

# НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На VII седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 27.04.2016. године, одређени смо за чланове комисије за преглед и оцену докторске дисертације под називом:

**„Примјена методе електронских ројева за добијање комплетних пресека и транспортних коефицијената за азот субоксид, тетрафлуороетан и диметил етар“**

коју је кандидат СЊЕЖАНА ДУПЉАНИН, магистар физичких наука, предала Физичком факултету у Београду дана 25.04.2016. године, и након што смо прегледали достављени материјал, Наставно-научном већу Физичког факултета подносимо следећи:

## РЕФЕРАТ

### 1. Основни подаци о кандидату

#### 1.1 Биографски подаци

Сњежана Дупљанин је рођена 08.02.1976. године у Бањалуци, Република Српска, Босна и Херцеговина. Средњу Електротехничку школу завршила је 1994. године у Бањалуци. Природно-математички факултет у Бањалуци, одсек за физику-општи смер, завршила је 2000. године са просечном оценом 8.72 и стекла звање дипломирани физичар. Постдипломске студије на Физичком факултету у Београду, ужа научна област Експериментална физика јонизованих гасова завршила је 2008. године, одбравивши магистарски рад под називом “Судар и транспорт електрона у азот субоксиду и његовим смешама“ те стекла звање Магистар физичких наука. Докторске студије на Физичком факултету у Београду, ужа научна област Физика јонизованог гаса и плазме, уписала је школске 2009/2010. године. Од 2001. године је у радном односу на студијском програму за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Бањалуци, прво у звању асистента а сада вишег асистента.

## 1.2 Научна активност кандидаткиње

Научна активност кандидаткиње мр Сњежане Дупљанин одвија се у Центру за неравнотежне процесе Института за Физику у Београду, тачније у Лабораторији за гасну електронику. Свој научни рад усмерила је у правцу примене методе електронских ројева за добијање пресека за расејање у молекуларним гасовима (и бинарним смешама) који су од интереса за примене неравнотежних плазми. Ова активност подразумева и израчунавање транспортних и брзинских коефицијената што представља један вид моделовања плазми. Истраживање делом прати експериментални рад Лабораторије за гасну електронику, а делом се одвија у сарадњи са експерименталном групом професора Jaime de Urquija (Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, México) и са проф Michael Allanom (Iniversity of Fribourg, Fribourg, Switzerland), а резултати постају саставни део међународних електронских база података за моделовање неравнотежних плазми попут Lx-cat базе. Осим сарадње са руководиоцима израде ове дисертације кандидаткиња је остварила успешну сарадњу и са осталим члановима Лабораторије за гасну електронику, пре свега са др Сашом Дујком и Данком Бошњаковићем.

Сњежана Дупљанин је до сада објавила четири научна рада у водећим међународним часописима са импакт фактором већим од 1, категорије M21. Радови су цитирани 29 пута, (10 пута без аутоцитата). Резултати истраживања у којима је кандидаткиња учествовала су презентовани на више међународних и домаћих конференција и били су саставни део три колаборацијска предавања.

## 2. Опис предатог рада

### 2.1 Основни подаци о дисертацији

Докторска дисертација је написана на српском језику, на 158 страна (не рачунајући насловне стране и изјаве) писаног текста. Садржи шест поглавља, од којих је прво поглавље увод, а шесто закључак, 145 слика, 2 табеле и списак 159 цитираних референци.

Руководилац израде ове докторске дисертације је др Оливера Шашић, редовни професор Саобраћајног факултета Универзитета у Београду која испуњава све потребне услове прописане статутом Физичког факултета и Универзитета у Београду за менторство. Потребно је нагласити да су сви резултати добијени у оквиру овог истраживања настали у оквиру Лабораторије за гасну електронику Института за физику у Београду у оквиру пројекта формирања електронске базе података о електронским пресецима и транспортним коефицијентима којим руководи академик Зоран Љ. Петровић, научни саветник Института за физику.

## 2.2 Предмет и циљ рада

Област истраживања ове докторске дисертације припада научној области Физика јонизованог гаса и плазме, прецизније нискотемпературске (колизионе, слабо јонизоване) плазме. Реактивност ових плазми омогућава њихову велику практичну примену у савременим технологијама: модификација површине полимера, наношење танких слојева, екситација гасних ласера, третман живих ћелија, минијатуризација интегрисаних кола, у детекторима високоенергијских честица и друге. Математичко моделовање процеса у плазми је значајно, како са становишта оптимизације могућих примена, тако и са становишта разумевања физичке природе процеса који се дешавају у плазми и могућих кинетичких феномена попут негативне диференцијалне проводности или аномалне дифузије. Неопходне комплетне базе података за израду оваквих модела садрже транспортне коефицијенте (брзине дрифта, коефицијенте дифузије, карактеристичне енергије, коефицијенте јонизације) који описују макроскопско стање гаса, ефективне пресеке за расејање електрона на молекулима гаса, који описују микроскопско стање, као и израчунате функције расподеле електрона по енергијама које повезују ова два скупа података, а које су у условима деловања спољашњих поља далеко од равнотежних Maxwell-ових расподела. Циљ овог рада је био добијање такве базе података за изабране гасове, у условима деловања константних и временски променљивих електричних и укрштених електричних и магнетних поља ортогоналне конфигурације.

Предмет истраживања у овој дисертацији су три молекулска гаса: азот субоксид, тетрафлуороетан и диметил етар, као и смеше ових гасова са аргоном и неоном. Избор гасова је диктиран како доступношћу нових експерименталних података, тако и интересом за могуће примене. Азот субоксид ( $N_2O$ ) се користи за допирање атома азота, у процесу наношења дијаманту сличних слојева, могуће га је користити као гасни изоатор, а после угљен диоксида и метана, трећи је гас по свом доприносу процесу глобалног загревања. Тетрафлуороетан ( $C_2H_2F_4$ ) има значајну примену у процесу нагризања плазмом у производњи интегрисаних кола, у различитим расхладним уређајима, у детекторима високоенергијских честица, RPC (*Resistive Plate Chamber*), а предложен је и као могућа замена за  $SF_6$ , који има већи GWP (*Global Warming Potencial*) од тетрафлуороетана, а који је и даље најчешће примењвани гасни изоатор. Осим у чистом гасу, у овој дисертацији је проучаван и транспорт електрона кроз смеше овог гаса са аргоном, различитог састава. Трећи гас који је био предмет проучавања у овој дисертацији је диметил етар ( $CH_3OCH_3$ , DME), као и његове смеше са аргоном и неоном. DME се користи као могућа замена за фосилна горива, у честичним детекторима MSGC-има (*Micro Strip Gas Chamber*) и има најбољи однос броја примарних и секундарних електрона насталих лавинским процесима од свих досад испитиваних органских „quencher-a“ (гасова за сузбијање секундарних лавина).

## 2.3 Метода истраживања

За остваривање циљева овог рада примењена је метода ројева која у основи представља итеративни поступак модификације полазног скупа пресека са циљем постизања што већег степена<sub>3</sub> слагања израчунатих транспортних коефицијената са подацима добијеним у експериментима, у овом случају

импулсног Таунзендовога типа. У ту сврху било је неопходно обезбедити полазне скупове што прецизнијих података о ефективним пресецима за што већи број електрон-молекулских интеракција и транспортних коефицијената који су били компилација теоријских и експерименталних резултата, у што ширем опсегу вредности редукованог електричног поља ( $E/N$ ) од чега директно зависи јединственог добијених решења. Како би јединственост решења била унапређена у два од три случаја коришћена је техника бинарних смеша где се гасу за који постоје веома добро одређени подаци о ефективним пресецима (у овом случају аргону и неону) додаје у малом проценту испитивани гас и тако се управља енергијским губицима у сударним процесима у области ниских средњих енергија електрона. Скуп пресека добијен методом ројева је комплетан јер је добијен фитовањем на измерене транспортне коефицијенте, и даје укупно тачну функцију расподеле. На основу такве функције расподеле, без обзира на могуће нетачности или некомплетности појединих пресека који улазе у сет, задовољавају се баланси броја честица, импулса и енергије за електроне у плазми. Такви се скупови могу директно применити за моделовање. Насупрот томе и најбољи сетови добијени техникама бинарних судара, било експерименталним или теоријским, најчешће не могу да задовоље ове балансе због немогућности познавања свих процеса или због тога што тачност свих процеса није на истом нивоу.

За прорачуне транспортних коефицијената у овом раду коришћена су три компјутерска кода: Elendif, Bolsig+ и Monte Carlo код који је развијен у Лабораторији за гасну електронику. Рад прва два кода заснива се на решавању Boltzmannове једначине у апроксимацији два члана у развоју функције у ред по сферним хармоницима и ови су прорачуни коришћени у ранијим фазама итеративног поступка, јер омогућавају добијање великог броја резултата за кратко време и добијање глатких кривих енергијских зависности транспортних коефицијената у читавом испитиваном опсегу. У завршним фазама итеративног поступка и за добијање коначних резултата коришћена је егзактна Monte Carlo техника која се заснива на нумеричком праћењу великог броја наелектрисаних честица у простору и времену и врши се усредњавање макроскопских величина које карактеришу рој. Предност ове технике је и у томе што је могуће симулирати реалне услове и геометрију експеримента. Коришћење обе технике прорачуна омогућило је и анализу применљивости приближне методе у појединачним случајевима.

## 2.4 Публикације

Резултати истраживања докторске дисертације Сњежане Дупљанин су верификовани у три рада у водећим међународним часописима са импакт фактором већим од 1, категорије M21, а који су цитирани 12 пута, док су још два рада у финалној фази припреме за публикавање. У радовима под редним бројем 1 и 3 допринос резултата кандидаткиње је већински, док су резултати представљени у овој дисертацији дали делимични допринос у раду под редним бројем 2.

1. Šaić O., **Dupljanin S.**, Dujko S. and Petrović Z. Lj., *Electron Transport Coefficients in  $N_2O$  in RF Electric and Magnetic Fields*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B **267** (2009) 377-381 (M21, IF: 1.156 (2009), ISSN: 0168-583X, doi:10.1016/j.nimb.2008.10.025)

2. Šašić O., de Urquijo J., Juárez A. M., **Dupljanin S.**, Jovanović J., Hernández-Ávila J. L., Basurto E. and Petrović Z. Lj.,  
*Measurements and Analysis of Electron Transport Coefficients obtained by a Pulsed Townsend Technique*,  
Plasma Sources Sci. Technol. **19** (2010) 034003  
(M21, IF: 2.685 (2008), ISSN: 0963-0252, doi: 10.1088/0963-0252/19/3/034003)
3. Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin**, Jaime de Urquijo and Zoran Lj Petrović  
*Scattering cross sections for electrons in C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> and its mixtures with Ar from measured transport coefficients*  
J. Phys. D: Appl. Phys. **46** (2013) 325201  
(M21, IF 2.528 (2012), ISSN: 0022-3727, doi:10.1088/0022-3727/46/32/325201)

## 2.4 Преглед научних резултата приказаних у тези

Докторска дисертација Сњежане Дупљанин је подељена у шест поглавља. У првом, уводном делу су укратко описани мотивација и циљеви истраживања. Друго поглавље је посвећено теоријским основама физике електронских ројева, где је детаљно описана метода ројева коришћена за добијање ефективних пресека, као и кодови Elendif, Bolsig+ i Monte Carlo код коришћени за прорачуне транспортних коефицијената. Иако, за разлику од осталих, ово поглавље не садржи оригиналне доприносе, било је неопходно како би омогућило размјевање и процену квалитета и значаја касније добијених резултата.

У трећем поглављу приказани су резултати транспорта роја електрона у азот субоксиду у условима деловања укрештеног DC и RF електричног и магнетног поља ортогоналне конфигурације и то су први подаци ове врсте у литератури. Овај део дисертације представља наставак истраживања које је кандидаткиња започела у својој магистарској тези, где су били одређени пресеци за расејање електрона на овом молекулу и транспортни коефицијенти у условима константног електричног поља. Тиме је потпуно комплетирана база података за моделовање плазми у овом гасу чиме се избегавају непотребне екстраполације резултата добијених за случај константних поља које смањују тачност израчунатих транспортних коефицијената. Посебно су дискутоване појаве хлађења роја магнетним пољем и уочене су појаве негативне дифузије, временски разложене негативне проводности и аномалне лонгитудиналне дифузије. Посебан допринос представља и скуп израчунатих брзинских коефицијената за појединачне нееластичне процесе за различите изабране вредности интензитета и фреквенције електричних и магнетних поља.

Највећи оригинални допринос ове дисертације су резултати представљени у четвртном поглављу дисертације, а који се односе на ефективне пресеке и транспортне коефицијенте за тетрафлуороетан. То су први овакви резултати публиковани у литератури. Процес добијања ефективних пресека, започет на основу резултата за брзине дрифта и ефективне коефицијенте јонизације у чистом гасу из импулсног Таунзендовог експеримента de Urquija и сарадника и пресека за сличан молекул (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) из Viagieve базе података који су до тада коришћени, текао је у неколико фаза које су детаљно описане, при чему је у свакој фази повећавана јединственог и тачност до добијања коначног решења. Коначни препоручени скуп пресека изузетно добро репродукује експерименталне податке, како за чист гас, тако и за смеше овог гаса са аргоном, различитог процентуалног састава, у најширем опсегу вредности

редукованог електричног поља. Анализирана је и област најнижих средњих енергија електрона на основу експерименталних података Basilea и сарадника. Иако добијени пресеци добро репродукују и ове резултате указано је на потребу нових мерења у ширем енергијском опсегу, на више различитих вредности притиска како би се поуздано одредио пресек за захват три тела. Са препорученим скуп пресека израчунати су сви транспортни и брзински коефицијенти. Уочена је и појава негативне диференцијалне проводности у смешама са великим процентом аргона, што представља додатни тест поузданости одређених пресека.

У петом поглављу је приказана модификација у литератури постојећих пресека (Biagiєva база података) за електрон-молекулске интеракције у диметил етеру како би се помоћу њих репродуковали експериментални резултати E. Oettinger и сарадника са тачношћу са којом су извршена мерења, како у чистом гасу, тако и у смешама са аргоном и неоном. Добијени пресеци су искоришћени за прорачун транспортних и брзинских коефицијената у широком опсегу вредности константних електричних поља, али и за случај укрштених електричних и магнетних поља, као и за случај временски променљивих поља. Ово су први резултати тог типа у литератури на основу којих је могуће оптимизирати састав гасних смеша које се користе у детекторима високоенергисјких честица. И у овом, као и у претходна два поглавља посебно је дискутована и могућност коришћења приближне двочлане апроксимације као и утицај неконзервативне природе процеса на транспорт електрона поређењем балк и флакс вредности транспортних коефицијената.

У шестом поглављу је дат закључак у којем су наведени сви најважнији резултати и оригинални доприноси ове дисертације.

Значајан је обим оригиналних резултата који су приказани о чему сведоче и бројне слике које су праћене детаљним описима и јасним објашњењима уочених феномена. Поред тога улазни подаци који су прикупљени из литературе су критички оцењени и модификовани како би задовољили услове за примену у базама података за моделовање плазме. Дисертација је и добро технички обрађена.

### 3. Списак свих публикација кандидаткиње

А. Радови у водећим међународним часописима (ИМПАКТ>1)

Радови објављени у врхунским међународним часописима (M21)

1. Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin**, Saša Dujko, and Zoran Lj. Petrović, Electron transport coefficients in N<sub>2</sub>O in RF electric and magnetic fields, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B Interactions with Materials and Atoms (2009) Vol. 267 Issue 2 Pages 377-381, IF: 1.156 (2009), ISSN: 0168-583X, doi:10.1016/j.nimb.2008.10.025
2. **S. Dupljanin**, J. de Urquijo, O. Šašić, E. Basurto, A.M. Juárez, J.L. Hernández-Ávila, S. Dujko and Z. Lj. Petrović  
Transport coefficients and cross sections for electrons in N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub> mixtures Plasma Sources Science and Technology (2010) Vol.19 Number2 ArticleNumber 025005, 9pages  
IF: 2.685 (2008), ISSN: 0963-0252, doi:10.1088/0963-0252/19/2/025005
3. O. Šašić, J. de Urquijo, A.M. Juárez, **S. Dupljanin**, J. Jovanović, J.L. Hernández-Ávila, E. Basurto, and Z. Lj. Petrović,

Measurements and Analysis of Electron Transport Coefficients obtained by a Pulsed Townsend Technique,  
Plasma Sources Science and Technology (2010) Vol. 19 Number3 Article Number 034003, 8pp

IF: 2.685 (2008), ISSN: 0963-0252, doi: 10.1088/0963-0252/19/3/034003

4. Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin**, Jaime de Urquijo and Zoran Lj Petrović  
Scattering cross sections for electrons in C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> and its mixtures with Ar from measured transport coefficients  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* **46** (2013) 325201  
IF 2.528 (2012), ISSN: 0022-3727, doi:10.1088/0022-3727/46/32/325201

B. Радови у зборницима међународних конференција

Предавање по позиву на међународном скупу штампано у изводу (M32)

5. Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin**, Jaime de Urquijo, and Zoran Lj. Petrović  
Cross Section Data for Modeling Non-Equilibrium Plasmas in N<sub>2</sub>O,  
Proceedings of the 2nd International Workshop on Non-equilibrium Processes in Plasmas and Environmental Science, Belgrade and Novi Sad, Serbia, (23-26 August, 2008) ed. D. Marić, Z. Lj. Petrović pp. 29-30
6. O.Šašić, J. Jovanović, E. Basurto, J. L. Hernández-Ávila, **S. Dupljanin**, J. de Urquijo and Z. Lj. Petrović  
Low energy electron scattering cross sections and transport coefficients  
XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases Cancún, México (12-17 July, 2009) workshop A Lectures, ed. J. de Urquijo, WA2 37-38  
dostupno na: <http://www.icpig2009.unam.mx/pdf/WA2.pdf>

Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини (M33)

7. **S. Dupljanin**, O. Šašić and Z. Lj. Petrović  
Swarm Analysis of Transport Data for Electrons in Dimethyl Ether (CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>)  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases-SPIG 2014, Belgrade, Serbia (26-29 August 2014) Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invite Lectures and Progress Reports (Eds. D. Marić, A. R. Milosavljević and Z. Mijatović) P1.32, pp146-149.

Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у изводу (M34)

8. O. Šašić, **S. Dupljanin**, J. Jovanović and Z. Lj. Petrović,  
Electron Impact Cross Sections and Transport Data Obtained by Swarm Procedure  
5<sup>th</sup> Eu-Japan Symposium on Plasma Processing, Belgrade March (2007), Book of abstracts of invited lectures, progress reports and contributed papers, ed. Z. Lj. Petrović, N. Mason, S. Hamaguchi and M. Radmilović-Rađenović, Po-4
9. E. Basurto, J.L. Hernández-Ávila, UA. M. Juárez, PJ. de Urquijo, **S. Dupljanin**, **O. Šašić** and Z. Lj. Petrović,  
Electron drift velocity and effective ionization coefficients in N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O-N<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O-SF<sub>6</sub>,  
XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases July 15-20, 2007, Prague, Czech Republic 1P01-42, pp. 227-230
10. O. Šašić, **S. Dupljanin**, S. Dujko and Z. Lj. Petrović,  
Electron transport coefficients in N<sub>2</sub>O in RF fields,  
4th EGAS Conference on Elementary Processes in Atomic Systems, Cluj Napoca June 18-20 ed. K. Pora, V. Chis and L. Nagy (2008) pp 137
11. Z. Lj. Petrović, S. Dujko, J. Jovanović, O. Šašić, **S. Dupljanin**, G. Malović, Ž. Nikitović, V. Stojanović, A. Banković,  
Kinetic phenomena and data for cross sections for electrons, positrons and negative ions in ionized gases,  
The 9th Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology (APCPST) and 21st Symposium on Plasma Science for Materials<sub>7</sub> (SPSM) Huangshan, China, October 8-11, 2008), pp.49

12. **Dupljanin S.**, Šašić O., de Urquijo J. and Petrović Z. Lj.  
Electron Transport Properties in N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub>O-N<sub>2</sub> Mixtures obtained by Swarm Analysis, The First Physics Congress of Bosnia and Herzegovina, Teslić, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina (2009), Book of Abstracts, p31.
13. O. Šašić, J. de Urquijo, **S. Dupljanin**, E. Basurto, A. M. Juárez, J. L. Hernández – Ávila and Z. Lj. Petrović,  
The Swarm Analysis of Electron Transport Coefficients Measured in the Mixtures of Tetrafluoroethane (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>) and argon (Ar),  
XX European Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases, 13-17 July 2010, Novi Sad, Serbia
14. Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin**, Marija Rađenović-Radmilović, Saša Dujko and Zoran Lj. Petrović  
Cross Sections for Electron Collisions With Tetrafluoroethane (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)  
ICOPS 2015 Abstract Book, The 42nd IEEE International Conference On Plasma Science, 24-28 May 2015, Belek, Antalya, Turkey
15. Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin** and Zoran Lj. Petrović  
Scattering Cross Section Set For Electrons in CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>  
ICOPS 2015 Abstract Book, The 42nd IEEE International Conference On Plasma Science, 24-28 May 2015, Belek, Antalya, Turkey
16. Zoran Lj. Petrović, Saša Dujko, Dragana Marić, Danko Bošnjaković, Srđan Marjanović, Jasmina Mirić, Olivera Šašić, **Snježana Dupljanin**, Ilija Simonović, Ronald D. White  
Swarms as an Exact Representation of Weakly Ionized Gases  
XIX International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, Book of Abstracts, Ed.: Paulo Limão-Vieira, Filipe Ferreira da Silva, Guilherme Meneses, Emanuele Lange, Tiago Cunha, POSMOL 2015, 17-20 July 2015, Lisboa, Portugal

Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини (M61)

17. O. Šašić, **S. Dupljanin**, S. Dujko, J. de Urquijo, J. Jovanović, Z. Lj. Petrović,  
Najnoviji kompleti preseka za rasejanje elektrona u gasovima dobijeni tehnikom rojeva, Zbornik radova „Fizika 2010 BL“ Banja Luka, Republika Srpska, BiH, 22-24 septembar 2010. Urednik: B. Predojević, Sekcijsko predavanje: Fizika plazme, str. 221-233.
18. Jotanović O, **Dupljanin S.**,  
Postizanje relativističkih brzina u akceleratorima,  
Zbornik radova, Sto godina teorije relativnosti, Banjaluka, Bosna i Hercegovina, (2005), 139-151, ISBN 99938-21-00-4
19. **Dupljanin S.**, Rajilić Z., Jotanović O. i Lekić S.,  
*Nelinearna, termička i kvantnomehanička nepredvidivost kretanja molekula u blizini nanostrukture*, Zbornik radova, Teorijska i eksperimentalna istraživanja nanomaterijala, Herceg Novi, SCG, (2004), 241-247, ISBN 99938-631-7-3

Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у изводу (M62)

20. O. Šašić, **S. Dupljanin**, J. De Urquijo, G. Malović and Z. Lj. Petrović,  
Electron scattering cross sections and transport coefficients in molecular gases and their mixtures,  
Book of contributed papers & abstracts of invited lectures and progress reports, 1st National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics CEAMP 2008, ed. Aleksandar R. Milosavljević, Dragutin Šević and Bratislav P. Marinković, 15-18 May, 2008, Zaječar, Serbia, pp.7

Саопштење на скупу националног значаја штампано у изводу (M64)

21. **Dupljanin S.**, Šašić O., de Urquijo J and Petrović Z. Lj.  
Electron Transport Properties in N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub>O – N<sub>2</sub> Mixtures obtained by Swarm Analysis, The First Physics Congress of Bosnia and Herzegovina, Teslić, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, (2009), Book of Abstracts, p 31



Из свега до сада наведеног комисија извештача за преглед и оцену докторске дисертације кандидата мр Сњежане Дупљанин једногласно је донела и усвојила следећи

### ЗАКЉУЧАК

Докторски рад под називом „Примјена методе електронских ројева за добијање комплетних пресека и транспортних коефицијената за азот субоксид, тетрафлуороетан и диметил етар“ који је предала мр Сњежана Дупљанин, дипломирани физичар, по обиму и значају добијених резултата и по актуелности одабране теме, о чему сведоче три чланка објављена у међународним часописима неспорног квалитета, представља оригиналан и значајан научни допринос у области моделовања нискотемпературских сударно доминантних плазми. Сматрамо да је урађена квалитетна докторска дисертација која сведочи о способности кандидата да се упусти у самосталан научно истраживачки рад и да су задовољени прописима и добрим обичајима установљени сви неопходни критеријуми за одобравање одбране дисертације, те **предлажемо Научно-наставном већу Физичког факултета да усвоји овај извештај и одобри јавну усмену одбрану овог докторског рада.**

Београд, 11.07.2016.године

Комисија:

Др Оливера Шашић, редовни професор

Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

Др Срђан Буквић, редовни професор  
Физички факултет, Универзитет у Београду

Академик Зоран Љ. Петровић, научни саветник

Институт за физику, Универзитет у Београду

Др Горан Попарић, ванредни професор

Физички факултет, Универзитет у Београду