импулсном режиму рада. Од посебног интереса је рад у

импулсном режиму, зато што је познато да се неке ласерске линије које не могу да се ексцитују у континуалном режиму, могу појавити у импулсном режиму са периодом репетиције од 5 до 50 kHz.

Захваљујући експерименталној поставци и ICCD камери која даје дводимензионалну слику и која је спрегнута са спектрометром, као и програмибилним, брзим и стабилним струјним сигналом, аутоматизован је процес снимања просторно-временске расподеле интензитета различитих емисија. Снимљено је понашање преко 40 линија неутрала и јона бакра и аргона на различитим струјама и при различитим ширинама импулсног сигнала. Из добијених података је могуће одредити понашање електричног поља преко Штаркове поларизационе спектроскопије водоникове линије у простору и времену. Установљено је да електрично поље достиже вредности и до 31kV/cm што су једне од највиших вредности уочених у овом типу пражњења. Достижање овако високе вредности електричног поља у Гримовом пражњењу има посебан значај, јер то до сада није уочено. Поред расподеле електричног поља, урађена су и друга спектроскопска истраживања овог пражњења. Кроз посматрање расподеле интензитета различитих спектралних линија дискутовани су ексцитациони и јонизациони механизми у самом пражњењу. Применом методе Болцмановог дијаграма одређена је расподела температуре дуж осе пражњења у току времена.

Како би се мењала дужина активне средине, односно плазме из које се детектује спектрално зрачење, било је неопходно конструисати и реализовати вишесегментно Гримово пражњење. Систем садржи осам Гримових пражњења, при чему сва имају заједнички оптички пут. Цела конструкција је дизајнирана тако да може лако и једноставно да се постави у резонатор сачињен од посебно направљених огледала. Праћено је понашање спектралне линије јона бака CuII 224.7 nm за различите вредности струје и дужине плазме у зависности од броја укључених пражњења. Добијени резултати су потврдили очекивања да ће за веће вредности струје интензитет линије нелинеарно расти са порастом дужине плазме. Овде треба напоменути да је за ово мерење извршена посебна поставка експеримента да би се избегао геометријски фактор приликом фокусирања пражњења на слит спектрометра.

На крају, важно је поменути да наведени резултати и радови из којих је проистекао овај докторат нису били коришћени за израду било које друге дисертације.

2.3 Публикације

Резултати докторске дисертације су објављени у три рада који нису за исту сврху коришћени у другим дисертацијама:

1. Krstić, Ivan B., Obradović, Bratislav M. and Kuraica, Milorad M., Spatio-temporal dynamics of a microsecond pulsed Grimm-type glow discharge, *J. Anal. At. Spectrom.* (2023), <https://doi.org/10.1039/D3JA00280B>

2. Obradovic Bratislav M., Cvetanovic Nikola N., Krstic Ivan B., Kuraica Milorad M., Study of fast atoms in molecular gas plasma via emission spectroscopy, *Advances in space research* 71 (2023) 2, 1352-1361
3. Krstic Ivan B., Obradovic Bratislav M., Kuraica Milorad M., Investigation of optical amplification of Cu II 224.7nm spectral line in multiple segmented Grimm discharge, *Journal of Instrumentation* 15 (2019) 1

2.4 Преглед научних резултата изложених у тези

Ова докторска дисертација има за тему истраживање употребе електричног гасног пражњења на ниском притиску, у вишесегментном Гримовом пражњењу, као активне средине у реализацији ласерске емисије на таласној дужини линије јона бакра на 224.70 nm.

Гримова лампа је веома дуго позната и првобитно је била осмишљена за спектрохемијску анализу чврсте материје у тињавом пражњењу. Једно од карактеристика овог пражњења је да при одређеним условима има јако изражено еродирање материјала катоде.

Основни задатак овог докторског рада је био да се испитају могућност употребе овог пражњења као потенцијални извор довољног броја честица материјала катоде за постизање оптималне активне средине и покушај добијања инверзне насељености на одређеним спектралним линијама. Главни допринос ове докторске дисертације је управо проналажење услова за добијање инверзне насељености као и просторна и временска анализа развоја микросекундног импулсног електричног пражњења Гримовог типа.

Сам рад је подељен на увод, четири главе и закључак.

У првом поглављу је представљен увод у дисертацију, где су уведени основни појмови физике електричних гасних пражњења, као и основни појмови физике ласера, који су потребни за тумачење и разумевање резултата мерења. Описани су и механизми популације горњих енергијских нивоа одређених спектралних линија, а једно од њих је Cu II 224.70 nm. Посебна пажња је посвећена конструкцији коришћеног електричног гасног пражњења коришћеног у овом докторском раду, као и његовој вишесегментној варијанти.

Друго поглавље описује поставке електричних и спектроскопских мерења. Описани су коришћени извори за напајање електричних пражњења. Представљени су и струјни и напонски сигнали импулсног напајања које је реализовано у лабораторији.

У трећем поглављу су представљена и објашњена мерења спроведена у вишесегментном Гримовом пражњењу, где је мерен интензитет линије јона бакра, Cu II 224.70 nm, у зависности од броја укључених сегмената у једносмерном режиму рада.

Четврто поглавље приказује резултате добијене у импулсном Гримовом пражњењу. Представљена је анализа утицаја ширине импулса и фреквенције на интензитет линије Cu II 224.70 nm како би се нашли најоптималнији услови рада. У овом поглављу је извршена

и анализа просторног и временског развоја различитих линија материјала катоде и носећег гаса од интереса за овај рад у импулсном пражњењу.

3 Списак публикација кандидата

Списак радова објављених у научним часописима међународног значаја

1. Mirkovic, Marija; Milanovic, Zorana; Peric, Marko; Vranjes-Duric, Sanja; Ognjanovic, Milos; Antic, Bratislav; Kuraica, Milorad; Krstic, Ivan; Kubovcikova, Martina; Antal, Iryna; Sobotova, Radka; Zavisova, Vlasta; Jurikova, Alena; Fabian, Martin; Koneracka, Martina, Design and preparation of proline, tryptophan and poly-L-lysine functionalized magnetic nanoparticles and their radiolabeling with ^{131}I and ^{177}Lu for potential theranostic use, *International journal of pharmaceutics* 628 (2022), 122288
2. Radulovic Branka N., Krstic Ivan B., Plasma Speaker as An Example for Work with Gifted Students, *Romanian reports in physics*, 73 (2021) 4
3. Trklja Nora., Iskrenovic Predrag S., Miskovic Zarko Z., Krstic Ivan B., Obradovic Bratislav M., Mitrovic Radivoje M., Kuraica Milorad M., Puric Jagos M., Study of the energy distribution within plasma flow generated by magnetoplasma accelerator, *Journal of instrumentation*, 14 (2019) 9
4. Lacic Mladen, Andjelkovic Ljubica D., Suljagic Marija R., Vulic Predrag J., Peric Marko R., Iskrenovic Predrag S., Krstic Ivan B., Kuraica Milorad M., Nikolic Aleksandar S., Optical evidence of magnetic field-induced ferrofluid aggregation: Comparison of cobalt ferrite, magnetite, and magnesium ferrite, *Optical materials* 91 (2019) 279-285
5. Iskrenovic Predrag S., Sretenovic Goran B., Krstic Ivan B., Obradovic Bratislav M., Kuraica Milorad M., Thermostat with Peltier element and microcontroller as a driver, *Measurement*, 137 (2019) 470-476
6. Sobota Ana, Guaitella Olivier, Sretenovic Goran B., Kovacevic Vesna V., Slikboer Elmar, Krstic Ivan B., Obradovic Bratislav M., Kuraica Milorad M., Plasma-surface interaction: dielectric and metallic targets and their influence on the electric field profile in a kHz AC-driven He plasma jet, *Plasma sources science & technology* 28 (2019) 4
7. Sretenovic Goran B., Iskrenovic Predrag S., Krstic Ivan B., Kovacevic Vesna V., Obradovic Bratislav M., Kuraica Milorad M., Quantitative analysis of plasma action on gas flow in a He plasma jet, *Plasma sources science & technology* 27 (2018) 7
8. Kuraica Milorad M., Iskrenovic Predrag S., Peric Marko R., Krstic Ivan B., Nikolic Aleksandar S., External magnetic field influence on magnetite and cobalt-ferrite nanoparticles in ferrofluid, *Chemical Papers* 72 (2018) 6, 1535-1542
9. Sretenović, G.B., Guaitella, O., Sobota, A., Krstić, I.B., Kovačević, V.V., Obradović, B.M., Kuraica, M.M., Electric field measurement in the dielectric tube of helium atmospheric pressure plasma jet, *J. of App. Phy.* 12 (2017) 121, 123304

10. Obradović, B.M., Cvetanović, N., Ivković, S.S., Sretenović, G.B., Kovačević, V.V., Krstić, I.B., Kuraica M.M., Methods for spectroscopic measurement of electric field in atmospheric pressure helium discharges, *EPJ App. Phys.* 3 (2017) 77, 30802
11. Sobota, A., Guaitella, O., Sretenović, G.B., Krstić, I.B., Kovačević, V.V., Obrusník, A., Nguyen, Y.N., Zajíčková, L., Obradović, B.M., Kuraica, M.M., Electric field measurements in a kHz-driven He jet - The influence of the gas flow speed, 6 (2016) 25, 065026
12. Obradović, B.M., Ivković, M., Ivković, S.S., Cvetanović, N., Sretenović, G.B., Kovačević, V.V., Krstić, I.B., Kuraica, M.M., "Inhomogeneity in laboratory plasma discharges and Stark shift measurement", *Astrophysics and Space Science* 1 (2016) 361,42, pp. 1-6
13. Predrag S. Iskrenović, Ivan B. Krstić, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, Correlation between measured voltage and observed wavelength in commercial AlGaInP laser diode, *J. of. Appl. Phys.* 115 issue 18 (2014) 183102
14. Goran B. Sretenović, Ivan B. Krstić, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, The isolated head model of the plasma bullet/streamer propagation: electric field-velocity relation, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 47 (2014) 355201
15. Goran B. Sretenović, Ivan B. Krstić, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, Spatio-temporally resolved electric field measurements in helium plasma jet, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 47 (2014) 102001 doi:10.1088/0022-3727/47/10/102001
16. Goran B. Sretenović, Ivan B. Krstić, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, Spectroscopic study of low-frequency helium DBD plasma jet, *IEEE Trans. Plasma Sci.*, 40 (2012) 2870-2878, doi: 10.1109/TPS.2012.2219077
17. Goran B. Sretenović, Ivan B. Krstić, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, Spectroscopic measurement of electric field in atmospheric-pressure plasma jet operating in bullet mode, *Appl. Phys. Lett.* 99 (2011) 161502, doi: 10.1063/1.3653474

Радови у зборницима међународних конференција

1. „Study of the energy distribution within plasma flow generated by magnetoplasma accelerator." N. Trklja, P. S. Iskrenović, Ž. Z. Mišković, I. B. Krstić, B. M. Obradović, R. M. Mitrović, M. M. Kuraica, and J. Purić. ECPD Conference, Lisbon 2019, JINST 14 C09041
2. "Modification of aluminium-titanium and nickel-titanium thin layers by plasma flow action." Trklja, N., B. Salatic, I. Krstic, B. Obradovic, and M. Kuraica. Proc. of 45th EPS Conference on Plasma Physics 2 - 6 July 2018. Prague, Czech Republic
3. „Modification of nickel-titanium thin layers by plasma flow action. " N. Trklja, I. Krstić, B. M. Obradović, M. M. Kuraica, and J. Purić . In 29 Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases: SPIG 2018 Contributed Papers & Abstracts

of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures, p. 122. Institut za nuklearne nauke VINČA, 2018.

4. Sretenović G B, Krstić I B, Kovačević V V, Obradović B M and Kuraica M M *Measurement of electric field development in He plasma jet* 11th Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics (FLTPD 11), May 24-28, 2015, Porquerolles Island, Hyères, Var, France
5. Sretenović G, Krstić I, Kovačević V, Obradović B, Kuraica, M *Experimental study of the electric field development in helium plasma jet* HAKONE XIV- 14th International Symposium on High Pressure, Low Temperature Plasma Chemistry, September 21-26, 2014, Zinnowitz, Germany
6. Sretenović G B, Krstić I B, Kovačević V V, Obradović B M and Kuraica M M *Experimental study of electric field development in plasma jet* 27th Summer School And International Symposium On The Physics Of Ionized Gases, August 26-29, 2014, Belgrade, Serbia
7. Kovačević V V, Dojčinović B P, Aonyas M M, Jović M, Sretenović G B, Krstić I B, Roglić G M, Obradović B M and Kuraica M M *Hydroxyl radical formation in liquid phase of gas-liquid dielectric barrier discharge reactor* 27th Summer School And International Symposium On The Physics Of Ionized Gases, August 26-29, 2014, Belgrade, Serbia
8. Krstić I B, Obradović B M and Kuraica M M *Temporal investigation of population of copper levels in Grimm glow discharge for potential UV laser usage* 27th Summer School And International Symposium On The Physics Of Ionized Gases, August 26-29, 2014, Belgrade, Serbia
9. Obradović B M, Ivković SS, Sretenović G B, Kovačević VV, Krstić I B, Cvetanović N and Kuraica M M, *On the electric field measurements in helium atmospheric pressure discharges*, XX Symposium on Physics of Switching Arc, September 2-6, 2013, Nove Mesto na Morave, Czech Republic
10. Goran B. Sretenović, Ivan B. Krstić, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović, Milorad M. Kuraica, *Spectroscopic study of helium dbd plasma jet*, HAKONE XIII- 13th International Symposium on High Pressure, Low Temperature Plasma Chemistry, September 9-14, 2012, Kazimierz Dolny, Poland.
11. Ivan B. Krstić, Goran B. Sretenović, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović, and Milorad M. Kuraica, *Electrical and spectral characteristics of dbd plasma jet*, 26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27-31, 2012, Zrenjanin, Serbia.
12. Goran B. Sretenović, Ivan B. Krstić, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović, and Milorad M. Kuraica, *Spectroscopic measurements of electric field in low frequency dbd plasma jet*, 26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27-31, 2012, Zrenjanin, Serbia.

13. I. B. Krstić, B. M. Obradović and M. M. Kuraica, ” Comparative study of optical amplification of Cu II 224.7 nm line in multiple Grimm discharge operating in DC and pulse mode”, VII International Conference- Plasma Physics and Plasma Technology (PPPT-7), September 17 – 21, 2012, Minsk, Belarus
14. Ivan B. Krstić, Goran B. Sretenović, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, *Spectroscopic measurement of electric field in atmospheric-pressure plasma jet operating in bullet mode*, The Fourth Central European Symposium on Plasma Chemistry, 12.-25.08.2011., Zlatibor, Serbia
15. I. Krstić, B. Obradović and M. Kuraica, Optical amplification of Cu II 224.7 nm line in multiple Grimm discharge, 8th International Symposium on Applied Plasma Science (ISAPS'11), 26.-30.09.2011., Hakone, Japan
16. Ivan B. Krstić, Goran B. Sretenović, Vesna V. Kovačević, Bratislav M. Obradović and Milorad M. Kuraica, Spectroscopic measurement of electric field in atmospheric-pressure plasma jet operating in bullet mode, The Fourth Central European Symposium on Plasma Chemistry, 12.-25.08.2011., Zlatibor, Serbia

ЗАКЉУЧАК

На основу изложеног може се закључити да је кандидат **Иван Крстић** у докторској дисертацији под називом „**Вишесегментно Гримова пражњење као активна средина за ласере на парама метала**” остварио оригиналне научне резултате и дао значајан допринос у области Фотонике и ласера. Резултати тезе су публиковани у међународним часописима и комисија на основу тога сматра да су задовољени сви услови за њену одбрану и са задовољством

ПРЕДЛАЖЕМО

Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да одобри њену јавну одбрану.

У Београду, 11.12.2023. године

Чланови комисије:

др Братислав Обрадовић, редовни професор
Универзитет у Београду - Физички факултет

др Горан Сретеновић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду - Физички факултет

др Миливоје Ивковић, научни саветник
Универзитет у Београду - Институт за физику

Višesegmentno Grimovo pražnjenje kao aktivna sr...

By: Ivan Krstić

As of: Jan 25, 2024 2:58:56 PM
25,317 words - 127 matches - 43 sources

Similarity Index

6%

Mode: Summary Report ▼

sources:

339 words / 2% - Internet

[Cvetanović, Nikola N.. "Generation and transport of fast hydrogen atoms in glow discharges", 'National Library of Serbia', 2012](#)

252 words / 1% - Crossref

[Ivan B Krstic, Bratislav M. Obradović, Milorad M Kuraica. "Spatio-temporal dynamics of a microsecond pulsed Grimm-type glow discharge", Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2023](#)

111 words / 1% - Internet from 05-Mar-2022 12:00AM

uvidok.rcub.bg.ac.rs

23 words / < 1% match - Internet

[Smiljanić, Ivan A.. "Method of luminosity measurement at the international linear collider", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2016](#)

16 words / < 1% match - Internet

[Čantrak, Đorđe S.. "Analysis of the vortex core and turbulence structure behind axial fans in a straight pipe using PIV, LDA and HWA methods", 'National Library of Serbia', 2012](#)

7 words / < 1% match - Internet

[Vuković, Najdan L.. "Machine learning of inteligent mobile robot based on arti ficial neural networks", Универзитет у Београду, Машински факултет, 2012](#)

64 words / < 1% match - Internet from 21-Feb-2023 12:00AM

emineter.files.wordpress.com

11 words / < 1% match - Internet

[Петронијевић, Иван М.. "Electrical properties of composites based on isotactic polypropylene \(iPP\) and atactic polystyrene \(aPS\) obtained in solutions of alkali and transition metal salts.", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2018](#)

10 words / < 1% match - Internet

[Kovačević, Vesna V.. "Diagnostics and applications of dielectric barrier discharge in contact with water.", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2018](#)

8 words / < 1% match - Internet from 18-Aug-2022 12:00AM
fedorabg.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet
[Lepić, Milan. "Analysis of biophysical and pathophysiological modifications in surgical treatment of chronic subdural hematomas", Универзитет у Београду, Медицински факултет, 2021](#)

8 words / < 1% match - Internet from 30-Dec-2019 12:00AM
fedorabg.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet from 20-Mar-2020 12:00AM
fedorabg.bg.ac.rs

51 words / < 1% match - Internet from 06-Jan-2016 12:00AM
bmw.ff.bg.ac.rs

32 words / < 1% match - from 25-Jan-2024 12:00AM
pubs.rsc.org

9 words / < 1% match - Internet from 23-Jul-2021 12:00AM
pubs.rsc.org

32 words / < 1% match - Internet
[Maksimović, Svetolik N.. "Extraction from curry plant \(*Helichrysum italicum*\) and impregnation of solid carries with the extract using supercritical carbon dioxide", Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, 2017](#)

18 words / < 1% match - Internet from 02-Dec-2021 12:00AM
www.przetargi.info

14 words / < 1% match - Internet from 10-Oct-2022 12:00AM
vestnik.tstu.ru

12 words / < 1% match - Crossref
[N.P. Ferreira, J.A. Strauss, H.G.C. Human. "Distribution of metastable argon atoms in the modified Grimm-type electrical discharge", *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 1982](#)

12 words / < 1% match - Internet
[Jiameng Lu, Xiaoqing Ji, Xinyi Liu, Yunxiu Jiang et al. "Machine learning-based radiomics strategy for prediction of acquired EGFR T790M mutation following treatment with EGFR-TKI in NSCLC", *Scientific Reports*](#)

11 words / < 1% match - from 11-Apr-2023 12:00AM

www.theseus.fi

10 words / < 1% match - Internet from 25-May-2020 12:00AM

docplayer.es

10 words / < 1% match - Internet from 09-May-2016 12:00AM

meeudangpenang.blogspot.com

10 words / < 1% match - Internet from 30-Nov-2020 12:00AM

www.eknfak.ni.ac.rs

9 words / < 1% match - Crossref

[B. M. Obradović, S. S. Ivković, M. M. Kuraica. "Spectroscopic measurement of electric field in dielectric barrier discharge in helium", *Applied Physics Letters*, 2008](#)

9 words / < 1% match - Crossref

[Chenglong Yang, W.W. Harrison. "Investigation of a novel hollow cathode configuration for Grimm-type glow discharge emission", *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 2001](#)

9 words / < 1% match - Internet from 30-Aug-2017 12:00AM

drustvosj.fil.bg.ac.rs

9 words / < 1% match - Internet from 02-Oct-2020 12:00AM

lup.lub.lu.se

8 words / < 1% match - Crossref

[Goran B Sretenović, Ivan B Krstić, Vesna V Kovačević, Bratislav M Obradović, Milorad M Kuraica. "The isolated head model of the plasma bullet/streamer propagation: electric field-velocity relation", *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2014](#)

8 words / < 1% match - Crossref

[Johansson, S.. "Astrophysical lasers and nonlinear optical effects in space", *New Astronomy Reviews*, 200706](#)

8 words / < 1% match - Crossref

[Principles of Lasers, 1998.](#)

8 words / < 1% match - Internet from 28-Oct-2017 12:00AM

docplayer.net

8 words / < 1% match - Internet

[Pešić, Dalibor R.. "Developing and improving the method for measuring the level of traffic safety at the territory", 'National Library of Serbia', 2012](#)

8 words / < 1% match - Internet from 25-Jul-2021 12:00AM

web.archive.org

8 words / < 1% match - Internet from 20-Nov-2017 12:00AM

www-h1.desy.de

8 words / < 1% match - Internet from 13-Oct-2022 12:00AM

www.etf.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet from 22-Jul-2016 12:00AM

www.scribd.com

7 words / < 1% match - Crossref

[Gaseous Dielectrics VIII, 1998.](#)

7 words / < 1% match - Internet

[Bogojeski, Jovana B.. "Ispitivanje kinetike i mehanizma reakcija kompleksa Pt\(ii\) i Pd\(ii\) sa biološki značajnim ligandima", 'National Library of Serbia', 2012](#)

7 words / < 1% match - Internet from 11-Dec-2020 12:00AM

iopscience.iop.org

6 words / < 1% match - Crossref

["Nanotechnology in Environmental Science", Wiley, 2018](#)

6 words / < 1% match - Internet

[Divac, Vera. "Kinetika i mehanizam fenilselenoeterifikacije \(Z\)- i \(E\)-heks-4-en-1-ola", 'National Library of Serbia', 2013](#)

paper text:

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ Иван

Б. Крстић ВИШЕСЕГМЕНТНО ГРИМОВО ПРАЖЊЕЊЕ КАО АКТИВНА СРЕДИНА ЗА ЛАСЕРЕ НА ПАРАМА

МЕТАЛА докторска дисертација Београд , 2023 UNIVERSITY OF BELGRADE FACULTY OF PHYSICS

Ivan