

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

На седници Научног већа Института за физику, одржаној 5. новембра 2019. године, изабрали смо комисију за реизбор др Марка Цвејића у звање научни сарадник. Пошто смо проучили приложени материјал и досадашње објављене научне радове кандидата подносимо Научном већу следећи извештај.

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографија

Др. Марко Цвејић рођен је у Пожаревцу 09.08.1982. године. Пожаревачку гимназију завршио је 2001. године. У августу 2007. године, дипломирао је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на смеру за Физичку електронику – одсек за Оптиелектронику и ласерску технику. Докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Наноелектроника и фотоника, уписао је 2008. године. Докторску дисертацију под називом „*Просторна и временски разложена спектроскопска дијагностика ласерски индуковане плазме на чврстој мети у ваздуху на атмосферском притиску*“ одбранио је 26.09.2014. године.

Током основних студија учествовао је на пројекту израде Теслиног трансформатора и изложби о Николи Тесли поводом 150 година рођења у Галерији САНУ (2006). Од децембра 2007. до августа 2008. одслужио је цивилни војни рок. Од новембра 2008. до јуна 2009. године био је ангажован на Физичком факултету Универзитета у Београду на истраживању експеримента тињавог пражњења са микро шупљином, у лабораторији академика Николе Кољевића. Од 01.06.2009. године запослен је у Институту за физику у Лабораторији за спектроскопију плазме и физику ласера где је ангажован на експериментима тињавог пражњења на атмосферском притиску и експерименту спектроскопије ласерски индуковане плазме. Од јула 2009. до децембра 2010. године био је ангажован на пројекту „Нискотемпературне плазме и гасна пражњења: Радијативна својства и интеракција са површинама“, које је финансирало Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Од 2011. ангажован је на пројектима: (1) из области основних истраживања под насловом „*Спектроскопска дијагностика нискотемпературне плазме и гасних пражњења: облици спектралних линија и интеракција са површинама*“; (2) из области технолошког развоја „*Електродинамика атмосфере у урбаним срединама Србије*“. Оба пројекта финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Од 19.10.2014. године налази се на усавршавању на пост-докторским студијама на престижном Weizmann Institute of Science у Израелу, у плазма лабораторији код проф. Ицхака Марона, где ради на истраживњу концепта 3-пинч плазме у аксијалном магнетном пољу. Овај концепт је један од најперспективнијих путева ка остварењу нуклеарне фузије и веома интензивно се проучава у Сандиа националним лабораторијама (Sandia National Laboratories), Албуркерки, САД, где се и налази највећи 3-пинч плазма експеримент на свету.

Др. Цвејић је своје знање проширио учествовањем на неколико билатералних пројеката и посетама иностраним лабораторијама. У мају 2010. и октобару 2011, био је у научној посети лабораторији ЛПЗ (Laboratoire Lasers, Plasmas et Procédés Photoniques, LP3 UMR 6182 CNRS - Université Aix-Marseille II Campus de Luminy, Marseille), учествовавши на пројекту „Measurements of Stark broadening parameters in laser-produced plasmas“ финансираном од стране LaserLab-Europe (<http://www.laserlab-europe.net/>). У периоду јун-јул 2014. године посетио је Одсек за фотонику,

Института за физику при Јагелонском универзитету у Кракову у Пољској, где је истраживао особине ласерски индуковане плазме помоћу технике Томсоновог расејања.

Др. Цвејић је у браку са др. Аном Лопатином од марта 2017. године. Супруга је научни радник у области микробиологије и генетике, ангажована на пост-докторским студијама на Weizmann Institute of Science. У августу 2018. године родио им се син Милан.

2. Преглед научне активности др Марка Цвејића

Научна активност др. Цвејића је усмерена на проучавање физике плазме и гасних пражњења методама спектроскопије плазме и Томсоновог расејања. У досадашњем раду, проучавао је:

- MHGD (Micro Hollow Gas Discharge) Тињаво пражњење у мирко шупљини,
- APGD (Atmospheric Preassure Glow Discharge) Тињаво пражњење на атмосферском притиску,
- LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) Спектроскопија ласерски индуковане плазме које је била тема његове докторске дисертације,
- Експеримент З-пинч плазме у аксијалном магнетном пољу (Z-pinch plasma experiment with pre-embedded axial magnetic field).

У раду [A1] испитивана је дистрибиција магнетног поља у имплозији плазме која се налази у магнетном пољу, у оквиру експеримента З-пинча. Временски и просторно разложена спектроскопска мерења, која користе поларизациона својства Земановог ефекта, примењена су по први пут у овом експерименту. Мерења су показала да је азимутално магнетно поље у плазми која имплодира, чак и у присуству веома слабог аксијалног магнетног поља, значајно мањег интензитета од очекиваног, које се добија из односа јачине струје и полупречника плазме која имплодира користећи Амперов закон. Већи део струје тече кроз споро имплодирајућу плазму, мале густине, која окружује главну плазму која имплодира. Неочекивани резултати из претходних експеримента из литературе, урађених на снажним инсталацијама, као на пример З-машина у Сандиа националним лабораторијама у САД, укључујући необјашњење спиралне плазма структуре у експерименту инерцијалне нуклеарне фузије, могу бити објашњени открићима у овом раду [A1]. Развој конфигурације force-free current је предложен као објашњење овог феномена.

У раду [B1] је проучавана изотермичка равнотежа у ласерски индукованој плазми на алуминијумској мети у атмосфери аргона на притиску од 200 mbar, коришћењем методе која комбинује стандардно ласерско Томсоново расејање и анализу спектралне линије водоника $H\alpha$, над којом је Штарково ширење доминантно. Плазма је креирана коришћењем Nd:YAG ласерског импулса дужине трајања 4,5 ns, енергије 4 mJ, на таласној дужини од 1064 nm. Густина електрона и електронска температура одређени су из дела спектра Томсоновог расејања који

доминантно зависи од утицаја динамике електрона. Температура неутрала и јона (тежих честица у плазми) је добијена анализом спектралног облика $H\alpha$ линије коришћењем теоријских профила добијених компјутерском симулацијом која укључује ефекат динамике јона на спектрални профил. У раду [Б1] је пронађено да постоји јака неравнотежа између температуре електрона и температуре тежих честица у плазми, током целе еволуције ласерски индуковане плазме, што показује њене не-изотермалне особине. У исто време, према McWhirter-овом критеријуму, густина електрона је довољно висока за успостављање локалне термодинамичке равнотеже.

У раду [Б2] презентована је студија просторне и временске еволуције ласерски индуковане плазме на алуминијумској мети која се налази у води. Ласерска аблација узрокована је коришћењем ласерског импулса трајања 20 ns, на таласној дужини од 1064 nm. Карактеристике плазме измерене су коришћењем брзе фотографије, Шлирен техником и методом фотографије сенке, као и оптичком емисионом спектроскопијом. Резултати експеримента показују постојање две различите фазе у плазми, прва фаза која има трајање од око 500 ns након ласерског импулса, за којом настаје раст нове, секундарне плазме која настаје из центра ласерског кратера. Секундарна плазма развија се релативно споро унутар растућег мехура паре, а њена оптичка емисија траје неколико десетина микросекунди. У току каснијих фаза развоја мехура детектоване су вруће светлеће честице, заробљене мехуром. Први колапс мехура настаје након 475 микросекунди од ласерског импулса. Разлике у особинама плазме током ове две фазе еволуције су дискутоване, са акцентом на детекцију оптичког сигнала, јер је детекција од примарне важности за ЛИБС технику. У раду је демонстрирано да се квалитет ЛИБС сигнала након једног ласерског импулса под водом, може значајно побољшати детектовањем само оптичке емисије секундарне фазе плазме, коришћењем релативно дугог временског сигнала за аквизицију оптичке емисије (гејт сигнал, трајања од 10-100 микросекунди). Резултати овог рада су веома битни за ЛИБС мерења у течним срединама, јер доказују да се добар аналитички сигнал може добити коришћењем наносекундног ласерског импулса добијеног из комерцијално доступног ласера и коришћењем приступачних детектора за које није потребно брзо гејтовање.

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА

1. Показатељи успеха у научном раду

Др Марко Цвејић је од 24.10.2014. на стручном усавршавању на пост-докторским студијама на престижном Вајцман институту у Израелу, који је се налази међу 25 најбољих научних институција на свету (<https://wis->

wander.weizmann.ac.il/weizmann-institute-science-ranked-top-25) према категоризацији U-Multirank (<https://www.umultirank.org/>). Марко ради у Плазма лабораторији, Вајцман института, коју води проф. Ицхак Марон.

Од октобра 2017. награђен је статусом “senior postdoctoral fellow” за своје заслуге током редовног пост-докторског периода.

У децембру 2018 имао је предавање по позиву на APS-DPP (American Physical Society – Department for Plasma Physics) скупу.

Од октобра 2019. награђен је статусом гостујућег научника.

2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова

Плазма лабораторија Вајцманн института у Израелу тесно сарађује са водећим универзитетима и националним лабораторијама у САД, као нпр. Cornell University, University of California at San Diego, Princeton Plasma Physics Laboratory, Lawrence Livermore National Laboratory, Los Alamos National Laboratory, Sandia National Laboratories, National Ignition Facility. Током боравка на постдокторским студијама имао је прилике да блиско сарађује са исраживачима из горе поменутих лабораторија.

Др Марко Цвејић био члан комисије за одбрану докторске тезе др Маријане Гавриловић-Божић.

3. Квалитет научних резултата

Кандидат је у свом научном раду, од избора у претходно звање, објавио 3 рада у међународним часописима са ИСИ листе у категорији M20.

У категорији M21a кандидат је објавио 1 рад у Physical Review Letters (PRL) часопису (ИФ:9.227);

У категорији M21 кандидат је објавио 2 рада:

1 рад у Applied Physics Letters (ИФ:3.521)

1 рад у Physical Chemistry Chemical Physics (3.567).

Укупан импакт фактор радова кандидата у горњим часописима је **16,315**.

Према **Scopus**-у, научни радови др Марка Цвејића остварени у претходном периоду (2015-2019) су цитирани укупно 23 пута у међународним часописима од тога 21 пута без самоцитата.

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА

Др Марка Цвејића за реизбор у звање научни сарадник

Остварени резултати у периоду 2015-2019, периоду пре реизбора, након избора у претходно звање

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
M21a	10	1	10
M21	8	2	16
M32	1,5	1	1,5
M33	1	1	1
M34	0,5	13	6,5

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено
Укупно	16/2	34
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10/2	34
M11+M12+M21+M22+M23	6/2	26

Списак радова др Марка Цвејића у периоду 2015-2019

A. РАД У МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ ИЗВАНДРЕДНЕ ВРЕДНОСТИ (M21A)

[A1] D. Mikitchuk, **M. Cvejić**, R. Doron, E. Kroupp, C. Stollberg, Y. Maron, A.L. Velikovich, N.D. Ouart, J.L. Giuliani, T.A. Mehlhorn, E.P. Yu, and A. Fruchtman;

Effects of a preembedded axial magnetic field on the current distribution in a Z-pinch implosion

(2019) Phys. Rev. Lett. 122, 045001

DOI: 10.1103/PhysRevLett.122.045001 (**дељено ауторство са D. Mikitchuk као првим аутором**)

B. РАДОВИ У ВРХУНСКИМ МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА (M21)

[B1] **M. Cvejić**, Krzysztof Dzierzega, T. Pięta; *Investigation of the thermodynamic equilibrium in laser-induced aluminum plasma using the Ha line profiles and Thomson scattering spectra*

(2015) Applied Physics Letters, 107, 024102-1

DOI: 10.1063/1.4926990

[B2] M.R. Gavrilović, **M. Cvejić**, V. Lazic and S. Jovićević; *Secondary plasma formation after single pulse laser ablation underwater and its advantages for laser induced breakdown spectroscopy (LIBS)* (2016) Physical Chemistry Chemical Physics, 18, 14629- -14637

DOI: 10.1039/C6CP01515H

V. ПРЕДАВАЊЕ ПО ПОЗИВУ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ИЗВОДУ(М32)

[B1] **M. Cvejić**, *Current re-distribution in an experiment of magnetic flux compression by an imploding plasma*, **invited talk** at the APS-DPP-2018 (American Physical Societe - Division of Plasma Physics), <http://meetings.aps.org/Meeting/DPP18/Session/CI2.3>

Г. РАДОВИ САОПШТЕНИ НА СКУПУ МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ (М33)

[Г1] **M. Cvejić**, D. Mikitchuk, R. Doron, E. Kroupp, C. Stollberg, Y. Maron, *Current distribution in an experiment of z-pinch with pre-embedded axial magnetic field*, the 29th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG 2018), August 28, September 1, 2018, Belgrade, Serbia, p.146-149

Д. РАДОВИ САОПШТЕНИ НА СКУПУ МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ (М34)

[Д1] **M. Cvejić**, E. Stambulchik, M.R.Gavrilović, S. Jovićević, N. Konjević, *Neutral Lithium Spectral Line 460.28 nm with Forbidden Component for Low Temperature Plasma Diagnostics of Laser-Induced Plasma*, IPSTA-2015, Ariel University

[Д2] **M. Cvejić**, T. Pięta, M.R. Gavrilović, S. Jovicević and K. Dzierżęga, *Investigations of Ha line profile in laser - induced plasma using Thomson scattering and optical emission methods*, 3rd Spectral Line Shapes in Plasmas Workshops (SLSP), Marseille 2015

[Д3] M.R. Gavrilović, **M. Cvejić**, V. Lazić, S. Jovićević, *Diagnostics of underwater laser-induced breakdown on alumina target*, 8th Euro-mediterranean Symposium on Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (EMSLIBS), Linz 2015.

[Д4] D. Mikitchuk, R. Doron, **M. Cvejić**, E. Kroupp, Y. Maron, *Method for spatially resolved magnetic field measurements in plasmas using laser produced dopant*, 8th Euro-mediterranean Symposium on Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (EMSLIBS), Linz 2015

[D5] **M. Cvejić**, T. Pięta, K. Dzierżęga, *Diagnostics of laser-induced aluminum plasma using $H\alpha$ line profiles and Thomson scattering spectra: Investigation of isothermal equilibrium*, 8th Euro-mediterranean Symposium on Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (EMSLIBS), Linz 2015.

[D6] **Marko Cvejić**, Dmitry Mikitchuk, Eyal Kroupp, Ramy Doron and Yitzhak Maron, *Determination of the azimuthal magnetic field evolution in imploding magnetized plasma*, 19th Israeli Conference on Plasma Science, Jerusalem, 2017

[D7] A. L. Velikovich, N. D. Quart, J. L. Giuliani, R. B. Baksht, A. G. Rousskikh, V. I. Oreshkin, D. Mikitchuk, **M. Cvejić**, R. Doron, E. Kroupp, and Y. Maron, "Force-Free Current Flow in Z Pinches Imploded in an Axial Magnetic Field*," 2017 IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS), Atlantic City, NJ, 2017, pp. 1-1. doi: 10.1109/PLASMA.2017.8496380

[D8] Dmitry Mikitchuk, **Marko Cvejić**, Eyal Kroupp, Ramy Doron, Yitzhak Maron, Alexander L. Velikovich, John L. Giuliani, *Magnetic-field evolution in Z-pinch implosion with preembedded axial magnetic field*, Pulsed Power Conference (PPC), Brighton, 2017

[D9] **Marko Cvejić**, Dmitry Mikitchuk, Ramy Doron, Eyal Kroup, and Yitzhak Maron, *Spectroscopic measurements of z-pinch implosion with pre-embedded axial magnetic field*, 20th Israeli Conference on Plasma Science, Tel Aviv, 2018

[D10] D. Mikitchuk, **M. Cvejić**, R. Doron, E. Kroupp, C. Stollberg, Y. Maron, A.L. Velikovich, N.D. Quart, J.L. Giuliani, T.A. Mehlhorn, E.P. Yu, and A. Fruchtman, *Effects of axial magnetic field on the current distribution in Z-pinch implosion with pre-embedded axial magnetic field*, The 45th IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS 2018), Denver, 2018

[D11] **M. Cvejić**, D. Mikitchuk, R. Doron, E. Kroupp, C. Stollberg, Y. Maron, A.L. Velikovich, N.D. Quart, J.L. Giuliani, T.A. Mehlhorn, E.P. Yu, and A. Fruchtman, *Current outflow to low-density plasma region of z-pinch with pre-embedded axial magnetic field*, The 45th European Physical Society Conference on Plasma Physics (EPS2018), Prague, 2018

[D12] Christine Stollberg, Eyal Kroupp, Dmitry Mikitchuk, **Marko Cvejić**, Ramy Doron, Evgeny Stambulchik, Y. Maron, Amnon Fruchtman, Uri Shumlak, John Giuliani, *Direct observation of the current evolution in a small-scale self-compressing plasma column*, IEEE PULSED POWER AND PLASMA SCIENCE CONFERENCE 2019 23-28 June 2019 Orlando, Florida

[D13] **Marko Cvejić**, Dmitry Mikitchuk, Eyal Kroupp, Ramy Doron, Yitzhak Maron, Uri Shumlak, *Ion velocities measurements in Z-pinch with pre-embedded axial magnetic field*, IVS-IPSTA 2019 - 37th Annual Conference and Workshop/Haifa Sept 3rd 2019/

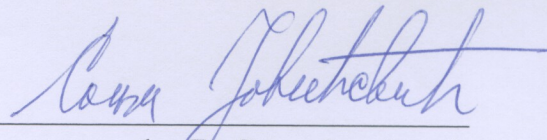
ЗАКЉУЧАК

Анализом научне активности и показатеља рада, као што су број радова, цитираност, квалитет часописа, међународна сарадња, закључили смо да кандидат, **др Марко Цвејић**, задовољава све квантитативне и квалитативне услове за реизбор у звање научни сарадник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

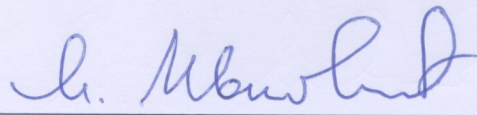
На основу наведеног, Научном већу Института за физику у Београду предлажемо да усвоји овај извештај и подржи предлог за реизбор др Марка Цвејића у звање научни сарадник.

У Београду, _____

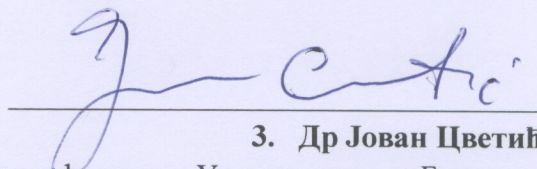
Чланови комисије:



1. Др Соња Јовићевић
Научни саветник, Институт за физику у Београду



2. Др Миливоје Ивковић
Научни саветник, Институт за физику у Београду



3. Др Јован Цветић
Редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитета у Београду