

На седници Научног већа Института за физику одржаној 28.10.2014. године одређени смо у комисију за избор **др Марка Цвејића** у звање **научни сарадник**. Научном већу Института за физику подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци

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 на Електротехничком факултету. Од новембра 2008. до јуна 2009. године био је запослен на Физичком факултету Универзитета у Београду на експерименту 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 141032 „*Нискотемпературне плазме и гасна пражњења: Радијативна својства и интеракција са површинама*“, које је финансирало Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Тренутно је ангажован на пројектима: (1) из области основних истраживања ОИ171014 под насловом „*Спектроскопска дијагностика нискотемпературне плазме и гасних пражњења: облици спектралних линија и интеракција са површинама*“; (2) из области технолошког развоја ТР 37019 „*Електродинамика атмосфере у урбаним срединама Србије*“. Оба пројекта финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Од 1.11.2014. године налази се на пост докторским студијама на *Weizmann Institute of Science* у Израелу.

Марко Цвејић је своје знање проширио учешћем на билатералним пројектима и посетама иностраним лабораторијама: - мај 2010 и октобар 2011, посета лабораторији ЛПЗ (Laboratoire Lasers, Plasmas et Procédés Photoniques, LP3 UMR 6182 CNRS - Université Aix-Marseille II Campus de Luminy, Marseille), учешће на пројекту „*Measurements of Stark broadening parameters in laser-produced plasmas*“ финансираном од стране LaserLab-Europe, бр. пројекта CNRS-LP3 001575 и CNRS-LP3 001720 - билатерални пројекат сарадње са Француском „Павле Савић“ број 680-00-132/2012-09/03, под називом „*Measurements of Stark broadening parameters in laser produced plasma*“-. „*Истраживање параметара Штарковог ширења спектралних линија неопходних за анализу материјала помоћу спектроскопије ласерски индукованог пробоја*“ Од 8. јуна до 8. јула 2014. године био је на студијском боравку у Институту за физику Департамента за фотонику Jagiellonian Универзитета у Кракову Пољска.

2. Преглед постигнутих научних резултата

Научно истраживачки рад др Марка Цвејића је у области спектроскопије плазме. Научна активност Марка Цвејића је усмерена на проучавање физике плазме и гасних пражњења методама спектроскопије плазме. У досадашњем раду Марко Цвејић је проучавао

- **MHGD** (Micro Hollow Gas Discharge) Тињаво пражњење у микросупљини
- **APGD** (Atmospheric Pressure Glow Discharge) Тињаво пражњење на атмосферском притиску
- **LIBS** (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) Спектроскопија ласерски индуковане плазме које је била тема његове докторске дисертације. Докторирао је на теми „Просторно и временски разложена спектроскопија ласерски индуковане плазме на чврстој мети у ваздуху на атмосферском притиску.“

У радовима [A1],[A2] и [A3] проучавано је тињаво гасно пражњење у микросупљини где је радни гас био аргон са додатком водоника. Облик водоникове линије H beta коришћен је истовремено за плазма дијагностику и одређивање параметара катодног слоја. За ту прилику развијен је модел који укључује релевантне процесе који утичу на ширење ове линије и њен облик, и овај модел примењен је на примеру H beta линије. Линија H beta снимљена је у тињавом гасном пражњењу у микросупљини (чији је пречник 100 μm с уже стране и 130 μm са шире стране). Шупљина се налази у плочици алумине дебљине 250 μm на коју су са обе стране нанете златне електроде. Тињаво пражњење генерисано је у опсегу притиска од 100 – 900 mbar. Одређена електронска густина N_e је у опсегу $(0.4\text{--}4.5) \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ и одређена је из ширине централног профила H beta линије, док су из проширених крила, која су индукована DC Штарковим ефектом, одређени следећи параметри: средња вредност електричног поља E_a у катодном слоју у опсегу (16 – 95 kV/cm), јачина електричног поља E_0 на површини катоде у опсегу (32 – 190 kV/cm) и дебљина катодног слоја z_g у опсегу од (18 – 70 μm). Сва четири параметра тињавог гасног пражњења у микросупљини N_e , E_a , E_0 и z_g по вредностима одговарају резултатима који су добијени моделирањем у раду M. J. Kushner [J. Phys. D: Appl. Phys. 38, 1633 (2005)]. Добијене вредности N_e у овом експерименту упоређене су са резултатима осталих емисионих експеримената из литературе.

У раду [D5] описани су резултати проучавања тињавог пражњења на атмосферском притиску у атмосфери хелијума са додатком водоника. Пражњење је генерисано једносмерном струјом од 1А са напоном од 270 V и размаком између електрода од 8 mm. На основу просторне расподеле интензитета зрачења на Балмер бета таласној дужини показано је да ово пражњење није униформно. Спектрална мерења показала су одсуство водоникових спектралних линија у позитивној колони овог пражњења. Спектрални снимци хелијумових линија са забрањеном компонентом у делу пражњења где се јавља негативно светљење (negative glow) указују на присуство јаког електричног поља. Ротационе температуре добијене из Q гране Fulcher α band sistema снимљеног у делу пражњења где се јавља негативно светљење дају вредност од 960 K.

У радовима [A4 – A6] проучавана је просторно и временски разложена спектроскопија ласерски индуковане плазме.

У раду [A4] измерене су вредности параметара Штарковог ширења за три линије Mg I i једну линију Mg II у опсегу електронске густине $(0.67 - 1.09) \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ и у опсегу електронске температуре (6200 - 6500) K. Електронска густина одређена је из полуширине водоникове линије H алфа, док је електронска густина измерена из релативних интензитета линија Mg I i Al II коришћењем технике Болцманове праве. Плазма извор индукован је ласерским зрачењем Nd:YAG ласера на таласној дужини од 1064 nm, где је трајање импулса било 15 ns а коришћена енергија по импулсу 50 mJ. Ласерски индукована плазма генерисана је на чврстој мети на атмосферском притиску. Техника брзе фотографије је употребљена за одређивање временских параметара где постоји добра хомогеност плазме. Примењен је тест за одређивање присуства самоапсорпције коришћењем задњег огледала и сочива. Над спектралним снимцима где нема самоапсорпције линија или је она коригована

примењена је процедура инверзне Абелове трансформације. У овом раду описани су детаљи аквизиције као и процедура обраде спектралних снимака која је илустрована дијаграмом тока и примерима. Експериментални резултати су упоређени са два сета теоријских семикласичних прорачуна параметара Штарковог ширења. Резултати упоређивања експерименталних и теоријских података за неутралне линије Mg у овом раду могу се сматрати двосмисленим док за линију Mg II 448.1 nm, резултати прорачуна који су дали Dimitrijević и Sahal-Brechot указују на добро поклапање са резултатима овог експеримента и осталим експерименталним подацима из литературе у опсегу температура (5000 – 12000) K. Ови резултати прорачуна су препоручени у сврхе плазма дијагностике. Проучавање облика линија у оквиру мултиплета Mg I 383.53 nm показују да корекција услед Дебајевог екранирања побољшава слагање између теоријских и експерименталних параметара Штарковог ширења.

Рад [A5] представља мерење параметара Штарковог ширења линија једноструко јонизованог Al. Извор зрачења је такође ласерски индукована плазма. Електронска густина у опсегу $(0.3 - 2.3) \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}$ измерена је коришћењем полуширине водоникове H α линије. Електронска температура у опсегу 6500 – 17500 K одређена је из релативних интензитета Fe II, Mg I и Al II спектралних линија коришћењем технике Болцманове праве. Експерименталне Штаркове полуширине упоређене су са осталим експерименталним и теоријским подацима.

Рад [A6] приказује резултате теоријске и експерименталне студије облика Li I 460.28 nm линије са забрањеном компонентом у нискотемпературној ласерски индукованој плазми. У ту сврху метод компјутерске симулације коришћен је за прорачун укупног профила линије у опсегу електронских густина од $(0.5 - 11.0) \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ и за електронску температуру од 5800 K. Исти метод компјутерске симулације коришћен је за прорачун асиметричног профила изоловане линије Li I 497.17 nm у истом опсегу електронских густина и за неколико вредност електронских температура у опсегу између 3500 K и 10300 K. Резултати прорачуна Li I изоловане линије коришћени су заједно са остала два доступна сета теоријских резултата Штаркових полуширина како би се ова линија користила као независна метода за одређивање електронске густине у ласерски индукованој плазми. Електронска температура у опсегу од 4000 – 7000 K одређена је из релативних интензитета Li I линија коришћењем технике Болцманове праве. Поређење између прорачунатих профила и експерименталних података за линију Li I 460.28 nm са забрањеном компонентом указује да се теоријски подаци могу користити за одређивање електронске густине у поменутом опсегу електронских густина са тачношћу од $\pm 10-15\%$. Како би се олакшала примена теоријских профила линије, дате су једноставне формуле које описују главне параметре линије Li I 460.28 nm са забрањеном компонентом.

3. Елементи за квалитативну анализу рада кандидата

1. Показатељи успеха у научном раду

1.1. Награде и признања за научни рад

- Награда за најбољи постер „Li I 460.3 nm line with forbidden component for LIBS electron number density diagnostics“ презентованог на EMSLIBS 2011 Euro Mediterranean Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy, Izmir, Turkey
- Подстицајна награда „Никола Тесла“ фондације Петровић-Његош намењена младом истраживачу из западно-балканских земаља (септембар 2014)

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

Др Марко Цвејић је дао значајан допринос развоју научно-истраживачких тема које су предмет рада у Лабораторији за спектроскопију плазме и ласере у Центру за фотонику Института за физику. Посебан треба истаћи научни рад у оквиру просторне и временске дијагностике ласерски индуковане плазме.

2.1. Међународна сарадња

Кандидат је учествовао у следећим међународним пројектима:

- билатерални пројекат сарадње са Француском „Павле Савић“ број 680-00-132/2012-09/03, под називом „*Measurements of Stark broadening parameters in laser produced plasma*”-, „Истраживање параметара Штарковог ширења спектралних линија неопходних за анализу материјала помоћу спектроскопије ласерски индукованог пробоја“

Студијске посете иностраним научним институцијама:

- мај 2010 и октобар 2011, посета лабораторији ЛПЗ (Laboratoire Lasers, Plasmas et Procédés Photoniques, LP3 UMR 6182 CNRS - Université Aix-Marseille II Campus de Luminy, Marseille), учешће на пројекту „*Measurements of Stark broadening parameters in laser-produced plasmas*” финансираном од стране LaserLab-Europe, бр. пројеката CNRS-LP3 001575 и CNRS-LP3 001720
- Од 8. јуна до 8 јула посета Одсеку за фотонику, Института за физику при Јагелонском универзитету у Кракову, Пољска. Рад на експерименту Томсоновог расејања у ласерски индукованој плазми.

3. Квалитет научних резултата

Кандидат је у свом научном раду, објавио укупно **8 радова** у међународним часописима са ИСИ листе,. Од чега **6 у категорији M21** (врхунски међународни часописи), **1 у категорији M22** (истакнути међународни часописи) и **1 у категорији M23** (међународни часописи)

3.1 Утицајност

Према **Science Citation Index-u**, научни радови др Марка Цвејића су цитирани укупно **23 пута** у међународним часописима од тога **19 пута без самоцитата**.

3.2 Параметри квалитета часописа

У категорији **M21** кандидат је објавио радове у следећим часописима:

2 рада у Spectrochimica Acta Part B: (ИФ 3.194)

2 рад у Applied Physics Letters: (ИФ 3.863)

1 рад у Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer (ИФ 2.617)

1 рад у Journal of Applied Physics (ИФ 2.220)

У категорији **M22** кандидат је објавио радове у следећим часописима:

1 рад у IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility (ИФ 1.119)

У категорији **M23** кандидат је објавио радове у следећим часописима:

1 рад у IEEE Transaction of Plasma Science (ИФ 1.064)

Укупан импакт фактор радова кандидата је 21.134.

3.3 Ефективни број радова и број радова нормиран у односу на број коаутора

Сви радови кандидата су са пуном тежином у односу на број коаутора

3.4 Допринос кандидата реализацији коауторских радова

-Радови [А4 и А6] су пристекли из рада на докторској тези кандидата. У овим радовима др Марко Цвејић је првопотписани аутор.

-Радови [А1-А3] су урађени Физиком факултету у периоду кад је на њему био запослен.

- Рад [А5] је резултат рада на пројекту „Павле Савић“ број 680-00-132/2012-09/03,

4. Испуњеност квантитативних услова за стицање звања научни сарадник

Др Марко Цвејић испуњава све услове за стицање звања научни сарадник. Своје научне резултате је досад објавио у 8 радова од чега 6 у часописима са М21 листе врхунских међународних часописа, 1у часописима са М22 листе. и 1у часописима са М23 листе Према подацима са Web of Science на дан 4.11.2014., радови су цитирани укупно 23 пута од тога 19 пута без самоцитата. Укупан импакт фактор објављених радова кандидата је 21.134. По класификацији коју је прописало Министарство просвете, науке и технолошког развоја кандидат има 76.5 поена - шест М21 радова (48 бодова), један М22 рада (5 бодова), један М23 рад (3 бода), једано М31 саопштење (3 бода), седам М33 радова (7 бодова), шест М34 радова(3 бода) и једно М61 саопштења (1.5 бодова). Испуњеност квантитативних услова је приказана у следећој табели

Остварени резултати у периоду пре избора

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
М21	8	6	48
М22	5	1	5
М23	3	1	3
М31	3	1	3
М33	1	7	7
М34	0.5	6	3
М61	1.5	1	1.5
М71	6	1	6

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник

Минимални број М бодова		Остварено
Укупно	16	76.5
$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42 \geq$	10	66
$M11+M12+M21+M22+M23+M24 \geq$	5	56

5. Закључак

Имајући у виду квалитет научно-истраживачког рада др Марка Цвејића и достигнути степен истраживачке зрелости и компетентности, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да Министарству просвете, науке и технолошког развоја предложи избор др Марка Цвејића у **звање научног сарадника**

У Београду, 04.11.2014

Чланови комисије

1. др Соња Јовићевић,
научни саветник,
Институт за физику,

2. др Миливоје Ивковић,
виши научни сарадник,
Институт за физику,

3. др Јован Цветић,
редовни професор,
Електротехнички факултет факултет.