

# Naučnom veću Instituta za fiziku

**Predmet: Molba za pokretanje postupka za sticanje zvanja naučni savetnik**

S obzirom da ispunjavam kriterijume propisane od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za sticanje naučnog zvanja naučni savetnik, molim Naučno veće Instituta za fiziku da pokrene postupak za moj izbor u navedeno zvanje.

U prilogu dostavljam:

1. Mišljenje rukovodioca projekta
2. Obrazloženje za izbor u zvanje
3. Kratku biografiju
4. Pregled naučne aktivnosti
5. Elemente za kvalitativnu ocenu naučnog doprinosa
6. Elemente za kvantitativnu ocenu naučnog doprinosa
7. Spisak objavljenih radova i njihove kopije
8. Podatke o citiranosti sa Web of Science

Sa poštovanjem,

dr Saša Dujko

viši naučni saradnik

# Naučnom veću Instituta za fiziku

**Predmet: Mišljenje rukovodioca projekta za izbor dr Saše Dujka u zvanje naučni savetnik**

Dr Saša Dujko je zaposlen u Centru za neravnotežne procese Instituta za fiziku i angažovan je na projektu osnovnih istraživanja OI171037 pod nazivom *Fundamentalni procesi i primene transporta čestica u neravnotežnim plazmama, trapovima i nanostrukturama*, kao i na biomedicinskom projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja III41011 pod nazivom *Primene niskotemperaturnih plazmi u biomedicini, zaštiti čovekove okoline i nanotehnologijama*, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Na ovim projektima kolega dr Saša Dujko se bavi kinetičkom teorijom neravnotežnog transporta naelektrisanih čestica u gasovima i soft-kondenzovanoj materiji i njenim primenama u različitim oblastima fizike i primenjene nauke počevši od fizike niskotemperaturnih plazmi preko modelovanja gasnih detektora čestica visokih energija do modelovanja interakcije antimaterije i materije sa posebnim akcentom na pozitronskim tehnologijama. S obzirom da ispunjava sve predviđene uslove, u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, saglasan sam sa pokretanjem postupka i predlažem izbor dr Saše Dujka u zvanje naučni savetnik.

Za sastav Komisije za izbor dr Saše Dujka u zvanje naučni savetnik predlažem kolege:

- (1) akademik Zoran Petrović
- (2) dr Gordana Malović, naučni savetnik Instituta za fiziku
- (3) dr Marija Radmilović-Rađenović, naučni savetnik Instituta za fiziku
- (4) prof. dr Srđan Bukvić, redovni profesor Fizičkog fakulteta

rukovodilac projekta OI#171037

akademik Zoran Petrović

naučni savetnik Instituta za fiziku

# Naučnom veću Instituta za fiziku

## **Predmet: Obrazloženje predloga za izbor u zvanje naučni savetnik dr Saše Dujka**

Dr Saša Dujko trenutno ima zvanje viši naučni saradnik i u tom zvanju se nalazi od 1.12. 2010. godine. Njegov izbor u zvanje naučni savetnik se pokreće nešto manje od dva meseca ranije u odnosu na standardnu proceduru. Ovo pokretanje je opravdano uzevši u obzir sledeće činjenice.

Dr Saša Dujko je postigao samostalno ili kao vodeći istraživač vrhunske rezultate u svojim oblastima istraživanja čime je stekao izvanrednu međunarodnu reputaciju. Posebno se ističu njegovi doprinosi na razvoju kinetičke teorije i numeričkih algoritama za rešavanje Boltzmanove jednačine za rojeve naelektrisanih čestica u hidrodinamičkim i nehidrodinamičkim uslovima u promenljivim konfiguracijama električnih i magnetskih polja. Za ovu aktivnost je nagrađen Godišnjom nagradom Instituta za fiziku 2012. godine a Američko društvo fizičara ga je pozvalo da održi predavanje na 43. simpozijumu svog Odseka za atomsku, molekularnu i optičku fiziku (DAMOP) 2012. godine.

On je razvio najkompleksniji fluidni model strimerskih pražnjenja koji daleko nadmašuje postojeće modele u pogledu strogosti izvođenja i bogatstva razmatranih procesa ali i u pogledu primenljivosti u savremenim plazma tehnologijama. Ovaj model je podrazumevao razvoj nove klase fluidnih jednačina pošto je već ranije pokazano da su postojeće jednačine u modelovanju neravnotežnih plazmi neadekvatne jer ne zadovoljavaju istovremeno zakone o održavanju impulsa i energije zbog neadekvatnog odsecanja članova višeg reda. Saša Dujko je prvi formirao fluidne jednačine višeg reda i pokazao da ispravna verzija u strimerskim pražnjenjima pravi značajnu korekciju i da se približava modelima na osnovu Monte Carlo simulacija.

Ništa manje značajne nisu i njegove aktivnosti na modelovanju gasnih detektora čestica visoke energije koji se koriste u većini eksperimenata u CERNu ali i za potrebe medicinskog slikanja. Ova aktivnost je rezultirala pozivom kolega iz CERNa da se Institut za fiziku uključi u R51 kolaboraciju koja okuplja veliki broj univerziteta i instituta u kojima se sprovode istraživanja na razvoju novih detektorskih sistema. Pored ovih novih oblasti istraživanja koje nismo imali u grupi do sada i koje je u najvećoj meri samostalno otvorio kolega Dujko, on je veoma aktivan i značajno doprinosi različitim aspektima istraživanja interakcije anti-materije i materije koja se sprovode u našem Centru za neravnotežne procese i koja su od velikog značaja za dalji razvoj pozitronskih tehnologija. Imajući u vidu ove činjenice, ali i kvantitativne i kvalitativne pokazatelje u njegovoj naučnoj aktivnosti, kandidat je nakon prethodnog izbora ostvario daleko više rezultata nego što je potrebno za izbor u zvanje naučni savetnik. Posebno je značajna komponenta samostalnosti i otvaranja novih oblasti i slobodno se može tvrditi da je dr Saša Dujko danas jedan od vodećih teoretičara u oblasti transporta naelektrisanih čestica u jonizovanim gasovima u svetu kako po novim tehnikama koje je otvorio tako i po primenama transportne teorije na modelovanje različitih veoma konkretnih sistema.

Dr Saša Dujko je rukovodio izradom 2 master rada i bio je komentor na 2 doktorske disertacije od kojih je jedna odbranjena na prestižnom Tehničkom Univerzitetu Eindhoven u Holandiji. Trenutno je mentor za 4 doktorske disertacije na Univerzitetu u Beogradu, od kojih je jedna prijavljena i biće odbranjena tokom 2015. godine. Učestvuje u komisijama i telima za odbranu master radova i doktorskih disertacija na Fizičkom fakultetu i Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. On je razvio veoma raznovrsnu saradnju sa istraživačkim grupama i pojedincima u Australiji, Japanu, Holandiji, Švajcarskoj, Meksiku i Španiji. U periodu 2011-2013 godine bio je angažovan kao Scientific adviser grupe za Multiscale modeling and non-linear dynamics na Holandskom Nacionalnom Institutu za matematiku i informatiku.

Dr Saša Dujko je član naučnih komiteta jedne renomirane međunarodne konferencije (International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms) - satelit najveće konferencije iz domena atomskih i molekularnih sudara ICPEAC i jedne nacionalne konferencije (National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics - CEAMPP) i učestvuje na međunarodnim i domaćim projektima. Održao je veći broj predavanja po pozivu na najvažnijim međunarodnim konferencijama u svojoj oblasti i veliki broj seminara na raznim univerzitetima i institutima. Učestvuje na COST programima.

On učestvuje na međunarodnim i domaćim projektima kao i na projektu sa multinacionalnom kompanijom SIMENS. Rukovodio je sledećim zadacima u okviru projekta koji su realizovani u Institutu za fiziku: (1) Transport naelektrisanih čestica, i (2) Simulacije detektora čestica visokih energija. U programu međunarodne saradnje sa Holandskim Nacionalnim institutom za matematiku i informatiku i grupom za Multiscale modeling and non-linear dynamics on rukovodi celom saradnjom. On je takođe bio inostrani ekspert i glavni istraživač sa naše strane i učesnik na više Australijskih nacionalnih projekata u okviru njihovog Centra za proučavanje interakcije antimaterije i materije.

Dr Saša Dujko se veoma brzo razvio u kompletnog naučnika po svim kriterijumima kako našim tako i svetskim. Njegov doprinos radu grupe a i ugledu Instituta za fiziku je veoma veliki i prevazilazi uobičajene okvire. Entuzijazmom, posvećenošću i velikom energijom koje ulaže u svoj rad, značajno je doprineo da naš Centar bude akreditovan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kao jedan od Centara izvrsnosti.

Zbog svega navedenog, kao i detaljnih rezultata prikazanih u materijalu, smatramo da treba bez odlaganja pokrenuti izbor dr Saše Dujka u zvanje naučni savetnik.

rukovodilac projekta OI#171037

akademik Zoran Petrović

naučni savetnik Instituta za fiziku

## Kratka biografija - dr Saša Dujko

Saša Dujko je rođen 03.02. 1972. godine u Beogradu, gde je završio osnovnu školu. Nakon završetka Matematičke Gimnazije i odsluženja vojnog roka, Saša Dujko je upisao Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Primenjena fizika. Diplomirao je 2001. godine, a diplomski rad "Monte Carlo simulacije nekonzervativnog transporta elektrona u vremenski promenljivim poljima" je uradio na Institutu za fiziku u Laboratoriji za gasnu elektroniku pod rukovodstvom prof. dr. Zorana Lj. Petrovića i dr. Zorana Raspopovića. Saša Dujko je dobitnik nagrade "Dr Ljubomir Ćirković" za najbolji diplomski rad na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Postdiplomske studije na smeru "Eksperimentalna fizika jonizovanog gasa" nastavio je 2001. godine. Magistrirao je sa prosečnom ocenom 10.0, a magistrski rad sa temom "Monte Carlo simulacije transporta elektrona u ukrštenim električnim i magnetskim poljima" odbranio je u februaru 2004. godine na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Dobitnik je nagrade "Dr Ljubomir Ćirković" za najbolji magistarski rad na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Krajem 2004. godine, Saša Dujko odlazi u Australiju gde je 2008. godine na James Cook Univerzitetu u Townsvillu kompletirao doktorsku disertaciju pod nazivom "The Multi-term Boltzmann Equation Analysis and Monte Carlo Study of Hydrodynamic and Non-hydrodynamic Charged Particle Swarms". Mentori doktorske disertacije su bili dr Ron White i dr Kevin Ness-a a komentori prof. dr. Zoran Lj. Petrović i prof. dr. Robert Robson. Dobitnik je studentske nagrade Instituta za fiziku 2009. godine za najbolju doktorsku disertaciju ali i većeg broja priznanja u Australiji, uključujući International Postgraduate Research Scholarship (IPRS) Australian award (2004), Teaching Scholarships (2004-2007), Graduate Research School Scholarship (James Cook University, 2007) i Write-up Scholarship and Doctoral Publication Award (James Cook University, 2008).

U okviru postdokorskog usavršavanja, tokom 2010 i 2011 godine boravi na Holandskom Nacionalnom Institutu za matematiku i informatiku u grupi za Multiscale modeling and non-linear dynamics koju vodi prof. dr. Ute Ebert, gde učestvuje u razvoju fluidnih i hibridnih modela strimera. U periodu 2011-2013 bio je angažovan kao *Scientific adviser* u istoj grupi gde nastavlja ranije započete aktivnosti i rukovodi izradom jedne doktorske disertacije.

Saša Dujko je zaposlen na Institutu za fiziku u Laboratoriji za gasnu elektroniku od 01.06.2001. godine kao istraživač pripravnik u okviru projekta osnovnih istraživanja MNTRS 1478 pod nazivom "Fizika niskotemperaturnih neravnotežnih plazmi", (2001-2004). U aprilu 2004. godine izabran je u zvanje istraživač saradnik. U ovom naučnom zvanju učestvovao je kao saradnik na projektima MNTRS 141025 pod nazivom "Fizičke osnove primene neravnotežnih plazmi u nanotehnologijama i tretmanu materijala" (2005-2010) i na FP6 projektu IPB-CNP 026328 pod nazivom "Reinforcing Experimental Centre for Non-Equilibrium Studies With Application in Nano-Technologies, Etching of Integrated Circuits and Environmental Research". Od 2011. godine zaposlen je u Centru za neravnotežne procese Instituta za fiziku i angažovan je na projektu osnovnih istraživanja OI171037 pod nazivom "Fundamentalni procesi i primene transporta čestica u neravnotežnim plazmama, trapovima i nanostrukturama", kao i na biomedicinskom projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja III41011 pod nazivom "Primene niskotemperaturnih plazmi u biomedicini, zaštiti čovekove okoline i nanotehnologijama", Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Od 2010. godine Centar za neravnotežne procese je jedan od akreditovanih Centara izuzetnih vrednosti Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj u kome je Saša Dujko rukovodilac na temama (zadacima) Transport naelektrisanih čestica i Simulacije detektora čestica visokih energija. Od 1. decembra 2010. godine nalazi se u zvanju viši naučni saradnik.

Osnovna oblast istraživanja dr Saše Dujka je kinetička teorija transporta naelektrisanih čestica u gasovima i soft-kondenzovanoj materiji i njena primena u fizici neravnotežnih plazmi, modelovanju

gasnih detektora čestica visokih energija i modelovanju interakcije anti-materije i materije sa posebnim akcentom na razvoju pozitronski baziranih tehnologija. U saradnji sa kolegama sa James Cook Univerziteta u Australiji, razvio je vremenski razloženu multi term teoriju za rešavanje Boltzmannove jednačine za nekonzervativan transport naelektrisanih čestica u promenljivim konfiguracijama električnih i magnetskih polja. Fluidni model višeg reda strimerskih pražnjenja je razvio u saradnji sa kolegama sa Holandskog Nacionalnog Instituta za matematiku i informatiku. Pored ove dve najvažnije kolaboracije u njegovoj karijeri, on je razvio raznovrsnu saradnju sa istraživačkim grupama i pojedincima u Japanu, Meksiku, Rusiji, Švajcarskoj i Španiji sa kojima radi na širokom spektru tema, počevši od razvoja kinetičkih i fluidnih modela neravnotežne plazme preko modelovanja eksperimenata sa rojevima naelektrisanih čestica do razvoja modela planetarnih atmosferskih pražnjenja. Dobitnik je Studentske nagrade Instituta za fiziku 2009. godine i Godišnje nagrade Instituta za fiziku za naučni rad 2012. godine.

Od 2009. godine Saša Dujko je član međunarodnog naučnog komiteta Internacionalnog simpozijuma elektron-molekulskih sudara i rojeva (engl. International Advisory Committee at the International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms), koji se održava svake druge godine kao satelit velike konferencije ICPEAC (International Conference on Physics of Electron and Atom Collisions) i koji se održava paralelno i u saradnji sa konferencijom International workshop on low energy positron and positronium physics pod naslovom POSMOL. Saša Dujko je bio član Organizacionog komiteta jubilarne 20. Evropske konferencije atomske i molekularne fizike jonizovanog gasa (engl. XX European Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases) koja je održana od 13. do 17. jula 2010. godine u Novom Sadu. Bio je član organizacionog komiteta V konferencije elementarnih procesa u atomskim sistemima, koja je održana od 21. do 25. juna 2011. godine u Beogradu i predsednik Organizacionog komiteta 2. Nacionalne konferencije elektronske, atomske, molekulske i ftonske fizike koja je održana 21. juna 2011. godine, takođe u Beogradu. Član je naučnog komiteta ove konferencije.

Saša Dujko je objavio veći broj naučnih radova, od čega je preko 40 objavljeno u renomiranim međunarodnim naučnim časopisima sa ISI liste. Do aprila 2015. godine, prema Web of Science njegovi radovi su citirani više od 300 puta, a tzv. h faktor je 12. Održao je veći broj predavanja po pozivu na najprestižnijim konferencijama u svojoj oblasti i održao je veći broj seminara na raznim univerzitetima i institutima. Učestvovao je na većem broju međunarodnih projekata, a trenutno je aktivan na projektu STW holandske fondacije pod nazivom "The start up of lightning and lightning: Streamer discharges in lamp ignition, electric switches and materials processing". Pored ovog projekta, trenutno učestvuje na COST programu TD1208 pod nazivom "Electrical Discharges with Liquids for Future Applications" kao i na projektu sa multinacionalnom kompanijom SIMENS.

Dr Saša Dujko se intenzivno bavi i obrazovanjem mladih kadrova i uvođenjem mladih u naučni rad. Bio je mentor 2 master rada koja su odbranjena 2012. i 2014. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Kao komentor, rukovodio je doktorskim disertacijama dr Ane Banković koja je odbranjena 2012. godine na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu i doktorskom disertacijom dr Arama Markosyana koja je odbranjena 2014. godine na Tehničkom univerzitet Eindhoven, u Holandiji. Trenutno je mentor Danku Bošnjakoviću na doktorskim studijama na Elektrotehničkom fakultetu (disertacija je prijavljena), kao i Jasmini Mirić, Iliji Simonović i Iliji Adžiću na doktorskim studijama na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Tokom svog boravka u Australiji, bio je asistent na nekoliko predmeta na osnovni studijama James Cook Univerziteta.

Saša Dujko je oženjen i otac dvoje dece.

## Naučna aktivnost dr Saše Dujka

U svom naučnom radu dr Saša Dujko se bavi kinetičkom teorijom neravnotežnog transporta naelektrisanih čestica u gasovima i soft-kondenzovanoj materiji i njenim primenama u različitim oblastima fizike i primenjene nauke. U fokusu njegovog istraživanja nalaze se teorijski koncepti i numeričke tehnike za rešavanje Boltzmannove transportne jednačine za naelektrisane čestice u neutralnim gasovima i tečnostima. Ništa manje značajni pravci njegovog istraživačkog rada su razvoj fluidnih modela različite kompleksnosti u pogledu inkorporirane fizike procesa, kao i razvoj, optimizacija i usavršavanje Monte Carlo tehnike za analizu transportnih procesa naelektrisanih čestica u gasovima i soft-kondenzovanoj materiji u hidrodinamičkim i nehidrodinamičkim uslovima.

Jedan od najvažnijih motivacionih faktora za razvoj eksperimenata i transportne teorije rojeva naelektrisanih čestica u drugoj polovini XX veka bio je određivanje preseka za rasejanje elektrona i jona na atomima i molekulima. Ove metode su razvili sa jedne strane Phelps, a sa druge strane Crompton i njihovi saradnici i smatraju se komplementarnim u odnosu na tehniku ukrštenih snopova i druge tehnike razvijene u okviru eksperimentalne atomske fizike. Na niskim energijama (manjim od 1 eV) tehnika rojeva se smatra superiornijom imajući u vidu ograničenja koja tehnika ukrštenih snopova ima u pogledu energijske rezolucije ali i usled prisustva sistematskih problema ukoliko se absolutne vrednosti preseka žele izmeriti. Moderna kinetička teorija transporta naelektrisanih čestica je postigla dovoljnu opštost i pouzdanost koja je verifikovana u velikom broju eksperimentima pa se u današnje vreme koristi ne samo kao alat za određivanje i normalizaciju preseka, već ona nalazi primene u raznim oblastima fizike i primenjene nauke, počevši od fizike niskotemperaturnih plazmi, preko modelovanja gasnih detektora čestica visokih energija do modelovanja pozitronskih trapova i uređaja za medicinsko slikanje i dijagnostiku.

Polazna tačka svakog teorijskog istraživanja u domenu fizike rojeva naelektrisanih čestica je Boltzmannova jednačina. Osnovni formalizam koji kandidat koristi za njeno rešavanje je momentni metod baziran na algebrici ireducibilnih sfernih tenzora. Sferno-harmonijski razvoj funkcije raspodele u brzinskom prostoru se koristi za opis ugaone zavisnosti funkcije raspodele dok se energijska zavisnost opisuje razvojem funkcije raspodele po Sonine polinomima oko težinskih funkcija koje su obično Maksvelijani. Kombinacija sfernih harmonika i Sonine polinoma daje Burnettove funkcije i vezu sa tradicionalnom kinetičkom teorijom. U pogledu broja članova u razvoju funkcije raspodele nema ograničenja i ovaj metod je istinski multi term metod za razliku od aproksimacije dva člana (engl. *two term approximation*) koja čini osnovu klasične kinetičke teorije za rešavanje Boltzmannove jednačine. Opis prostornih zavisnosti funkcije raspodele zavisi od uslova u kojima se analizira problem. U hidrodinamičkim uslovima, dakle u slučaju prostorno uniformnih polja i daleko od graničnih površina, izvora i/ili ponora čestica, primenjuje se hidrodinamička aproksimacija prema kojoj se funkcija raspodele razvija u red po stepenima gradjenata koncentracije naelektrisanih čestica. U nehidrodinamičkim uslovima ovakav pristup nije moguć i obično se nakon sferno-harmonijskog razvoja funkcije raspodele, Boltzmannova jednačina rešava na prostornoj mreži što postaje sve popularniji metod za rešavanje imajući u vidu nagli porast performansi multiprocesorskih računarskih sistema u današnje vreme. Za opis elastičnih sudara koristi se originalni Boltzmannov kolizioni operator dok se neelastični sudari opisuju tzv. Wang-Chang generalizacijom kolizionog operatora za elastične sudare. Za proračun matričnih elemenata kolizionog operatora koji opisuje konzervativne sudare koristi se Talmi transformacija koja omogućuje razdavanje efekata interakcije i mase čestica koje učestvuju u sudaru. Ovaj formalizam u tretiranju sudara omogućuje razvoj unificirane kinetičke teorije koja je primenljiva kako za elektrona tako i za jone. Nekonzervativne interakcije opisuju se kolizionim operatorima koje su razvile kolege sa James Cook Univerziteta u Australiji sredinom 80-tih godina prošlog veka. Sferno-harmonijskim razvojem funkcije raspodele i razvojem po Sonine polinomima, Boltzmannova jednačina se konvertuje u beskonačan sistem nehomogenih i međusobno spregnutih diferencijalnih jednačina. Diskretizacijom

izvoda po vremenu i odsecanjem ovih razvoja na konačan broj elemenata ovaj beskonačan sistem diferencijalnih jednačina se konvertuje u konačan sistem kompleksnih algebarskih jednačina. Matrica koeficijenata ovog sistema je kvazi-tridijagonalna a njenom inverzijom sistem se može rešiti. Kao rešenja se dobijaju momenti funkcije raspodele iz kojih se mogu izračunati svi transportni koeficijenti od interesa.

U okviru fizike rojeva dr Saša Dujko se bavi razvojem preseka za rasejanje elektrona i pozitrona na atomima i molekulima i proučavanjem transportnih procesa elektrona i pozitrona u gasovima i soft-kondenzovanoj materiji. Modelovanje eksperimenata sa rojevima naelektrisanih čestica i interpretacija eksperimentalno merenih veličina kao i načini za njihovu konverziju u rigorozno definisane transportne koeficijente u hidrodinamičkim uslovima su važan deo njegovih aktivnosti. Proučavanje kinetičkih fenomena u transportu elektrona i pozitrona indukovanih sinergijom vremenske i/ili prostorne nelokalnosti, eksplicitnim i implicitnim efektima nekonzervativnih sudara i dejstvom magnetskog polja takođe spadaju u najvažnije segment aktivnosti dr Saše Dujka.

Pored fizike rojeva naelektrisanih čestica, jedna od najvažnijih primena kinetičke teorije transporta naelektrisanih čestica je svakako u oblasti modelovanja neravnotežnih plazmi koje imaju široku primenu u najsavremenijim tehnologijama. U mikroelektronici ove plazme se koriste za modifikaciju površina poluprovodničkih materijala, koja uključuje procese depozicije tankih slojeva i anizotropnog nagrizanja plazmom kao i procese čišćenja i raspršivanja materijala. Na osnovu iskustva stečenog u poluprovodničkoj industriji, neravnotežne plazme su našle široke primene u razvoju izvora svetlosti, plazma ekrana, plazma pogona za kosmičke brodove, plazma izvora jona, pseudo spark prekidača, gasnih lasera i za uklanjanje zagađujućih gasova. Jedna od trenutno najatraktivnijih oblasti je plazma medicina u kojoj se pažljivo kontrolisana neravnotežna plazma na atmosferskom pritisku koristi za tretman otvorenih rana, sterilizaciju i sprečavanje krvarenja ali i za lečenje malignih oboljenja.

U okviru ove teme dr Saša Dujko je razvio vremenski razloženu multi term teoriju za rešavanje Boltzmannove jednačine za rojeve naelektrisanih čestica u promenljivim konfiguracijama električnih i magnetskih polja u prisustvu nekonzervativnih sudara. Osnovni motivacioni faktor za razvoj ove teorije sastoji se u sledećem: u dosadašnjim tehnikama za rešavanje Boltzmannove jednačine koristio se veliki broj eksplicitnih i implicitnih aproksimacija (npr. rešavanje Boltzmannove jednačine aproksimacijom razvoja funkcije raspodele u dva člana, korišćenje neadekvatnih razvoja funkcije raspodele u brzinskom prostoru zbog pogrešnih pretpostavki o simetrijama koje postoje u brzinskom prostoru, različiti koncepti efektivnih polja i kvazistacionarne aproksimacije za pojedine članove u razvoju funkcije raspodele) što je ograničavalo domen primenljivosti teorije isključivo na proučavanje transportnih procesa elektrona u atomskim gasovima u uskim domenima frekvencija i intenziteta polja. Takođe, doskorašnja proučavanja kinetike naelektrisanih čestica u vremenski promenljivim poljima bila su ograničena isključivo na prostorno homogene rojeve elektrona. Imajući u vidu da analiza roja naelektrisanih čestica predstavlja benchmark model za neravnotežnu plazmu u limitu malih koncentraciju naelektrisanih čestica kao i da fizika rojeva obezbeđuje ulazne podatke i recepte kako ih koristiti u modelovanju, kandidat je ove činjenice koristio kao motivacione faktore za razvoj unificirane vremenski razložene multi-term teorije za rešavanje Boltzmannove jednačine i kompleksan kompjuterski kod koji će biti primenljivi za: (1) elektrone i jone (generalno za naelektrisane čestice proizvoljne mase), (2) za sve frekvencije polja, posebno za radio-frekventnu (rf) oblast gde su kvazistatička aproksimacija i aproksimacija efektivnog polja neadekvatne, (3) kako atomske tako i molekularne gasove koji imaju kompleksne energijske zavisnosti frekvencija za relaksaciju impulsa i energije, (4) prostorno-nehomogene rojeve i (5) proizvoljnu orijentaciju električnog i magnetskog polja, proizvoljne faze između polja i generalno za proizvoljne vremenske zavisnosti električnog i magnetskog polja. Ovom teorijom je otkriven čitav niz kinetičkih fenomena u transportu elektrona indukovanih vremenskom nelokalnošću od kojih je tranzientna negativna difuzivnost u prisustvu rf električnog i magnetskog polja samo jedan primer. Jedan od najvažnijih rezultata kandidata je otkriće novog mehanizma za grejanje elektrona u induktivno-



spregnutim plazmama koji je posledica sinergije vremenske nelokalnosti transporta i efekata rezonantne apsorpcije energije u rf električnim i magnetskim poljima.

Pored razvoja kinetičkih modela neravnotežnih plazmi, dr Saša Dujko je razvio fluidni model višeg reda strimerskih pražnjenja. Strimeri su uski kanali neravnotežne plazme čija dinamika je u potpunosti određena jako lokalizovanim nelinearnim oblastima prostornog naelektrisanja i velikim gradijentima koncentracije naelektrisanih čestica. Pojavljuju se u prirodi kao prekursori munja i u obliku sprajtova na znatno većim visinama u atmosferama planeta. Imaju važne tehnološke primene počevši od prečišćavanja vode i vazduha, preko visoko naponske tehnologije u kojoj se njihova pojava mora pažljivo kontrolisati do plazma medicine gde se koriste u formi plazma džetova. Fluidni model višeg reda za strimere koji je razvio kandidat je trenutno najkompleksniji (i najtačniji kako po preciznosti tako i po reprezentovanju relevantne fizike) fluidni model neravnotežne plazme koji postoji u literaturi a motivacija za njegov razvoj pronađena je u sledećim činjenicama: (1) eksperimentalno je pokazano da je brzina propagacije strimera veća od brzine drifta elektrona što korišćenje klasičnog fluidnog modela baziranog na drift-difuzionoj aproksimaciji i aproksimaciji lokalnog polja čini problematičnim, (2) klasični fluidni model je neupotrebljiv za proračun energije elektrona imajući u vidu vremenske skale za prostiranje strimera i relaksaciju energije a to naročito dolazi do izražaja u strimerskom kanalu što ima za posledicu nemogućnost proučavanja plazma hemijskih reakcija i modelovanje strimera u tehnološkim primenama, i (3) klasični fluidni model se ne može koristiti za analizu nelokalnih efekata što je u suprotnosti sa zdravorazumskim očekivanjima da strimeri obiluju ovakvim efektima imajući u vidu da su strimeri nestacionaran, nehidrodinamički i nelinearan fenomen. U fluidnom modelu višeg reda jednačine za balans broja čestica, impulsa, energije i energijskog fluksa su spregnute sa Poissonovom jednačinom za proračun električnog polja usled efekata prostornog naelektrisanja. Kolizioni članovi su dobijeni na osnovu teorije prenosa impulsa a sistem je zatvoren na taj način što su tenzor pritiska višeg reda i tenzor toplotnog provođenja višeg reda koji se pojavljuju u jednačini balansa energijskog fluksa izraženi pomoću momenta nižeg reda, u ovom slučaju koncentracije i srednje energije. Rezultujući sistem hiperboličkih parcijalnih diferencijalnih jednačina je rešavan numerički a rešenja su proverena upoređivanjem rezultata sa rezultatima koji su dobijeni u PIC/MC simulacijama. Otkriven je veći broj fenomena u propagaciji negativnih strimera u azotu i plemenitim gasovima od kojih je jedan od najzanimljivijih nelokalno ponašanje srednje energije u strimerskom kanalu plemenitih gasova. U strimerskom kanalu gde je električno polje u potpunosti zaklonjeno efektima prostornog naelektrisanja srednja energija elektrona je između 5 i 10 eV u zavisnosti od jačine spoljašnjeg polja što je istovremeno jedan od najdramatičnijih ali i jedan od najilustrativnijih primera nelokalnih efekata koji su do sada analizirani u literaturi.

Modelovanje gasnih detektora čestica visoke energije je takođe jedna od tema koje se nalaze u fokusu istraživanja dr Saše Dujka. Zahvaljujući jednostavnoj konstrukciji, niskoj ceni po jedinici zapremine i dobrim performansama, gasni detektori čine većinu od ukupnog broja detektora koji su instalirani na ATLAS, CMS, ALICE i LHCb eksperimentima u CERNu. Osnovni zadatak modelovanja gasnih detektora je razumevanje fizike procesa u njihovom radu koje se onda može iskoristiti za projektovanje, dizajn i optimizaciju samih detektora. Bez obzira o kojem tipu detektora se radi, jasno se mogu razdvojiti tri celine u metodologiji istraživanja: (1) interakcija upadne čestice visoke energije sa gasom (ili pogodnim "konverterom") i nastajanje tzv. primarne jonizacije, (2) transport naelektrisanja u gasu pod uticajem električnog i/ili magnetskog polja, i (3) indukcija i formiranje električnog signala na elektrodama. U dosadašnjem radu najveća pažnja je bila posvećena proučavanju ove tri razdvojene celine kod ravnog pločastog detektora (engl. Resistive Plate Chambers, RPC). Ovi detektori su važan element detektorskog sistema na većini eksperimenata u CERNu ali sve više se koriste i u PET (engl. Positron Emission Tomography, PET) tehnici medicinskog slikanja. Makroskopski modeli ograničene tačnosti i ograničenog domena primenljivosti u pogledu predikcije ključnih parametara rada detektora (vremenska i prostorna rezolucija, efikasnost) bez detaljne slike na mikroskopskom nivou kada je u

pitanju kinetika naelektrisanih čestica dominiraju u literaturi posvećenoj modelovanju ovih detektora. Zbog toga je razvijen mikroskopski model detektora baziran na Monte Carlo metodi u kome se nakon nastanka primarne jonizacije prati prostorno vremenska evolucija elektrona (i jona) u individualnim sudarima sa molekulima pozadinskog gasa u detektoru i formiranje signala na elektrodama. Formalizam baziran na Monte Carlo metodi je rigorozan u odnosu na pomenute makroskopske prilaze ali istovremeno i veoma numerički zahtevan i u tom smislu zahteva korišćenje multiprocesorskih sistema visokih performansi. Trenutno se radi na razvoju kombinovanog Monte Carlo - fluidnog modela koji bi sve dobre osobine i jednog i drugog metoda sublimirao u jedan integralni model. Na ovaj način biće inkorporirani efekti prostornog naelektrisanja čije razmatranje je neophodno u slučaju da se detektor koristi u strimerskom modu rada.

Modelovanje sudarnih i transportnih procesa pozitrona u gasovima i tečnostima je još jedan od pravaca istraživanja na kojem kandidat uspešno radi samostalno ali i u saradnji sa svojim kolegama iz Centra za neravnotežne procese. Anihilacija elektrona i pozitrona i nastanak dva gama fotona je fundamentalan proces koji danas ima primene u različitim oblastima fizike i primenjene nauke, počevši od ispitivanja materijala do primena u medicini za PET tehniku medicinskog slikanja koja se koristi u dijagnostici malignih oboljenja i degenerativnih oboljenja mozga. Ove tehnologije će postići svoj pun potencijal i biće maksimalno iskorišćene tek kada se empirijski pritupi u proučavanju interakcije antimaterije i materije zamene detaljnim poznavanjem fizike ovih procesa, uključujući poznavanje preseka za interakciju pozitrona i sekundarnih elektrona sa biomolekulima ali i osnovnih karakteristika transporta i termalizacije ovih čestica u živim tkivima. Poznavanje ovih fundamentalnih procesa je od ključne važnosti i u modelovanju pozitronskih trapova koji predstavljaju veoma sofisticirane uređaje za proizvodnju i akumulaciju pozitrona koji se onda mogu koristiti u različitim eksperimentima.

U kontekstu modelovanja pozitronskih trapova najveća pažnja u dosadašnjem radu posvećena je proučavanju sudarnih i transportni procesa pozitrona sa ciljem unapređenja i optimizacije Penning–Malmberg–Surko trapa koji je instaliran u Centru za proučavanje interakcije antimaterije i materije na Australijskom Nacionalnom Univerzitetu. Najznačajniji rezultati su postignuti u analizi dve važne ali različite faze ovog eksperimenta. U fazi u kojoj se pozitroni termalizuju i hlade u velikom broju sudara sa molekulima pozadinskog gasa razmatrano je kako smanjiti gubitke usled formiranja pozitronijuma (Ps) i koji sastav gasne smeše je najoptimalniji za ove potrebe. U tom smislu formirani su setovi preseka za rasejanje pozitrona u  $N_2$ ,  $H_2$  i  $CF_4$  i izračunati su transportne karakteristike pozitrona u gasnim smešama ovih gasova uključujući vremena termalizacije. U fazi u kojoj je efikasnost skladištenja pozitrona od najveće važnosti, razmatrano je kako promene potencijala polja utiču na efikasnost akumulacije i izbacivanje snopa pozitrona iz samog trapa. Konačno razmatrani su efekti magnetskog polja na pozitrona sa ciljem smanjenja bočne difuzije tokom njihovog transporta unutar trapa.

Istraživački rad dr Saše Dujko je baziran na gore pomenutim temama i problemima i može se podeliti u 4 osnovne kategorije:

- 1. Kinetička teorija transporta rojeva naelektrisanih čestica i podaci za rojeve elektrona**
- 2. Modelovanje neravnotežnih plazmi, strimera i planetarnih atmosferskih pražnjenja**
- 3. Modelovanje gasnih detektora čestica visoke energije**
- 4. Sudarni i transportni procesi pozitrona u gasovima i tečnostima: primene u biomedicini i modelovanju pozitronskih trapova**

# 1. Kinetička teorija transporta rojeva naelektrisanih čestica i podaci za rojeve elektrona

## (A) Transportni koeficijenti i preseki za rasejanje elektrona

1. *A set of cross sections and transport coefficients for electrons in HBr*  
O. Šašić, S. Dujko, T. Makabe and Z.Lj. Petrović  
*Chemical Physics* **398** (2012) 154
2. *Electron swarm transport in THF and water mixtures*  
R.D. White, M.J. Brunger, N.A. Garland, R.E. Robson, K.F. Ness, G. Garcia, J. de Urquijo, S. Dujko, and Z. Lj. Petrović  
*Eur. Phys. J. D* **68** (2014) 125

U prvom radu je kompletiran skup preseka za rasejanje elektrona u gasu hidrogen bromidu (HBr) koji je od posebne važnosti u tehnologiji procesiranja plazmom. Eksperimentalni i teorijski podaci za preseke su sakupljeni iz literature a finalni set je pažljivo kompletiran posle niza kritičnih koraka od kojih su od posebne važnosti bili proračun preseka za rotacionu ekscitaciju primenom Takayanagi formule imajući u vidu veliki dipolni moment ovog molekula i ekstrapolacija pojedinih preseka na visoke energije koristeći Bornovu aproksimaciju. Na osnovu ovog seta izračunati su transportni koeficijenti za elektrone u vremenski statičkim i vremenski promenljivim ukrštenim električnim i magnetskim poljima primenom Monte Carlo metoda. Iz skupa važnih rezultata koji su dobijeni izdvajamo nepostojanje efekta negativne diferencijalne provodnosti ali i nepostojanje fenomena anomalne anizotropne difuzije u ac poljima kao direktne posledice veoma slabe energijske zavisnosti totalne kolizione frekvence. Kompletiran set preseka za rasejanje elektrona i izračunati transportni koeficijenti elektrona mogu se direktno koristiti u kinetičkim i fluidnim modelima HBr plazme.

U drugom radu imajući u vidu značaj razmevanja neravnotežnih elektron indukovanih procesa kao i interakcije elektrona i biomolekula u živom tkivu za plazma medicinu i radijacionu dijagnostiku, kompletirani su preseki za rasejanje elektrona u vodenoj pari (H<sub>2</sub>O) i tetrahidrofuranu (THF). Na osnovu ovih preseka primenom multi term teorije za rešavanje Boltzmannove jednačine izračunati su transportni koeficijenti za elektrone u smešama H<sub>2</sub>O i THF i diskutovani su trendovi njihovog ponašanja. Naručita pažnja je posvećena presecima i rejtu koeficijentima za disocijativni zahvat elektrona imajući u vidu da oštećenja tkiva dejstvom jonizujućeg zračenja nastaju jednim delom usled disocijativnog zahvata niskoenergijskih elektrona koji kidaju veze koje postoje u DNK molekulu a drugim delom usled direktne interakcije elektron indukovanih radikala i DNK molekula. Posebno je apostrofirana značaj modifikacije preseka za rasejanje elektrona na biomolekulima u gasnoj fazi na one u tečnostima primenom strukturnih faktora za opis koherentnih efekata višestrukog rasejanja.

## (B) Modelovanje eksperimenata sa rojevima naelektrisanih čestica

1. *Periodic structures in the Franck Hertz experiment with neon: Boltzmann equation and Monte Carlo analysis*  
R.D. White, R.E. Robson, P. Nicoletopoulos and S. Dujko  
*Eur. Phys. J. D* **66** (2012) 117
2. *Spatially resolved transport data for electrons in gases: Definition, interpretation and calculation*  
S. Dujko, R.D. White, Z.M. Raspapović, Z.Lj. Petrović  
*Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **279** (2012) 84-91

2014. godine se navršilo tačno 100 godina od čuvenog Franck-Hertzovog eksperimenta kojim je definitivno potvrđena kvantna priroda atomskih energijskih nivoa. Iako se detaljan opis ovog

eksperimenta može naći u velikom broju knjiga i naučnih radova kao i na velikom broju web sajtova, i iako u slobodnoj prodaji postoje komercijalni uređaji za demonstraciju ovog eksperimenta u laboratorijama, može se uočiti sistematsko pojednostavlјivanje a ponekad i nerazumevanje osnovne fizike ovog eksperimenta. Dakle šta se zaista dešava u Franck-Hertzovom eksperimentu je tema prvog rada a kao primer su razmatrani elektroni u neonu. Pokazano je da je reprezentacija elektrona u formi mono-energijskog neusmerenog snopa, koji se nalazi pod uticajem samo jednog neelastičnog procesa koji odgovara jednom kvantnom stanju atoma i koja vodi ka prostorno uniformnom, nazubljenom i testerastom strujno-naponskom signalu u potpunosti netačna kako kvalitativno tako i kvantitativno. Pokazano je da zbog velikog broja elastičnih sudara brzine elektrona su randomizovane što vodi ka skoro izotropnoj raspodeli brzina. Ovo znači da je simultano otvoreno nekoliko kanala za neelastične procese a talasna dužina periodičnih struktura u strujno-naponskom signalu je određena kompozitnim dejstvom ovih neelastičnih procesa a ne samo jednim. Pokazano je da su promene periodičnih struktura nisu oštre i nazubljene već glatke a uniformnost ovih promena se opaža tek u oblastima koje su značajno udaljene od izvora elektrona. Konačno pokazano je da sam eksperiment može da se izvodi samo u određenom opsegu primenjenih napona i gasnih pritisaka. Ova analiza je urađena kako Monte Carlo simulacijama tako i numeričkim rešavanjem Boltzmannove jednačine u nehidrodinamičkim uslovima koji odgovaraju Franck-Hertzovom eksperimentu.

U drugom radu razmatran je čitav spektar pitanja koja se nameću prilikom analize transporta naelektrisanih čestica u nehidrodinamičkim uslovima. Diskutovane su numeričke tehnike za samplovanje prostorno-razloženih karakteristika rojeva naelektrisanih čestica u prisustvu električnog i magnetskog polja u Monte Carlo simulacijama. Pokazano je da su tranzientne prostorne strukture u funkciji raspodele reflektovane i u prostornim strukturama profila roja i srednje energije roja tokom njegove prostorno-vremenske evolucije pod uticajem električnog i magnetskog polja. Pokazano je da je priroda ovih struktura identična onima koje su opažene u Franck-Hertzovom eksperimentu. Posebna pažnja je posvećena značaju tretiranja jonizacije kao nekonzervativnog procesa a pojednostavljeni koncepti u ovom tretmanu su detaljno analizirani i ukazano je na njihove domene primenljivosti. Razmatrana je prostorna relaksacija elektrona u steady-state Townsendovom eksperimentu i pokazano je da se prostorno nelokalni efekti u atomskim gasovima mogu kontrolisati dodavanjem male količine molekularnog gasa ali i primenom magnetskog polja.

### **(C) Kinetički fenomeni u transportu elektrona i pozitrona**

1. *A multi-term solution of the non-conservative Boltzmann equation for the analysis of temporal and spatial non-local effects in charged-particle swarms in electric and magnetic fields*  
**S. Dujko, R.D. White, Z.Lj. Petrović and R.E. Robson**  
*Plasma Source Sci. Technol.* **20** (2011) 024013
2. *Visualization of electron transport coefficients in RF electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles*  
**S. Dujko, R.D. White and Z.Lj. Petrović, IEEE Trans. Plasma Sci.** **39** (2011) 2560
3. *On the approximation of transport properties in structured materials using momentum transfer theory*  
**G.J. Boyle, R.D. White, R.E. Robson, S. Dujko and Z. Lj. Petrović**  
*New Journal of Physics* **14** (2012) 045011
4. *Kinetic Phenomena in Transport of Electrons and Positrons in Gases caused by the Properties of Scattering Cross Sections*

Zoran Lj. Petrović, Srđan Marjanović, **Saša Dujko**, Ana Banković, Olivera Šašić, Danko Bošnjaković, Vladimir Stojanović, Gordana Malović, Stephen Buckman, Gustavo Garcia, Ron White, James Sullivan and Michael Brunger  
*J. Phys.: Conf. Ser. Series* **488** (2014) 012047

U prvom radu su sistematski proučavani kinetički fenomeni transporta elektrona indukovani vremenskom i prostornom nelokalnošću. Hijerarhija kinetičkih jednačina koja se dobija nakon sferno-harmonijske dekompozicije Boltzmannove jednačine u hidrodinamičkim i nehidrodinamičkim uslovima numerički je rešavana opisujući brzinsku zavisnost funkcije raspodele razvojem po Sonine polinomima oko Maksimalne težinske funkcije primenjujući tzv. dvo-temperatursku teoriju. Uočen je čitav niz fenomena tokom vremenske relaksacije elektrona od kojih je možda najupečatljiviji negativna tranzientna difuzivnost indukovana eksplicitnim efektima magnetskog polja. Pokazano je da se ugao između električnog i magnetskog polja može koristiti za kontrolu relaksacionih procesa. Ispitivana je osetljivost dijagonalnih i van-dijagonalnih elemenata difuzionog tenzora na prisustvo magnetskog polja i nekonzervativnih sudara. Ispitivana su ograničenja klasične teorije transporta naelektrisanih čestica bazirane na aproksimaciji dva člana za rešavanje Boltzmannove jednačine. U domenu nehidrodinamičkih uslova, diskutovana su numerička rešenja Boltzmannove jednačine u analizi prostorne relaksacije elektrona u steady-state Townsend uslovima.

U drugom radu pažnja je bila fokusirana na vizuelizaciju transportnih koeficijenata u radio-frekventnim električnim i magnetskim poljima. Prikazani su 3D vremenski profili srednje energije, brzine drifta i difuzionih koeficijenata u funkciji ugla između električnog i magnetskog polja. Diskutovani su trendovi ponašanja transportnih koeficijenata i implikacije koje ovi trendovi ponašanja imaju u modelima induktivno-spregnutih plazmi.

Treći rad je objavljen u časopisu visokog impakt faktora (New Journal of Physics) u kome je prikazan fluidni model za analizu transporta elektrona i pozitrona u soft-kondenzovanoj materiji. U radu je diskutovano kako uključiti efekte koherentnog rasejanja u transportnu teoriju modifikujući preseke za rasejanje u gasnoj fazi uključivanjem prostornih i vremenskih korelacija čestica koje se rasejavaju i strukturnih faktora. Modifikovane su fluidne jednačine za gasnu fazu u one za soft-kondenzovanu materiju, uključujući Wanijerovu relaciju za srednju energiju i generalisane Einsteinove jednačine. Teorija je testirana u benčmark proračunima za elektrone u Percus-Yevick modelu a za pozitrone u tečnom argonu. Rezultati su upoređeni sa multi term rešenjima Boltzmannove jednačine.

U četvrtom radu diskutovana je uloga kinetičke teorije i fizike rojeva u modelovanju neravnotežnih plazmi i fizici pozitrona. Posebna pažnja je posvećena kinetičkim fenomenima u transportu elektrona i pozitrona i potencijalnim implikacijama koje mogu imati u modelovanju neravnotežnih plazmi i pozitronskih trapova.

#### **(D) Monte Carlo simulacije hidrodinamičkih i nehidrodinamičkih efekata u prostorno-vremenskoj evoluciji rojeva naelektrisanih čestica**

##### **1. Monte Carlo analysis of ionization effects on spatiotemporal electron swarm development**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopović, R.D. White, T. Makabe and Z.Lj. Petrović  
*Eur. Phys. J. D* **68** (2014) 166

##### **2. Spatiotemporal characteristics of charged particle swarms in orthogonal electric and magnetic fields**

Z.M. Raspopović, **S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* **39** (2011) 2566

U oba rada proučavana je prostorno-vremenska evolucija roja elektrona u situacijama kada je transport elektrona pod jakim uticajem nekonzervativnih sudara. Slična istraživanja su veoma retka u literaturi i

praktično nemoguća primenom Boltzmannove jednačine zbog numeričke kompleksnosti proračuna. U prvom radu je diskutovan razvoj prostorno-periodičnih struktura u funkciji raspodele i profila broja elektrona. Uočeno je da način raspada ovih tranzijentnih struktura tokom evolucije roja zavisi od načina na koji se tretira proces jonizacije u simulacijama i načina na koji se raspodeljuje energija između dva elektrona nakon jonizacije. Ispitivana je i osetljivost transportnih koeficijenata na način na koji se raspodeljuje energija između dva elektrona nakon jonizacije. Najveću osetljivost pokazuju difuzioni koeficijenti.

U drugom radu razmatran je sinergijski efekat jonizacije i magnetskog polja na prostorno-vremensku evoluciju roja elektrona. Primenom magnetskog polja, uočeno je da je roj prostorno više lokalizovan u odnosu na situaciju bez magnetskog polja zbog eksplicitnih orbitalnih efekata koji sprečavaju difuziju u ravni koja je normalna na magnetsko polje. Pokazano je da elastični sudari vode ka prigušenju prostornih struktura koje postoje u profilima funkcije raspodele i drugih karakteristika roja i da se magnetsko polje može koristiti za kontrolu tranzijentnih procesa u prostorno-vremenskoj evoluciji roja elektrona.

## 2. Modelovanje neravnotežnih plazmi, strimera i planetarnih atmosferskih pražnjenja

1. High-order fluid model for streamer discharges: I. Derivation of model and transport data  
**S. Dujko**, A.H Markosyan, R.D White and U. Ebert  
J. Phys. D: Appl. Phys. 46 (2013) 475202 (17pp)
2. High-order fluid model for streamer discharges: II. Numerical solution and investigation of planar fronts  
A.H. Markosyan, **S. Dujko** and U. Ebert  
J. Phys. D: Appl. Phys. 46 (2013) 475203 (14pp)
3. Boltzmann equation analysis of electron transport in a  $N_2-O_2$  streamer discharge  
**S. Dujko**, U. Ebert, R.D. White and Z.Lj. Petrović  
Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 08JC01

Tokom svog postdoktorskog rada u grupi za Multiscale modeling and non-linear dynamics na Holandskom Nacionalnom Institutu za matematiku i informatiku, dr Saša Dujko je razvio fluidni model višeg reda za strimerska pražnjenja. U prvom radu opisan je ovaj model koji je zasnovan na momentnim jednačinama za balans broja čestica, impulsa, energije i energijskog fluksa koje su spregnute sa Poissonovom jednačinom za proračun električnog polja usled prostornog naelektrisanja. Jednačine su dobijene integracijom Boltzmannove jednačine u brzinskom prostoru a članovi koji opisuju sudare naelektrisanih čestica (elektrona i jona) sa molekulima pozadinskog gasa su dobijeni primenom teorije prenosa impulsa. Rezultujući sistem diferencijalnih jednačina je zatvoren na taj način što su tenzorske veličine višeg reda u jednačini balansa za energijski fluks prikazane u formi proizvoda momenata nižeg reda. U istom radu prikazan je i fluidni model prvog reda i diskutovani su njegovi nedostaci u modelovanju strimera. Iako su strimeri bili u fokusu ovog istraživanja, fluidni model višeg reda koji je razvijen se može relativno jednostavno modifikovati i adaptirati za analizu drugih tipova neravnotežnih pražnjenja.

U drugom radu opisan je numerički metod za rešavanje rezultujućeg sistema hiperboličkih parcijalnih diferencijalnih jednačina koje se dobijaju u fluidnom modelu višeg reda. Proučavana je propagacija negativnih strimera u molekularnom azotu. Rezultati za koncentraciju elektrona i jona, raspodelu električnog polja kao i vremensku evoluciju srednje brzine i srednje energije elektrona su

upoređeni sa rezultatima koje predviđaju klasični fluidni model i PIC/MC simulacije. Pokazano je da se rezultati fluidnog modela višeg reda dobro slažu sa rezultatima koji su dobijeni u PIC/MC simulacijama. Proučavana je tranzicija elektronskih lavina u strimere i opažen je čitav niz nelokalnih efekata od kojih je svakako najilustrativniji primer nelokalno ponašanje srednje energije u strimerskom kanalu. Posebna pažnja je posvećena korektnoj implementaciji transportnih koeficijenata u model ali i tretmanu energijskog fluksa u modelovanju strimera.

U trećem radu dr Saša Dujko je primenom multi term teorije za rešavanje Boltzmannove jednačine izračunao transportne koeficijente elektrona u smešama  $N_2$  i  $O_2$  koji su neophodni kao ulazni podaci za fluidne modele strimera. Posebna pažnja posvećena je delovanju trojnog zahvata elektrona u  $O_2$ . Uočeno je da trojni zahvat elektrona indukuje nehidrodinamično ponašanje u profilima transportnih koeficijenata jer oni postaju zavisni od pritiska. Diskutovana je negativna diferencijalna provodnost u limitu malih električnih polja i implikacije koje trojni zahvat ima na ponašanje difuzionih koeficijenata. Rad je rezultirao najkompletnijom bazom podataka za transportne koeficijente u smešama  $N_2$  i  $O_2$  koja se može koristiti u modelovanju strimera.

### 3. Modelovanje gasnih detektora čestica visokih energija

1. Boltzmann equation and Monte Carlo studies of electron transport in resistive plate chambers  
D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
J. Phys. D. **47** (2014) 435203
2. A microscopic Monte Carlo approach in modeling of Resistive Plate Chambers  
D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
J. Intrum **9** (2014) P09012
3. Simulation and modeling of resistive plate chambers  
D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
J. Phys.: Conf. Ser. 565 (2014) 012008 (8pp)

Modelovanje gasnih detektora čestica visokih energija je novi pravac istraživanja u Centru za neravnotežne procese Instituta za fiziku iniciran od strane dr Saše Dujka. U prvom radu primenom multi term teorije za rešavanje Boltzmannove jednačine i Monte Carlo metodom proučavan je transport elektrona u smešama  $C_2H_2F_4$ , iso- $C_4H_{10}$  i  $SF_6$  koje se koriste u detektorima sa ravnim otpornim pločama (engl. Resistive plate chambers). Pored sve veće uloge koju imaju u PET (Positron Emission Tomography) tehnici medicinskog slikanja, ovi detektori se koriste za trigerovanje i time-of-flight merenja na većini eksperimenata u CERNu. Izračunati su transportni koeficijenti za gasne smeše koje se korise u RPC sistemima na ALICE, CMS i ATLAS eksperimentima. Najzanimljivije ponašanje opaženo je u slučaju smeše koja se koristi za time-of-flight merenja na ALICE eksperimentu, gde balk brzine drifta pokazuje efekat negativne diferencijalne provodnosti uz istovremeno odsustvo ovog fenomena za fluks komponentu. Monte Carlo metod je korišćen za samplovanje prostorno-razloženih karakteristika roja koji su bili neophodni za fizikalno tumačenje ovog i drugih fenomena.

U drugom radu prikazan je mikroskopski model RPC detektora zasnovan na Monte Carlo metodi. Model je zasnovan na praćenju trajektorija individualnih elektrona i njihovih sudara sa molekulima pozadinskog gasa. Razmatrana je statistika lavinskog procesa kako u beskonačnom gasu tako i u modelu u kome su uvedene elektrode. Efekti primarne jonizacije koji opisuje nastajanje klastera elektrona i jona nakon prolaska čestice visoke energije kroz detektor su takođe implemetirani a rezultati modelovanja su upoređeni sa rezultatima koje predviđaju analitičke teorije. Najveća pažnja je posvećena uticaju različitih setova preseka za rasejanje elektrona u  $C_2H_2F_4$ , koji je noseći gas u ovom detektoru, na vremensku

rezoluciju i efikasnost detektora. Pokazano je da rezultati koji su dobijeni korišćenjem normiranih setova preseka za rasejanje elektrona primenom tehnika rojeva elektrona, daju najbolje slaganje sa eksperimentalnim merenjima vremenske rezolucije i efikasnosti detektora.

U trećem radu su sumiranirezultati prva dva rada i prikazani su rezultati koji se nisu našli u prva dva rada.

#### **4. Sudarni i transportni procesi pozitrona u gasovima i tečnostima: primene u biomedicini i modelovanju pozitronskih trapova**

1. Chemistry induced during the thermalization and transport of positrons and secondary electrons in gases and liquids  
S. Marjanović, A. Banković, R.D. White, S.J. Buckman, G. Garcia, G. Malović, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović  
Plasma Sources Sci. Technol. **24** (2015) 025016
2. On the use of MonteCarlo simulations to model transport of positrons in gases and liquids  
Z.Lj. Petrović, Srdjan Marjanović, S. Dujko, A. Banković, G. Malović, S. Buckman, G. Garcia, R. White, M. Brunger  
Appl. Radiat. Isotop. **83** (2014) 148–154
3. Low-energy electron and positron transport in gases and soft-condensed systems of biological relevance  
R.D. White, W. Tattersall, G. Boyle, R.E. Robson, S. Dujko, Z.Lj. Petrović, A. Banković, M.J. Brunger, J.P. Sullivan, S.J. Buckman, G. Garcia  
Appl. Radiat. Isotop. **83** (2014) 77–85
4. Positron transport in CF<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> mixtures  
A. Banković, **S. Dujko**, S. Marjanović, R.D. White, and Z.Lj. Petrović  
Eur. Phys. J. D **68** (2014), 127
5. On approximations involved in the theory of positron transport in gases in electric and magnetic fields  
A. Banković, S. Dujko, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović  
Eur. Phys. J. D **66** (2012) 174
6. Data for modeling of positron collisions and transport in gases  
Z. Lj. Petrović, A. Banković, S Dujko, S. Marjanović, G. Malović, J. P. Sullivan and S. J. Buckman  
AIP Conf. Proc. **1545** (2013) 115
7. Monte Carlo simulation and Boltzmann equation analysis of non-conservative positron transport in H<sub>2</sub>  
A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović  
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B **279** (2012) 92-95
8. Positron transport in water vapor  
A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, J.P. Marler, S.J. Buckman, S. Marjanović, G. Malović, G. Garcia and Z.Lj. Petrović



9. Positron transport in molecular gases in crossed electric and magnetic fields  
A. Banković, **S. Dujko**, R. D. White, G. Malović, S. J. Buckman and Z. Lj. Petrović  
Journal of Physics: Conference Series **262** (2011) 012007

U prva tri rada analizirane su mogućnosti primene kinetičke teorije neravnotežnog transporta elektrona za modelovanje transporta pozitrona u gasovima i tečnostima imajući na umu biomedicinske primene sa jedne, a sa druge strane dizajn i optimizaciju pozitronskih trapova. Diskutovana je metodologija istraživanja imajući u vidu specifičnost problema transporta pozitrona kako u gasovima tako i u tečnostima. Ukazano je na značaj normalizacije preseka za rasejanje pozitrona i benčmark proračuna. Primenjujući Monte Carlo metod i multi term teoriju za rešavanje Boltzmannove jednačine proučavani su ključni problemi sa stanovišta biomedicinskih aplikacija, a to su: (1) transport i termalizacija pozitrona u vodenoj pari i vodi kao tečnosti, (2) izračunate su trajektorije pozitrona i sekundarnih elektrona, (3) proučavana je uloga sekundarnih elektrona u kidanju lanaca DNK molekula i diskutovana je njihova mnogo veća efikasnost u disocijaciji bio-molekula u odnosu na inicijalne pozitrone imajući aplikacije u domenu radijacione terapije na umu, (4) procenjen je značaj modifikacije preseka za rasejanje elektrona i pozitrona iz gasne u tečno stanje modifikacijom transportne teorije za elektrone u gasove uvođenjem efekata višestrukog rasenja i strukturnih faktora, i konačno (5) identifikovane su veličine koje treba izračunati u simulacijama koje adekvatno opisuju indukovane bio-hemijske procese u živom tkivu, kao što su domet prodiranja primarnih pozitrona i sekundarnih elektrona i energija koja se deponuje u ovim procesima.

U sledeća četiri rada analiziran je transport pozitrona u smešama  $N_2/CF_4$  i čistom  $H_2$  imajući u vidu neophodnost poznavanja sudarnih i transportnih procesa za optimizaciju i dizajn pozitronskih trapova. Formirani su setovi preseka za rasejanje pozitrona u  $CF_4$  i  $H_2$  i diskutovane su osnovne karakteristike ovih setova imajući u vidu prirodu interakcije pozitrona i ovih molekula. Opažen je čitav niz kinetičkih fenomena u transportu od kojih su najzanimljiviji oni indukovani nekonzervativnom prirodom formiranja pozitronijuma. Kao ilustrativan primer, obe komponente brzine drifta pokazuju efekat negativne diferencijalne provodnosti u  $CF_4$  dok u  $H_2$  efekat pokazuje samo balk komponenta. Za fizikalno objašnjenje ovakvih netipičnih pojava koje se ne mogu analizirati na osnovu pojedinačnih trajektorija pozitrona korišćene su prostorno razložene karakteristike pozitrona koje su dobijene u detaljnim Monte Carlo simulacijama.

U radu broj 5 na osnovu rigoroznih multi term rešenja Boltzmannove jednačine testiran je čitav niz aproksimacija koje se danas koriste u analizi transporta pozitrona u gasovima u različitim oblastima primenjene fizike i fizike pozitrona. Ilustrovano je sledeće: (1) neadekvatnost korišćenja istih setova preseka za rasejanje elektrona i pozitrona u postojećom modelima interakcije antimaterije i materije, (2) ograničenja klasične teorije transporta lakih naelektrisanih čestica bazirane na aproksimaciji dva člana za rešavanje Boltzmannove jednačine, i (3) pručavan je domen primenljivosti elementarne Langevinove teorije i Tonksove teoreme za opis transporta pozitrona u električnim i magnetskim poljima.

Radovi 6 i 9 sumiraju postignute rezultate i stavljaju ih u širi kontekst fizike pozitrona imajući u vidu tehnološke primene. Rad broj 8 je publikovan u časopisu visokog impakt faktora (New Journal of Physics) u kome su diskutovani preseki za rasejanje pozitrona u vodenoj pari. Na osnovu ovih preseka izračunati su transportni koeficijenti u električnim i ukrštenim električnim i magnetskim poljima primenjujući multi term teoriju za rešavanje Boltzmannove jednačine i Monte Carlo metod. Ovaj rad je privukao veliku pažnju istraživača iz oblasti radijacione terapije jer su prvi put u literaturi diskutovani sudarni i transportni procesi pozitrona u vodenoj pari koja je najvažniji analogon bio-molekula.

# Elementi za kvalitativnu analizu rada kandidata

## 1. Pokazatelji uspeha u naučnom radu

### 1.1. Nagrade i priznanja za naučni rad

- Nagrada Dr Ljubomir Ćirković za najbolji diplomski rad na Fizičkom fakultetu 2001. godine.
- Nagrada Dr Ljubomir Ćirković za najbolji magistarski rad na Fizičkom fakultetu 2004. godine.
- International Postgraduate Research Scholarship (IPRS) Australian Award in 2004.
- Graduate Research School Scholarship Award in 2007 (James Cook University).
- Write-up Scholarship and Doctoral Publication Award in 2008 (James Cook University).
- Godišnja studentska nagrada Instituta za fiziku za najbolju doktorsku disertaciju 2009. godine.
- Godišnja nagrada Instituta za fiziku za naučni rad 2012. godine.

### 1.2. Uvodna predavanja na konferencijama i druga predavanja po pozivu

#### Uvodna predavanja na međunarodnim konferencijama nakon izbora u prethodno zvanje:

- **Recent results from studies of non-equilibrium electron transport in modeling of low-temperature plasmas and particle detectors**  
S. Dujko, D. Bošnjaković, J. Mirić, I. Simonović, Z.M. Raspopović, R.D. White, A.H. Markosyan, U. Ebert and Z.Lj. Petrović  
9th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2014) and EU COST MP1101 Workshop on Atmospheric Plasma Processes and Sources, 19-23 January 2014, Bohinjska Bistrica, Slovenia
- **Non-conservative electron transport in gases and its application in modeling of non-equilibrium plasmas and particle detectors**  
S. Dujko, Z.Lj. Petrović, R.D. White, D. Bošnjaković, J. Mirić, A.H. Markosyan and U. Ebert  
XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan
- **Transport and collisional processes for electrons in gases and their application to study non-equilibrium plasmas**  
S. Dujko  
43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics (DAMOP, June 4-8, 2012, Anaheim, California, USA
- **Kinetic phenomena and transport data for charged particles in non-equilibrium plasma discharges**  
S. Dujko, R.D. White, U. Ebert and Z.Lj. Petrović

8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing "Atomic and Molecular Database for Plasmas and Surfaces", January 16-18, 2012 Todaiji Culture Center, Todaiji Temple, Nara, Japan

- **Spatially resolved transport properties for electrons in gases: Definition, interpretation and calculation**  
**S. Dujko**, R.D. White, Z.M. Raspopović and Z.Lj. Petrović, in Proceedings of the 5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems, 21-25 June 2011, Belgrade, Serbia
- **Elementary physical processes of electrons in planetary atmospheric discharges**  
**S. Dujko**  
Workshop on Modeling TLEs and TGFs, 20-24 Oct 2014, Lorentz Center, Leiden, The Netherlands

### **Oralne prezentacije i druga predavanja po pozivu nakon izbora u prethodno zvanje:**

- **Kinetic modeling of non-equilibrium plasma discharges: Achievements and Prospects**  
**S. Dujko**  
23rd Symposium Plasma Physics & Radiation Technology, 15-16 March 2011, Lunteren, The Netherlands
- **Opis neravnotežnog transporta naelektrisanih čestica primenom Boltzmannove jednačine**  
**S. Dujko** i Zoran Lj. Petrović  
6.12.2011 Srpska Akademija Nauka i Umetnosti, Odeljenje tehničkih nauka
- **My Research Career Path**  
**S. Dujko**  
24th July 2012, Keio University, Yokohama, Japan
- **Transport of electrons as the basis for fundamental physics of resistive plate chambers**  
**S. Dujko** and D. Bošnjaković  
May 2013, CWI & NIKHEF, Amsterdam, The Netherlands
- **Non-equilibrium transport of electron swarms in gases and its application in modeling of low-temperature plasmas and particle detectors**  
**S. Dujko**  
May 2014, High Voltage Laboratory ETH University, Zurich Switzerland

Dr Saša Dujko je **bio koautor i 17 predavanja po pozivu na međunarodnim konferencijama od izbora u prethodnu zvanje** čiji kompletan spisak se nalazi u spisku radova.

### **Uvodna predavanja na međunarodnim konferencijama pre izbora u prethodno zvanje:**

- **Recent advances in the kinetic theory of hydrodynamic and non-hydrodynamic charged particle swarms in gases**  
**S. Dujko**

62nd Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), October 20-23, 2009, Saratoga Springs, New York, USA, Bulletin of the American Physical Society, Vol. 54, No. 12, p.11

- **The Multi-term Boltzmann equation analysis of non-conservative electron transport in time-dependent electric and magnetic fields**  
**S. Dujko** and R.D. White  
24th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases  
August 28-29, 2008, Novi Sad, p.19
- **On developments in the transport theory of electron and positron swarms**  
R.D. White, **S. Dujko**, R.E. Robson, K.F. Ness, B. Li and Z.Lj. Petrović  
XV International Symposium on electron-molecule collisions and swarms, 1-4 August 2007, Reading, United Kingdom
- **The determination of Low Energy Electron-Molecule Cross Sections via Swarm Analysis**  
**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović  
1st National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics (CEAMPP 2008), 15-18 May 2008 Zaječar, Serbia, Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports (Eds. A.R. Milosavljević, D. Šević and B.P. Marinković), pp.17

#### **Oralne prezentacije i druga predavanja po pozivu pre izbora u prethodno zvanje:**

- **Electron transport in pure CF<sub>4</sub> in crossed dc electric and magnetic fields**  
**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic, ž  
Fifth General Conference of the Balkan Physical Union, BPU-5, 25-29. avgust 2003, Book of Abstracts, Vrnjacka Banja, Serbia and Montenegro, (2003), [SO08-003].
- **Transport coefficients for electrons in CF<sub>4</sub> in E(t)×B(t)**  
**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic  
Proc. Tenth International Symposium on Gaseous Dielectrics (28 March - 2 April 2004, Athens, Greece) (Ed.s L. Christophorou, J. Olthof) (2004).
- **Complex interplay of collisional and RF electric/magnetic field effects for electron transport in gases**  
**S. Dujko**, R.D. White, K.F. Ness and R.E. Robson  
61st Annual Gaseous Electronics Conference, October 13-17, 2008, Dallas, Texas USA, Bulletin of the American Physical Society, Vol 53, No. 10, October 2008, GEC Meeting, VF2 5, p.87
- **Non-equilibrium transport of electrons and positrons in gases**  
**S. Dujko**  
Centre for Mathematics and Informatics (CWI), P.O. Box 94079, 1090 GB Amsterdam, The Netherlands, 8th of February, 2010

Dr Saša Dujko je **bio koautor i 10 predavanja po pozivu na međunarodnim konferencijama pre izbora u prethodnu zvanje** čiji kompletan spisak se nalazi u spisku radova.

### 1.3. Članstva u odborima međunarodnih naučnih konferencija i odborima naučnih društava

- Od 2009. godine član Međunarodnog naučnog komiteta Internacionalnog simpozijuma elektron-molekulskih sudara i rojeva (International Advisory Committee for the Electron-Molecule Symposium). Održane konferencije:
  - 29.8. - 1.9. 2009 Toronto, Canada
  - 22-25 Jul 2011, Maynooth, Ireland
  - 19-21 Jul 2013, Kanazawa, Japan
- Član organizacionog komiteta jubilarne 20. Evropske konferencije atomske i molekularne fizike jonizovanog gasa (XX European Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases), 13-17 Jul 2010 Novi Sad.
- Član organizacionog komiteta 5. Konferencije elementarnih procesa u atomskim sistemima (5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems), 21-25 Jun, Beograd, Srbija
- Predsednik Organizacionog odbora 2. Nacionalne konferencije elektronske, atomske, molekularne i fotonske fizike (2nd National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics - CEAMPP2011) 21 Jun 2011 Beograd, Srbija
- Član naučnog komiteta Nacionalne konferencije elektronske, atomske, molekularne i fotonske fizike.
- Potpredsednik Komisije za međunarodnu naučnu saradnju Društva fizičara Srbije.

### 1.4. Članstva u uređivačkim odborima časopisa, uređivanje monografija, recenzije naučnih radova i projekata

- **Kandidat je uređivao knjigu radova** 5. Konferencije elementarnih procesa u atomskim sistemima i 2. nacionalne konferencije elektronske, atomske, molekularne i fotonske fizike: Aleksandar R. Milosavljević, **Saša Dujko** and Bratislav P. Marinković, Proc. 5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems (CEPAS2011) and the 2nd National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics (CEAMPP2011), 21st – 25th June 2011, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Belgrade: Institute of Physics, 2011 (Belgrade, Kragulj) pp.138. ISBN: 978-86-82441-32-8, COBISS.SR-ID 184246028
- **Kandidat je recezent u većem broju naučnih časopisa:** Journal of Physics D: Applied Physics, Plasma Sources Science and Technology, Journal of Conference Series u izdanju britanskog IOP, European Physical Journal D (EPJ D) u izdanju Springer-Verlag, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, u izdanju Elsevier, IEEE Transactions on Plasma Science u izdanju Nuclear and Plasma Science Society i u mnogim drugim.
- **Kandidat je bio jedan od recenzenata radova za konferencije:**
  - SPIG 2012, Zrenjanin, Serbia
  - SPIG 2014, Belgrade, Serbia
  - CEAMPP 2008, Zaječar, Serbia
  - CEPAS 2011, Belgrade, Serbia
  - CEAMPP 2011, Belgrade, Serbia
  - CEAMPP 2013, Belgrade, Serbia

- Kandidat je recenzirao projekte European Research Councila (ERC projects).

## **2. Angažovanost u razvoju uslova za naučni rad, obrazovanju i formiranju naučnih kadrova**

### **2.1 Doprinos razvoju nauke u zemlji**

Dr Saša Dujko je član Laboratorije za gasnu elektroniku Centra za neravnotežne procese Instituta za fiziku u Beogradu i do sada je bio angažovan na nekoliko nacionalnih i međunarodnih projekata. Svojim angažovanjem na ovim projektima i vrhunskim rezultatima koje je postigao kao i međunarodnom saradnjom sa najznačajnim istraživačima koji rade u njegovim oblastima istraživanja, značajno je doprineo razvoju nauke u zemlji ali i porastu prepoznatljivosti i vidljivosti Laboratorije za gasnu elektroniku u svetskim okvirima.

Nakon završetka magistarskih studija kandidat je rukovodio zadatkom Monte Carlo simulacije i transport naelektrisanih čestica i značajno je unapredio bazični Monte Carlo kod uvođenjem velikog broja novih elemenata koji su sa jedne strane vodili ka optimizaciji u ubrzanju Monte Carlo algoritma a sa druge strane omogućili su otvaranje novih pravaca istraživanja i proširenje naučne tematike Laboratorije za gasnu elektroniku. Ovo je značajno podiglo atraktivnost naučnih programa što je privuklo veći broj mladih istraživača. Istovremeno, angažovanje dr Saše Dujka je dalo dodatni impuls formiranju EU Centra izvrsnosti Centre for Non-equilibrium Processes, koji je finasiran od strane Evropske komisije u domenu Okvirnog programa 6 (FP6) u periodu od 2006. do 2009. godine.

Nakon završetka svojih doktorskih studija u Australiji, kandidat se vratio u Institut za fiziku gde otvara veći broj novih istraživanja. Najznačajnije doprinose postiže u razvoju vremenski razložene multi term teorije za rešavanje Boltzmannove jednačine za rojeve naelektrisanih čestica u promenljivim konfiguracijama električnih i magnetskih polja kako u hidrodinamičkim tako i u nehidrodinamičkim uslovima. Ovo je trenutno najkompletnija teorija transporta naelektrisanih čestica koja postoji u svetu zbog koje je i dobio poziv Američkog društva fizičara da je predstavi na 43. simpozijumu svoje Divizije za atomsku, molekularnu i optičku fiziku 2012. godine. Za ovu tematiku nagrađen je Godišnjom nagradom Instituta za fiziku za naučni rad 2012. godine.

Iako inicijalno razvijana za potrebe modelovanja neravnotežnih plazmi, ova teorija je modifikovana i adaptirana za proučavanje interakcije antimaterije i materije sa posebnim akcentom na razvoj pozitronskih tehnologija. Zajednički rad sa kolegama iz Centra za neravnotežne procese na ovoj temi je rezultirao većim brojem veoma uspešnih naučnih kolaboracija i projekata sa istraživačkim grupama u čijem fokusu su istraživanja povezana kako sa razvojem pozitronskih trapova tako i sa primenom fizike pozitrona u medicini. U okviru ove teme odbranjen je jedan doktorat na Fizičkom fakultetu u Beogradu. Svojim angažovanjem na ovim temama dr Saša Dujko je dobio nekoliko poziva za predavanja na značajnim međunarodnim skupovima i seminarima od kojih je trenutno najaktuelniji poziv da održi predavanje na XXIX Internacionalnoj konferenciji fotonskih, elektronskih i atomskih sudara (ICPEAC) koja će se održati ove godine u Toledu, Španija. Ovo je jedna od najznačajnijih konferencija u atomskoj fizici na svetskom nivou.

Kandidat je nakon postdokorskog rada u Holandiji razvio najkompleksniji fluidni model strimerskih pražnjenja koji danas postoji. Model je baziran na momentnim jednačinama za balans broja čestica, impulsa, energije i energijskog fluksa u kojima je korišćena teorija za prenos impulsa za opis sudarnih članova. Ova teorija je prvi put potvrdila da se i fluidnim modelovanjem mogu proučavati nelokalni efekti u brzim, nestacionarnim, nehidrodinamičkim i nelinearnim fenomenima kakvi su

strimeri. U tom smislu, ovo je trenutno najmodernija fluidna teorija koja postoji u fizici neravnotežnih plazmi. U okviru ove teme odbranjen je jedan doktorat a planiran je čitav niz novih istraživanja počevši od gasnih dielektrika do planetarnih atmosferskih pražnjenja. U okviru istraživanja planetarnih atmosferskih pražnjenja odbranjen je jedan master rad na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu.

Novi pravac istraživanja koji je nedavno inicirao kandidat je modelovanje gasnih detektora čestica visokih energija. Najveća pažnja u dosadašnjem radu posvećena je modelovanju ravnog pločastog detektora sa otpornim elektrodama (eng. resistive plate chambers) i komorama sa vremenskom projekcijom (engl. time-projection chambers). Ova istraživanja su privukla pažnju kolega iz CERNa što je rezultovalo pozivom da Institut za fiziku postane član R51 kolaboracije koja okuplja veliki broj univerziteta i instituta u kojima se sprovode istraživanja na razvoju novih detektora. U okviru ove teme očekuje se odbrana doktorata tokom ove godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu.

Otvaranje ovih novih istraživačkih pravaca kandidata predstavlja značajan doprinos nauci u zemlji. Slična istraživanja ne postoje u zemlji i značajno su doprinela da Centar za neravnotežne procese Instituta za fiziku bude akreditovan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kao jedan od Centara izuzetnih vrednosti. Ovo su ujedno i trenutno najvažnije teme na kojima kandidat radi zajedno sa svojim studentima.

## 2.2 Mentorstvo pri izradi magistarskih i doktorskih radova, rukovođenje specijalističkim radovima

- **Dr Saša Dujko je bio mentor za master radove Jasmine Mirić i Ilije Adžića.** Master rad Jasmine Mirić pod naslovom *Primene transportnih koeficijenata rojeva elektrona u modelovanju izvora svetlosti*, odbranjen je na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu u novembru 2012. godine. Ilija Adžić je odbranio master rad pod nazivom *Sudarni i transportni procesi elektrona u planetarnim gasnim pražnjenjima* takođe na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu u septembru 2014. godine.
- **Dr Saša Dujko je bio komentor za doktorsku disertaciju Ane Banković.** Ova doktorska disertacija pod nazivom *Sudari i transport pozitrona u gasovima: kinetički fenomeni i mogućnost primena u biomedicini* je odbranjena na Fizičkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu u julu 2012. godine. Kandidat je rukovodio delom disertacije u kojem su transportni procesi pozitrona u gasovima analizirani rešavanjem Boltzmannove jednačine dok je primenom Monte Carlo tehnike rukovodio Zoran Lj. Petrović
- **Dr Saša Dujko je bio i komentor za doktorsku disertaciju Aramu Markosyanu.** Ova doktorska disertacija pod nazivom *Modeling multiple time scales in streamer discharges* je odbranjena na Tehničkom univerzitetu Eindhoven u Holandiji, u maju 2014. godine. U okviru ove disertacije kao zvanični komentor Saša Dujko je rukovodio kompletnim radom kandidata na realizaciji teorije i kodova u tematskim okvirima koje je definisala Ute Ebert drugi komentor.
- **Kandidat je trenutno mentor/rukovodilac izrade doktorske disertacije na doktorskim studijama** Danku Bošnjakoviću na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Jasmini Mirić, Iliji Simonoviću i Iliji Adžiću na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

## 2.3 Pedagoški rad

Dr Saša Dujko je tokom doktorskih studija na James Cook Univerzitetu u Australiji bio angažovan kao asistent na 3 predmeta: Mathematical Foundations (MA1000), Mathematical Techniques (MA1003) i Computational Mathematics (MA1721). U periodu 2011-2013 bio je angažovan od strane Holandskog Nacionalnog Instituta za matematiku i informatiku kao Scientific adviser grupe za Multiscale modeling and non-linear dynamics. Održao je nekoliko istraživačkih seminara na Institutu za fiziku u Beogradu. Njegov pedagoški rad je najviše usmeren na rukovođenje u izradi master radova i doktorskih disertacija kojim je rukovodio i kojim trenutno rukovodi. Predložen je kao predavač na doktorskim studijama Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu na predmetu Sudarni i transportni procesi u jonizovanim gasovima na novom programu čija je akreditacija u toku.

## 2.4 Međunarodna saradnja

Dr Saša Dujko ima aktivnu i raznovrsnu međunarodnu saradnju. On je razvio saradnju sa većim brojem istraživačkih grupa i pojedinaca u inostranstvu i učestvovao je na više međunarodnih projekata.

- Kandidat ima dugotrajnu saradnju sa kolegama iz Centra za proučavanje interakcije antimaterije i materije u Australiji:
  - Ron White, Robert Robson, James Cook University.
  - Stephen Buckman, James Sullivan, Australian National University.
  - Michael Brunger, Flinders University.
- Kandidat ima dugotrajnu saradnju sa Prof. Toshiaki Makabeom sa Keio Univerziteta u Japanu sa kojim radi na većem broju tema iz oblasti modelovanja neravnotežnih plazmi.
- Kandidat saraduje sa grupom Prof. Ute Ebert sa Holandskog Nacionalnog Instituta za matematiku i Informatiku (CWI - Centrum Wiskunde & Informatica). Sa ovom grupom radi na razvoju kinetičkih, hibridnih i fluidnih modela strimerskih pražnjenja i učestvuje na dva projekta: (1) Electrodynamic characterization of positive and negative streamers in pulsed power corona reactors; i (2) The start up of lighting and lightning: Streamer discharges in lamp ignition, electric switches and materials processing. U periodu 2011-2013 godine angažovan je od strane CWI Instituta kao *Scientific adviser* grupe za Multiscale modeling and non-linear dynamics koju vodi Prof. Ute Ebert.
- Kandidat saraduje sa grupom. Prof. Jaime de Urquija sa Nacionalnog Univerziteta u Meksiku sa kojom saraduje na određivanju preseka za rasejanje elektrona u atomskim i molekularnim gasovima.
- Kandidat je uspostavio i vodi saradnju sa Prof. Christian Franckom sa ETH Univerziteta u Cirihi sa kojim saraduje u oblasti fizike gasnih dielektrika i high-voltage tehnologije.
- Kandidat je saradivao i sa kolegama sa kolegama sa Troitsk Instituta za inovacije i fuziona istraživanja u Rusiji, dr N.A. Dyatkom i prof. dr. A.P. Napartovichem na temi negativne mobilnosti elektrona u gasovima.
- Kandidat učestvuje na COST programu TD1208 pod nazivom "Electrical Discharges with Liquids for Future Applications".
- Kandidat učestvuje na međunarodnom projektu sa multinacionalnom kompanijom SIMENS.



## 2.5 Organizacija naučnih skupova

- Član organizacionog komiteta jubilarne 20. Evropske konferencije atomske i molekularne fizike jonizovanog gasa (XX European Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases), 13-17 Jul 2010 Novi Sad.
- Član organizacionog komiteta 5. Konferencije elementarnih procesa u atomskim sistemima (5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems), 21-25 Jun, Beograd, Srbija
- Predsedavao 2. Nacionalnom konferencijom elektronske, atomske, molekularne i fotonske fizike (2nd National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics - CEAMPP2011) 21 Jun 2011 Beograd, Srbija

## 3. Organizacija naučnog rada

### 3.1 Rukovođenje projektima, potprojektima i zadacima

Dr Saša Dujko je učestvovao/učestvuje u sledećim projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja:

- 2001-2004 MNTR: "Fizika niskotemperaturnih neravnotežnih plazmi", br. 1478.
- 2005-2010 MNTR: "Fizičke osnove primene neravnotežnih plazmi u nanotehnologijama i tretmanu materijala", br. 141025.

U periodu od 2004. godine, dr Saša Dujko rukovodi zadatkom Monte Carlo simulacije i teorija transporta naelektrisanih čestica.

- U periodu 2006-2009 učestvuje na EU FP6 projektu, IPB-CNP 026328: "Reinforcing Experimental Centre for Non-Equilibrium Studies with application in nano-technologies, etching of integrated circuits and environmental research". Na ovom projektu rukovodi zadatkom Monte carlo simulacije i teorija transporta naelektrisanih čestica.
- U periodu od 2011 do danas angažovan je na projektu osnovnih istraživanja OI171037 pod nazivom "Fundamentalni procesi i primene transporta čestica u neravnotežnim plazmama, trapovima i nanostrukturama", kao i na biomedicinskom projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja III41011 pod nazivom "Primene niskotemperaturnih plazmi u medicini, zaštiti čovekove okoline i nanotehnologijama", Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.
- Od 2010. godine Centar za neravnotežne procese je jedan od akreditovanih Centara izuzetnih vrednosti Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj u kome je Saša Dujko rukovodilac na temama Transport naelektrisanih čestica i Simulacije detektora čestica visokih energija. Učestvuje i na temama: Transport pozitrona u gasovima i tečnostima i Modelovanje trapova i primene pozitrona u medicini.

## 4. Kvalitet naučnih rezultata

Kandidat je do sada u svom naučnom radu objavio **ukupno 41 rad u međunarodnim časopisima sa ISI liste**, od kojih je **27 iz kategorije M21 (vrhunski međunarodni časopis)**, **8 iz kategorije M22 (istaknuti međunarodni časopis)** i **6 radova kategorije M23 (međunarodni časopis)**. Takođe je objavio 1 rad kategorije M13 (tematski zbornik vodećeg međunarodnog značaja) i 9 radova kategorije M31 (predavanje sa međunarodnog skupa štampano u celini). Dr Saša Dujko na međunarodnim skupovima ima 9 predavanja po pozivu štampana u izvodu M32, a koautor je 37 predavanja po pozivu (M34). Objavio je 31 rad kategorije M33 (saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini) i 75 radova kategorije M34 (saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu). Objavio je 3 rada M63

kategorije (saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u celini) i 4 rada kategorije M64 (saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u izvodu).

**Nakon prethodnog izbora u zvanje (1.12. 2010. godine)** kandidat je do sada publikovao **21 rad u međunarodnim časopisima sa ISI liste**, od kojih **12 kategorije M21 (vrhunski međunarodni časopis)**, **6 radova kategorije M22 (istaknuti međunarodni časopis)** i **3 rada M23 kategorije (međunarodni časopis)**. Objavio je 1 rad M13 kategorije (tematski zbornik vodećeg međunarodnog značaja) i 5 radova kategorije M31 (predavanje sa međunarodnog skupa štampano u celini). Dr Saša Dujko na međunarodnim skupovima ima 6 predavanja po pozivu štampana u izvodu M32, a koautor je 17 predavanja po pozivu (M34). Objavio je 13 radova kategorije M33 (saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini) i 35 radova kategorije M34 (saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu) kao i 2 rada kategorije M64 (saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u izvodu).

#### **4.1 Uticajnost kandidatovih naučnih rezultata**

- Kandidat je objavio najveći broj radova u vrhunskim međunarodnim časopisima, koji se izdvajaju prema renomeu i reputaciji koji poseduju u široj naučnoj zajednici. U tom smislu radovi koje je kandidat publikovao imaju veliku uticajnost što se uostalom vidi i po broju citata. Njegova 4 najcitiranija rada su pregledni radovi (review papers) koji su publikovani u Journal of Physics D: Applied Physics, Plasma Sources Science and Technology i Applied Surface Science. Pregledni rad publikovan 2007. god. u Plasma Sources Science and Technology našao se na listi najcitiranih radova ovog časopisa za 2009. god. koji su najviše doprineli naglom porastu impakt faktora ovog časopisa sa 2.1 na 2.6 u 2008. godini.
- Rad koje je publikovan 2014. godine u The European Physical Journal D (EPJ D) je selektovan za naslovnu stranu ovog časopisa (Volume 68 number 6 jun 2014).
- Konačno, uticajnost rada kandidata se vidi i po predavanjima po pozivu koje je održao u dosadašnjem periodu, kao i njegovo učešće u programskim i naučnim komitetima jedne međunarodne i jedna nacionalne konferencije.

#### **4.2 Pozitivna citiranost naučnih rezultata**

Prema Web of science, naučni radovi koje je do sada publikovao dr Saša Dujko su citirani više od 300 puta bez autocitata. Njegov h-faktor je 12.

#### **4.3 Ugled i uticajnost publikacija u kojima je kandidat objavio naučne radove**

Pokazatelji ugleda i uticajnosti časopisa u kojima je kandidat publikovao svoje radove su impakt faktor i rang časopisa unutar svoje naučne kategorije. Kandidat je većinu svojih radova publikovao u vrhunskim međunarodnim časopisima kategorije M21. U ovoj kategoriji izdvajaju se 2 rada koji su publikovani u New Journal of Physics, časopisu visokog impakt faktora 4.063. Kandidat je publikovao i 5 radova u časopisu The European Physical Journal D (EPJ D) koji iako pripada kategoriji M22 ima izvanrednu reputaciju u naučnoj oblasti kojom se kandidat bavi. Ukupni impakt faktor kandidata je 74.027 a nakon prethodnog izbora u zvanje je 40.46 (33.5670 do izbora u prethodno zvanje 1.12.2010).

#### **4.4 Efektivni broj radova i broj radova normiran na osnovu broja koautora**

Svi radovi kandidata su sa punom težinom u odnosu na broj koautora. Posebno treba napomenuti da publikacije kandidate ne predstavljaju deo velikih kolaboracija i da je u velikoj većini on ostvario dominantni deo rezultata ili sam, ili u saradnji sa studentima kojima rukovodi. U tom smislu broj radova i uspeh u citiranosti predstavljaju značajno dostignuće pre svega laboratorije u Beogradu.

#### **4.5 Stepen samostalnosti u naučnoistraživačkom radu i uloga u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu**

Kandidat je pokazao značajnu samostalnost u naučnom radu i sposobnost da samostalno prepozna relevantne teme u naučnoj oblasti kojom se bavi i inicira istraživanje koje na kraju rezultuje naučnom publikacijom. U većini njegovih publikacija, kandidat je bio nosilac i pokretačka snaga istraživanja. Ovo se odnosi kako na istraživanja koja su urađena na Institutu za fiziku u Beogradu tako i na istraživanja koja su obavljena u inostranstvu. Na Institutu za fiziku i Centru za neravnotežne procese on je pokretač istraživanja vezanih za modelovanje gasnih detektora čestica visokih energija, modelovanje planetarnih atmosferskih pražnjenja i strimera. On samostalno rukovodi teorijskim istraživanjima interakcije antimaterije i materije sa posebnim akcentom na kinetičke i fluidne modele transporta pozitrona i razvoj kolizionih operatora koji se koriste u Boltzmannovoj jednačini. Kandidat ne učestvuje u velikim kolaboracijama i programima saradnje koji obično rezultiraju publikacijama sa velikim brojem autora. Većina radova kandidata su urađeni na Institutu za fiziku u Beogradu, a na većini publikacija koje su proizvod njegovog postdoktorskog rada on je prvi autor. Svojim entuzijazmom i posvećenošću naučnom radu, svojim pedagoškim radom sa studentima i ostvarenim kolaboracijama sa istraživačima u svetu, dr Saša Dujko je značajno doprineo da Centar za neravnotežne procese bude akreditovan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kao jedan od Centara Izvrsnosti u našoj zemlji.

## Elementi za kvantitativnu ocenu naučnog doprinosa dr Saše Dujka za izbor u zvanje naučni savetnik

Ostvareni rezultati nakon prethodnog izbora u zvanje:

Kategorija	M bodova po radu	Broj radova	Ukupno M bodova
M13	6	1	6
M21	8	12	96
M22	5	6	30
M23	3	3	9
M31	3	5	15
M32	1.5	6	9
M33	1	13	13
M34	0.5	52	26
M64	0.2	2	0.4

Poređenje sa minimalnim kvantitativnim uslovima za izbor u zvanje naučni savetnik:

Minimalan broj M bodova		Ostvareno
Ukupno	65	204.4
$M10 + M20 + M31 + M32 + M33 + M41 + M42 + M51 \geq$	50	178
$M11 + M12 + M21 + M22 + M23 + M24 + M31 + M32 \geq$	35	150

- Prema Web of Science bazi, radovi dr Saše Dujka su citirani 303 puta (bez autocitata).
- Njegov h faktor iznosi 12.

# Spisak radova Saše Dujka nakon izbora u prethodno zvanje

## Monografska studija/poglavlje u knjizi M11 ili rad u tematskom zborniku vodećeg međunarodnog značaja (M13)

### 1. Positron and Electron Interactions and Transport in Biological Media Modeling

Ronald White, James Sullivan, Ana Banković, **Saša Dujko**, Robert Robson, Zoran Lj. Petrović, Gustavo Garcia, Michael Brunger and Stephen Buckman  
in Radiation Damage in Biomolecular Systems, Eds. (Garcia Gomez-Tejedor Gustavo and Fuss Martina Christina), (Series: Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering), chapter 14, p. 227-238, Springer (2012)  
ISBN-10: 9400725639; ISBN-13: 978-9400725638

## Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

### 1. Chemistry induced during the thermalization and transport of positrons and secondary electrons in gases and liquids

S. Marjanović, A. Banković, R.D. White, S.J. Buckman, G. Garcia, G. Malović, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović  
Plasma Sources Sci. Technol. **24** (2015) 025016 (7pp)  
doi:10.1088/0963-0252/24/2/025016  
ISSN: 0963-0252  
IF: 3.056

### 2. Boltzmann equation and Monte Carlo studies of electron transport in resistive plate chambers

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
J. Phys. D. **47** (2014) 435203  
doi: 10.1088/0022-3727/47/43/435203  
ISSN: 0022-3727  
IF: 2.521

### 3. A microscopic Monte Carlo approach in modeling of Resistive Plate Chambers

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
J. Instrum **9** (2014) P09012  
doi:10.1088/1748-0221/9/09/P09012  
ISSN: 1748-0221  
IF: 1.656

### 4. On the use of MonteCarlo simulations to model transport of positrons in gases and liquids

Z.Lj. Petrović, Srdjan Marjanović, **S. Dujko**, A. Banković, G. Malović, S. Buckman, G. Garcia, R. White, M. Brunger  
Appl. Radiat. Isotop. **83** (2014) 148–154  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.01.010>  
ISSN: 1748-0221  
IF: 1.656

### 5. Low-energy electron and positron transport in gases and soft-condensed systems of biological relevance

R.D. White, W. Tattersall, G. Boyle, R.E. Robson, **S. Dujko**, Z.Lj. Petrović, A. Banković, M.J. Brunger, J.P. Sullivan, S.J. Buckman, G. Garcia  
Appl. Radiat. Isotop. **83** (2014) 77–85  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.01.008>  
ISSN: 0969-8043  
IF: 1.179

**6. High-order fluid model for streamer discharges: I. Derivation of model and transport data**

**S. Dujko**, A.H Markosyan, R.D White and U. Ebert  
J. Phys. D: Appl. Phys. **46** (2013) 475202 (17pp)  
doi:10.1088/0022-3727/46/47/475202  
ISSN: 0022-3727  
IF: 2.521

**7. High-order fluid model for streamer discharges: II. Numerical solution and investigation of planar fronts**

A.H. Markosyan, **S. Dujko** and U. Ebert  
J. Phys. D: Appl. Phys. **46** (2013) 475203 (14pp)  
doi:10.1088/0022-3727/46/47/475203  
ISSN: 0022-3727  
IF: 2.521

**8. On the approximation of transport properties in structured materials using momentum transfer theory**

G.J. Boyle, R.D. White, R.E. Robson, **S. Dujko** and Z. Lj. Petrović  
New Journal of Physics **14** (2012) 045011  
doi: 10.1088/1367-2630/14/4/045011  
ISSN: 1367-2630  
IF: 4.063

**9. Positron transport in water vapor**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, J.P. Marler, S.J. Buckman, S. Marjanović, G. Malović, G. Garcia and Z.Lj. Petrović  
New J. Phys. **14** (2012) 035003  
doi: 10.1088/1367-2630/14/3/035003  
ISSN: 1367-2630  
IF: 4.063

**10. Monte Carlo simulation and Boltzmann equation analysis of non-conservative positron transport in H<sub>2</sub>**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović  
Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B **279** (2012) 92-95  
doi: 10.1016/j.nimb.2011.10.060  
ISSN: 0168-583X  
IF: 1.266

**11. Spatially resolved transport data for electrons in gases: Definition, interpretation and calculation**

**S. Dujko**, R.D. White, Z.M. Raspopović, Z.Lj. Petrović  
Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B **279** (2012) 84-91  
doi: 10.1016/j.nimb.2011.10.067  
ISSN: 0168-583X  
IF: 1.266

**12. A multi-term solution of the non-conservative Boltzmann equation for the analysis of temporal and spatial non-local effects in charged-particle swarms in electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, R.D. White, Z.Lj. Petrović and R.E. Robson  
Plasma Source Sci. Technol. **20** (2011) 024013  
doi: 10.1088/0963-0252/20/2/024013  
ISSN: 0963-0252  
IF: 2.515

**Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)**

**1. Monte Carlo analysis of ionization effects on spatiotemporal electron swarm development**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopović, R.D. White, T. Makabe and Z.Lj. Petrović  
Eur. Phys. J. D **68** (2014), 68 (2014), 166  
doi: 10.1140/epjd/e2014-50088-4  
ISSN: 1434-6060  
IF: 1.398

**2. Positron transport in CF<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> mixtures**

A. Banković, **S. Dujko**, S. Marjanović, R.D. White, and Z.Lj. Petrović  
Eur. Phys. J. D **68** (2014), 127  
doi: 10.1140/epjd/e2014-50087-5  
ISSN: 1434-6060  
IF: 1.398

**3. Electron swarm transport in THF and water mixtures**

R.D. White, M.J. Brunger, N.A. Garland, R.E. Robson, K.F. Ness, G. Garcia, J. de Urquijo, **S. Dujko**, and Z. Lj. Petrović  
Eur. Phys. J. D **68** (2014) 125  
doi: 10.1140/epjd/e2014-50085-7  
ISSN: 1434-6060  
IF: 1.398

**4. On approximations involved in the theory of positron transport in gases in electric and magnetic fields**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović  
Eur. Phys. J. D **66** (2012) 174  
doi: 10.1140/epjd/e2012-20696-1  
ISSN: 1434-6060  
IF: 1.513

## **5. Periodic structures in the Franck Hertz experiment with neon: Boltzmann equation and Monte Carlo analysis**

R.D. White, R.E. Robson, P. Nicoletopoulos and **S. Dujko**

Eur. Phys. J. D **66** (2012) 117

doi: 10.1140/epjd/e2012-20707-3

ISSN: 1434-6060

IF: 1.513

## **6. A set of cross sections and transport coefficients for electrons in HBr**

O. Šašić, **S. Dujko**, T. Makabe and Z.Lj. Petrović

Chemical Physics **398** (2012) 154

doi:10.1016/j.chemphys.2011.08.019

ISSN: 0301-0104

IF: 2.028

## **Rad u međunarodnom časopisu (M23)**

### **1. Spatiotemporal characteristics of charged particle swarms in orthogonal electric and magnetic fields**

Z.M. Raspopović, **S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović, IEEE Trans. Plasma Sci., 39 (2011) 2566

doi: 10.1109/TPS.2011.2158243

ISSN: 0093-3813

IF: 1.174

### **2. Visualization of electron transport coefficients in RF electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović, IEEE Trans. Plasma Sci., 39 (2011) 2560

doi: 10.1109/TPS.2011.2150246

ISSN: 0093-3813

IF: 1.174

### **3. Boltzmann equation analysis of electron transport in a N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> streamer discharge**

**S. Dujko**, U. Ebert, R.D. White and Z.Lj. Petrović

Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 08JC01

doi: 10.1143/JJAP.50.08JC01

ISSN: 0021-4922

IF: 1.058

## **Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u celini (M31)**

### **1. Simulation and modeling of resistive plate chambers**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**

J. Phys.: Conf. Ser. **565** (2014) 012008

doi: 10.1088/1742-6596/565/1/012008

ISSN: 1742-6596



## **2. Kinetic Phenomena in Transport of Electrons and Positrons in Gases caused by the Properties of Scattering Cross Sections**

Zoran Lj. Petrović, Srđan Marjanović, **Saša Dujko**, Ana Banković, Olivera Šašić, Danko Bošnjaković, Vladimir Stojanović, Gordana Malović, Stephen Buckman, Gustavo Garcia, Ron White, James Sullivan and Michael Brunger

J. Phys.: Conf. Ser. Series **488** (2014) 012047

doi:10.1088/1742-6596/488/1/012047

ISSN: 1742-6596

## **3. Data for modeling of positron collisions and transport in gases**

Z. Lj. Petrović, A. Banković, **S. Dujko**, S. Marjanović, G. Malović, J. P. Sullivan and S. J. Buckman

AIP Conf. Proc. **1545** (2013) 115

doi: 10.1063/1.4815846

## **4. Positron transport in molecular gases in crossed electric and magnetic fields**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, G. Malović, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović

J. Phys.: Conf. Ser. Series **262** (2011) 012007

doi:10.1088/1742-6596/262/1/012007

ISSN: 1742-6596

## **5. Positrons in gas filled traps and their transport in molecular gases**

Z.Lj. Petrović, A. Banković, S. Marjanović, M. Šuvakov, **S. Dujko**, G. Malović, R.D. White and S.J. Buckman

J. Phys.: Conf. Ser. Series **262** (2011) 012046

doi:10.1088/1742-6596/262/1/012046

ISSN: 1742-6596

## **Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M32)**

### **1. Recent results from studies of non-equilibrium electron transport in modeling of low-temperature plasmas and particle detectors**

**S. Dujko**, D. Bošnjaković, J. Mirić, I. Simonović, Z.M. Raspopović, R.D. White, A.H. Markosyan, U. Ebert and Z.Lj. Petrović

in Proceedings of the 9th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2014) and EU COST MP1101 Workshop on Atmospheric Plasma Processes and Sources, 19-23 January 2014, Bohinjska Bistrica, Slovenia

### **2. Non-conservative electron transport in gases and its application in modeling of non-equilibrium plasmas and particle detectors**

S. Dujko, Z.Lj. Petrović, R.D. White, D. Bošnjaković, J. Mirić, A.H. Markosyan and U. Ebert

Proceedings of the XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan, p.24

### **3. Transport and collisional processes for electrons in gases and their application to study non-equilibrium plasmas**

**S. Dujko**

Bulletin of the American Physical Society, 43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, June 4-8, 2012, Anaheim, California, vol. 57 No. 5 p.89

#### **4. Kinetic phenomena and transport data for charged particles in non-equilibrium plasma discharges**

**S. Dujko**, R.D. White, U. Ebert and Z.Lj. Petrović

in Proceedings of the 8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing "Atomic and Molecular Database for Plasmas and Surfaces", January 16-18, 2012 Todaiji Culture Center, Todaiji Temple, Nara, Japan

#### **5. Spatially resolved transport properties for electrons in gases: Definition, interpretation and calculation**

**S. Dujko**, R.D. White, Z.M. Raspopović and Z.Lj. Petrović, in Proceedings of the 5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems, 21-25 June 2011, Belgrade, Serbia, eds. A. Milosavljević, S. Dujko and B. Marinković, p.23.

#### **6. Kinetic modeling of non-equilibrium plasma discharges: Achievements and Prospects**

**S. Dujko**

23rd Symposium Plasma Physics & Radiation Technology, 15-16 March 2011, Lunteren, The Netherlands

### **Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (S. Dujko koautor predavanja) (M34)**

#### **1. Avalanches of Electrons and Positrons in Atmospheres of Planets and Satellites of the Solar System: Basic Phenomenology and Application to Gas Breakdown in DC and RF Fields**

Z.Lj. Petrović, I. Adžić, **S. Dujko**, M. Savić, S. Marjanović, D. Marić, M. Radmilović Rađenović, G. Malović and A. Đorđević

Proc. 29th National Symposium on Plasma Science and Technology & International Conference on Plasma and Nanotechnology - Plasma 2014, 8-11 December, 2014, Mahatma Gandhi University, Kottayam, Kerala, India (Eds. Dr Nandakumar Kalarikkal), pp. 18.

#### **2. Simulation and modeling of resistive plate chambers**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**

Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014), Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports (Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), pp. 21.

#### **3. Non-equilibrium transport of charged particles in gaseous and disordered materials**

G. Boyle, W. Tattersall, B. Philippa, R.E. Robson, M.J. Brunger, G. Garcia, **S. Dujko**, Z.Lj. Petrović, R. McEachran, S.J. Buckman, J. de Urquijo and R.D. White

Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014), Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports (Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), pp. 21.

#### **4. Modeling of positron and electron transport in gases and liquids**

S. Marjanović, A. Banković, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović

in Proceedings of the XXII Europhysics Conference on Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG), 15-19 July, Greifswald, Germany

#### **5. Positron transport in matter**

A. Banković, S. Marjanović, **S. Dujko**, R.D. White, J.P. Sullivan, S.J. Buckman, G. Garcia, M.J. Brunger and Z.Lj. Petrović

Proceedings of the XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan, p.35

#### **6. Simulations of positron transport in materials of biological interest and their role in positron therapy development**

A. Banković, S. Marjanović, **S. Dujko**, R. D. White, J. P. Sullivan, S. J. Buckman, G. Garcia, M. J. Brunger and Z. Lj. Petrović

2nd Nano-IBCT Conference, 20 – 24 May 2013, Sopot, Poland

#### **7. Positron induced transport and chemistry in gases and liquids**

Z.Lj. Petrović, S. Marjanović, A. Banković, R. White, S. Buckman, G. Garcia, G. Malović, **S. Dujko**

5th CESPC, 25-29 August 2013, Balatonalmádi, Hungary

#### **8. Kinetic phenomena in transport of electrons and positrons in gases caused by the properties of scattering cross sections**

Z.Lj. Petrović, S. Marjanović, **S. Dujko**, A. Banković, O. Šašić, D. Bošnjaković, V. Stojanović, G. Malović, S. J. Buckman, G. Garcia, R. D. White, J. P. Sullivan, M. J. Brunger

XXVIII International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC), 24-30 July 2013, Lanzhou, China

#### **9. Challenges in fluid modeling of streamer discharges**

A.H. Markosyan, **S. Dujko**, U. Ebert

Proceedings of the Werkgemeinschaft Scientific Computing spring meeting 2013, WSC Spring Meeting 2013, May 17, 2013, Amsterdam, Netherlands.

#### **10. Low energy electron and positron transport in biologically relevant materials**

R.D. White, R. E. Robson, G. Boyle, W. Tattersall, M. Casey, **S. Dujko**, Z. Lj. Petrović, S. J. Buckman, M. J. Brunger and G. Garcia

in Proceedings of the QSMC 2012 (Quantum Scattering codes and Monte Carlo simulations to model dynamical processes in biosystems) NANO-IBCT Workshop 7-9 November, Madrid, Spain, pp.27

#### **11. On the use of Monte Carlo simulations to model transport of positrons in gases and liquids**

Z. Lj. Petrović, S. Marjanović, A. Banković, **S. Dujko**, M. Suvakov and R.D. White

In Proceedings of the SMC 2012 (Quantum Scattering codes and Monte Carlo simulations to model dynamical processes in biosystems) NANO-IBCT Workshop 7-9 November, Madrid, Spain, pp.14

#### **11. Data for Modeling of Positron Collisions and Transport in Gases**

Z. Lj. Petrović, A. Banković, **S. Dujko**, S. Marjanović, G. Malović, J. P. Sullivan and S. J. Buckman

In Proceedings of the Eight International Conference on Atomic and Molecular Data and Their Applications: ICAMDATA-8, pp.22

**12. Data Bases for Collisions and Transport of Electrons and Positrons in Ionized Gases I,  
Data Bases for Collisions and Transport of Electrons and Positrons in Ionized Gases II,**

Z. Lj. Petrovic, O. Šašić, J. Jovanovic, S. Dujko, V. Stojanovic, A. Bankovic, D. Maric, G. Malovic  
REGIONAL WORKSHOP ON ATOMIC AND MOLECULAR DATA VAMDC Belgrade, Serbia, June 14-16, 2012.

**13. Control of electron energy distribution function by high frequency fields and by the effect of  
crossed magnetic field**

Z.Lj. Petrović, **S. Dujko** and R.D. White, 64th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), November  
14-18, 2011, salt Lake City, Utah, USA

Bulletin of The American Physical Society, Vol. 56, Number 15, Session AM1: Workshop: Control of  
distribution functions in low temperature plasmas

**14. Modeling of positron swarms and non-neutral plasmas and their applications in materials science  
and medicine**

Z.Lj. Petrović, S, Marjanović, A. Banković, M. Šuvakov, **S Dujko**

4TH International Conference on Advanced Plasma Technologies (ICAPT), 9-13 September 2011,  
Strunjan, Slovenia

**15. Transport of charged particles as the basis for fundamental physics of non-equilibrium plasmas**

Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**,

in Proceedings of the XVII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, 22-25  
July 2011, Maynooth, Ireland, p.22

**16. Kinetic phenomena in charged particle transport in gases and plasmas**

Z.Lj. Petrović, **Saša Dujko**, Olivera Šašić, Vladimir Stojanović and Gordana Malović, in Proceedings of the  
XVII International Conference on Atomic Processes in Plasmas (ed. by S.F.C. Shearer and C.E. Hudson),  
19-22 July 2011, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK

**17. Electron and positron swarms: Collision and transport data and kinetic phenomena**

Z Lj Petrović, G Malovic, O Šašić, J Jovanović, Ž Nikitović, V. Stojanović, **S. Dujko**, A. Banković and J de  
Urquijo

Chemical physics of low temperature plasmas, (31 Jan- 2 Feb 2011, Bari, University of Bari)

**Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)**

**1. Elementary physical processes of electrons in planetary atmospheric discharges**

I. Adžić, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**

Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 403-406

**2. Propagation of negative planar streamer fronts in noble gases**

**S. Dujko**, A.H. Markoszan and U. Ebert

Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 399-402.

### **3. Benchmark calculations for spatially resolved electron transport data**

Z.M. Raspopović, **S. Dujko**, R.D. White, T. Makabe and Z.Lj. Petrović  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 138-141.

### **4. Third-order transport coefficients for electrons II. Molecular gases**

I. Simonović, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 134-137.

### **5. Third-order transport coefficients for electrons I. Structure of skewness tensor**

I. Simonović, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 130-133.

### **6. Electron transport in noble-gas metal-vapor mixtures**

J. Mirić, Z.Lj. Petrović, R.D. White and **S. Dujko**  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 126-129.

### **7. Scattering cross sections and transport coefficients for electrons in CF<sub>3</sub>I**

J. Mirić, O. Šašić, S. Dujko and Z.Lj. Petrović  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 122-125.

### **8. Positron transport in gases in electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White and Z. Lj. Petrović  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 118-121.

### **9. Studies of electron transport in gases for resistive plate chambers**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
Proc. 27th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia, (26 - 29 August 2014),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports  
(Eds. D. Marić, A.R. Milosavljević and Z. Mijatović), p. 114-117.

### **10. Derivation and test of high order fluid model for streamer discharges**

A.Markosyan, **S. Dujko**, U. Ebert  
Proceedings of the Scientific Computing in Electrical Engineering, SCEE2012, 11-14 September, 2012,  
ETH Zurich, Switzerland; pp. 107-108

### **11. High order fluid model for streamer discharge**

**S. Dujko**, A. Markosyan, R.D. White and U. Ebert, 26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27th-31st, 2012 Zrenjanin, Serbia (edt. M. Kuraica and Z. Mijatović, ISBN: 978-86-7031-242-5), pp. 345-348

### **12. Electron transport coefficients in gases for resistive plate chambers**

D. Bošnjaković, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović, 26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27th-31st, 2012 Zrenjanin, Serbia (edt. M. Kuraica and Z. Mijatović, ISBN: 978-86-7031-242-5), pp. 265-268

### **13. Streamer simulations with highly accurate transport data**

G. Wormeester, **S. Dujko** and U. Ebert  
30th ICPiG, 28th August - 2nd September 2011, Belfast, UK, Topic No. B5.

## **Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)**

### **1. Simulation of RPCs using microscopic Monte Carlo technique**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
in Book of Abstracts, XII workshop on Resistive Plate Chamber and Related Detectors, 23-28 February 2014, Beijing, China, p.21

### **2. Electron transport phenomena in gases for RPCs**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
in Book of Abstracts, XII workshop on Resistive Plate Chamber and Related Detectors, 23-28 February 2014, Beijing, China, p.21

### **3. Scattering cross sections and transport data for electrons in CF3I**

J. Mirić, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović  
in Proceedings of the 9th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2014) and EU COST MP1101 Workshop on Atmospheric Plasma Processes and Sources, 19-23 January 2014, Bohinjska Bistrica, Slovenia

### **4. High order fluid model for negative planar streamer fronts in rare gases**

**S. Dujko**, A.H. Markosyan and U. Ebert  
in Proceedings of the 9th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2014) and EU COST MP1101 Workshop on Atmospheric Plasma Processes and Sources, 19-23 January 2014, Bohinjska Bistrica, Slovenia

### **5. Simulation of Resistive Plate Chambers using Monte Carlo technique**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
in Proceedings of the 9th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2014) and EU COST MP1101 Workshop on Atmospheric Plasma Processes and Sources, 19-23 January 2014, Bohinjska Bistrica, Slovenia

### **6. Modeling Positron Transport in Gaseous and Soft-condensed Systems with Kinetic Theory and Monte Carlo**

G. Boyle, W. Tattersall, R.E. Robson, R. White, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović

Bulletin of the American Physical Society, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, GEC 2013, September 30 - October 4, 2013, Princeton, New Jersey, USA; vol. 58, No. 8, MR5 p. 91.

**7. Positron transport in gases in electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles**

A. Banković, **S. Dujko**, S. Marjanović, R.D. White and Z.Lj. Petrović  
Bulletin of the American Physical Society, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, GEC 2013, September 30 - October 4, 2013, Princeton, New Jersey, USA; vol. 58, No. 8, MR3 p. 91.

**8. Monte Carlo simulation of rotating wall positron cloud compression**

S. Marjanović, A. Banković, M. Suvakov, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović  
Bulletin of the American Physical Society, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, GEC 2013, September 30 - October 4, 2013, Princeton, New Jersey, USA; vol. 58, No. 8, MR1 p. 90.

**9. Comparing fluid model for streamer discharges**

A.H. Markosyan, J. Teunissen, **S. Dujko**, U. Ebert  
Bulletin of the American Physical Society, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, GEC 2013, September 30 - October 4, 2013, Princeton, New Jersey, USA; vol. 58, No. 8, p. 20.

**10. Positron transport in gases in electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović  
Proceedings of the XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan, p.63

**11. Transport coefficients for electrons in rare-gas metal-vapor mixtures**

J. Mirić, Z.Lj. Petrović, R.D. White and **S. Dujko**  
Proceedings of the XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan, p.45

**12. High order fluid model for streamer discharges in rare gases**

A.H. Markosyan, **S. Dujko** and U. Ebert  
Proceedings of the XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan, p.45

**13. Monte Carlo modeling of resistive plate chambers**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**  
Proceedings of the XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and the XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, POSMOL, July 19-21, 2013, Kanazawa, Japan, p.44

**14. Transport properties of low energy positrons and electrons in neutral gases**

A. Banković, **S. Dujko**, S. Marjanović, R. D. White, S. J. Buckman, Z. Lj. Petrović  
Proceedings of 16th International Conference on Positron Annihilation, 19-24 August 2012, University of Bristol, Bristol, UK, p. 112

**15. High order fluid model for streamer discharges**

A. Markosyan, **S. Dujko**, R. White, J. Teunissen, U. Ebert  
Bulletin of the American Physical Society, 65th Annual Gaseous Electronics Conference, GEC 2012, October 22-26, 2012, Austin, Texas, USA; vol. 57, No. 8, p. 53.

**16. Why do we need high order fluid model for streamer discharges? [award for poster]**

A. Markosyan, **S. Dujko**, U. Ebert  
Proceedings of the thirty-seventh Woudschoten conference, WSC Conference 2012, 3-5 October, 2012, Zeist, Netherlands.

**17. High order fluid model for ionization fronts in streamer discharges**

A. Markosyan, **S. Dujko** and U. Ebert, ESCAMPIG XXI, Viano do Castelo, Portugal, July 10-14 2012

**18. High order fluid model for simulations of streamers and sprites**

A. Markosyan, **S. Dujko** and U. Ebert, 1st TEA-IS Summer School, June 17-22 2012, Malaga, Spain

**19. Kinetic phenomena in electron transport in non-equilibrium plasmas sustained by radiofrequency electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović, Bulletin of the American Physical Society, 43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, June 4-8, 2012, Anaheim, California, vol. 57 No. 5 p. 177.

**20. On thermalization of positrons in water vapor**

Srdjan Marjanović, A. Banković, S. Buckman, G. Garcia, R.D. White, M. Brunger, M. Suvakov, G. Malovic, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović, Bulletin of the American Physical Society, 43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, June 4-8, 2012, Anaheim, California, vol. 57 No. 5 p. 166.

**21. High order fluid model of streamer discharge in molecular nitrogen**

**S. Dujko**, A. Markosyan, R.D. White, Z.Lj. Petrović and U. Ebert, Bulletin of the American Physical Society, 43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, June 4-8, 2012, Anaheim, California, vol. 57 No. 5 p. 118.

**22. Transport coefficients for electrons in Hg vapor**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović, Bulletin of the American Physical Society, 43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, June 4-8, 2012, Anaheim, California, vol. 57 No. 5 p. 117.

**23. Simulations of streamers in N<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>:CO<sub>2</sub> mixtures using highly accurate transport data**

**S. Dujko**, G. Wormeester, R.D. White, Z.Lj. Petrović and U. Ebert, Bulletin of the American Physical Society, 43rd Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, June 4-8, 2012, Anaheim, California, vol. 57 No. 5 p. 58.



**24. A high order density model for streamer discharges**

A. Markosyan, **S. Dujko**, W. Hundsdorfer and U. Ebert, Physics@FOM, 17-18 January 2012, Veldhoven, The Netherlands, p. 250.

**25. A high order density model for streamer discharges A. Markosyan**

**S. Dujko**, W. Hundsdorfer and U. Ebert, 14th Euregional WELTPP Workshop on the Exploration of Low Temperature Plasma Physics, 1-2 December 2011, Rolduc, Kerkrade, The Netherlands, p. P42.

**26. High order fluid model for ionization fronts in streamer discharges**

A. Markosyan, **S. Dujko** and U. Ebert, 24th Symposium Plasma Physics & Radiation Technology, 6-7 March 2012, Lunteren, The Netherlands, p. B7.

**27. Simulations of positive streamers with highly accurate transport data**

**S. Dujko**, G. Wormeester and U. Ebert

64th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), November 14-18, 2011, salt Lake City, Utah, USA  
Bulletin of The American Physical Society, Vol. 56, Number 15, Session MR2: Plasma Modeling and Simulation II; QRP1 85, p.86.

**28. Electron transport coefficients in N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> magnetized streamer discharges**

S. Dujko, U. Ebert and G. Wormeester

64th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), November 14-18, 2011, salt Lake City, Utah, USA  
Bulletin of The American Physical Society, Vol. 56, Number 15, Session MR2: Transport Phenomena; MR2 3, p.61

**29. Kinetic and fluid equation treatments of non-equilibrium electron and positron transport in dense gases and liquids**

R.D. White, R.E. Robson, G. Boyle, W. Tattersall, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrovic

64th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), November 14-18, 2011, salt Lake City, Utah, USA  
Bulletin of The American Physical Society, Vol. 56, Number 15, Session FTP1: Charged particle collisions; FTP1 78, p.41.

**30. Electron and positron swarms in structured media: kinetic theory and fluid treatments**

G. Boyle, R.D. White, R.E. Robson, **S. Dujko** and Z.Lj. Petrović, in Preceedings of the XVI International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, 22-25 July, 2011, Maynooth, Ireland, p.46

**31. Transport of positrons in H<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O in ExB fields: The applicability of effective field concept**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović, in Preceedings of the XVI International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, 22-25 July, 2011, Maynooth, Ireland, p.45

**32. Spatially periodic structures for electrons in Ne gas: fluid, Monte Carlo and experimental results**

P. Nicoletopoulos, R.E. Robson, R.D. White, **S. Dujko** and R.P. McEachran, in Proceedings of the XVII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, 22-25 July, 2011, Maynooth, Ireland, p.75

**33. A multi term Boltzmann equation analysis of electron transport in N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> streamer discharge**

**S. Dujko**, G. Wormeester, R.D. White, Z.Lj. Petrović, in Proceedings of the XVII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, 22-25 July, Maynooth, Ireland, p.49

**34. The influence of anisotropic scattering of positrons on transport coefficients**

A. Bankovic, **S. Dujko**, Z. Lj. Petrovic, S. J. Buckman, R.D White

42nd Annual Meeting of the Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, 13-17 June 2011, Atlanta, Georgia, Bulletin of the American Physical Society, Vol 56, No. 5, p. 166 Q1 95

**35. Monte Carlo simulation and Boltzmann equation analysis of non-conservative positron transport in H<sub>2</sub>**

A. Bankovic, **S. Dujko**, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrovic, in Proceedings of the 5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems, 21-25 June, Belgrade, Serbia, eds. A. Milosavljevic, S. Dujko and B.P. Marinkovic, p.66

**Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)**

**1. A microscopic model for time response of Resistive Plate Chambers**

D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović and **S. Dujko**

Proceedings of the 3rd National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics CEAMPP, 25th August 2013, Belgrade, Serbia, p.16

**2. Transport properties of positron swarm in molecular nitrogen under the influence of electric and magnetic fields**

A. Banković, **S. Dujko**, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović, in Proceedings of the 2nd National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics and 5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems, 21-25 June, Belgrade, Serbia, eds. A. Milosavljević, S. Dujko and B.P. Marinković, p.133

# Spisak radova Saše Dujka pre izbora u prethodno zvanje

## Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

### 1. Non-equilibrium transport of positron and electron swarms in gases and liquids

R.D. White, **S. Dujko**, R.E. Robson, Z.Lj. Petrović and R.P. McEachran

Plasma Sources Sci. Technol. (2010) **19** 034001

doi: 10.1088/0963-0252/19/3/034001

ISSN: 0963-0252

IF = 2.685

### 2. Benchmark calculations of nonconservative charged-particle swarms in dc electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles

**S. Dujko**, R.D. White, Z Lj Petrović and R.E. Robson

Phys. Rev. E (2010) **81** 046403

doi: : 10.1103/PhysRevE.81.046403

ISSN: 1539-3755

IF = 2.352

### 3. Transport coefficients and cross sections for electrons in N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub> mixtures

S. Dupljanin, J de Urquijo, O Šašić, E Basurto, A M Juarez, J L Hernandez-Avila,

**S. Dujko** and Z Lj Petrović

Plasma Source Sci. Technol. (2010) **19** 025005

doi: 10.1088/0963-0252/19/2/025005

ISSN: 0963-0252

IF = 2.685

### 4. Recent advances in the application of Boltzmann equation and fluid equation methods to charged particle transport in non-equilibrium plasmas

R.D. White, R.E. Robson, **S. Dujko**, P. Nicoletopoulos and B. Li

J. Phys. D: Appl. Phys. (2009) **42** 194001

doi: 10.1088/0022-3727/42/19/194001

ISSN: 0022-3727

IF = 2.2

### 5. Measurements and interpretation of swarm parameters and their application in plasma modeling Z.Lj. Petrović, **S. Dujko**, D. Marić, G. Malović, Ž. Nikitović, O. Šašić, J. Jovanović, V. Stojanović and M. Radmilović-Radjenović

J. Phys. D: Appl. Phys. (2009) **42** 194002

doi: 10.1088/0022-3727/42/19/194002

ISSN: 0022-3727

IF = 2.2

### 6. Positron transport: The plasma-gas interface

P. Marler, Z.Lj. Petrović, A. Banković, **S. Dujko**, M. Šuvakov, G. Malović and S.J. Buckman

Physics of Plasmas (2009) **16** 057101

doi: 10.1063/1.3078103

ISSN: 1070-664X

IF = 2.427

**7. Negative differential conductivity of positrons in gases**

A. Banković, Z.Lj. Petrović, R.E. Robson, J.P. Marler, **S. Dujko** and G. Malović  
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B (2009) **267** 350-353

doi: :10.1016/j.nimb.2008.10.034

ISSN: 0168-583X

IF = 0.99

**8. Electron Transport Coefficients in N<sub>2</sub>O in RF Electric and Magnetic Fields**

O. Šašić, S. Dupljanin, S. Dujko, and Z. Lj. Petrović

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B (2009) **267** 377-381

doi: 10.1016/j.nimb.2008.10.025

ISSN: 0168-583X

IF = 0.99

**9. Monte Carlo studies of non-conservative electron transport in the steady-state Townsend experiment**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović

J. Phys. D: Appl. Phys. (2008) **41** 245205

doi: 10.1088/0022-3727/41/24/245205

ISSN: 0022-3727

IF = 2.2

**10. On the existence of transiently negative diffusion coefficients for electrons in gases in ExB fields**

R.D. White, **S. Dujko**, K.F. Ness, R.E. Robson, Z. Raspopović and Z.Lj. Petrović

J. Phys. D: Appl. Phys. (2008) **41** 025206 (7pp).

doi: :10.1088/0022-3727/41/2/025206

ISSN: 0022-3727

IF = 2.2

**11. Kinetic phenomena in charged particle transport in gases, swarm parameters and cross section data**

Z.Lj. Petrović, M. Šuvakov, Ž. Nikitović, **S. Dujko**, O. Šašić, J. Jovanović, G. Malović and V. Stojanović

Plasma Sources Sci. Technol. (2007) **16** S1-S12

doi: 10.1088/0963-0252/16/1/S01

ISSN: 0963-0252

IF = 2.685

**12. Non-conservative Electron Transport in CF<sub>4</sub> in Electric and Magnetic Fields Crossed at Arbitrary Angles**

**S. Dujko**, R.D. White, K.F. Ness, Z.Lj. Petrović and R.E. Robson

J. Phys. D: Appl. Phys. (2006) **39** 4788-4798

doi: 10.1088/0022-3727/39/22/009

ISSN: 0022-3727

IF = 2.2

### **13. Monte Carlo Studies of Electron Transport in Crossed Electric and Magnetic Fields in CF4**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopović and Z.Lj. Petrović

J. Phys. D: Appl. Phys. (2005) **38** 2952-2966

doi: 10.1088/0022-3727/38/16/032

ISSN: 0022-3727

IF = 2.2

### **14. Transport Coefficients for Electrons in Argon in Crossed Electric and Magnetic rf Fields**

Z M Raspopović, **S Dujko**, T Makabe and Z Lj Petrović

Plasma Sources Sci. Technol. (2005) **14** 293-300

doi: 10.1088/0963-0252/14/2/010

ISSN: 0963-0252

IF = 2.346

### **15. Kinetic Phenomena in Electron Transport in Radio Frequency Fields**

Z.Lj. Petrović, Z.M. Raspopović, S. Dujko and T. Makabe

Appl.Surf. Sci. (2002) **192** 1-25

doi: dx.doi.org/10.1016/S0169-4332(02)00018-1

ISSN: 0169-4332

IF = 1.295

## **Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)**

### **1. Transport Coefficients for Electrons in Mixtures of Ar and HBr**

O. Sasić, **S. Dujko**, Z.Lj. Petrović and T. Makabe

Jpn. J. Appl. Phys. 46 No. 6A 2007, pp. 3560-3565

doi: 10.1143/JJAP.46.3560

ISSN: 0021-4922

IF = 1.222

### **2. Spatial Profiles of Electron Swarm Properties and Explanation of Negative Mobility of Electrons**

Milovan Šuvakov, Zoran Ristivojević, Zoran Lj. Petrović, **Saša Dujko**, Zoran M. Raspopović, Nikolay A. Dyatko, Anatoly P. Napartovich

IEEE Trans. Plasma Sci. PS (2005) **33** 532

doi: 10.1109/TPS.2005.845122

ISSN: 0093-3813

IF = 1.144

## **Rad u međunarodnom časopisu (M23)**

### **1. Time Dependent Multi-term Solution of Boltzmann's Equation for Magnetised Low Temperature Plasmas**

R.D. White, S. Dujko, K.F. Ness, R.E. Robson, Z. Raspopović and Z.Lj. Petrović

Anziam J. **48** (CTAC 2006) pp. C50-C68, 2007

doi:

ISSN: 1446-8735

IF = 0.380

## **2. Data Bases for Modeling Plasma Devices for Processing of Integrated Circuits**

Ž. Nikitović, O. Šašić, Z.Lj. Petrović, G. Malović, A. Strinić, S. Dujko, Z. Raspopović and M. Radmilović-Radjenović

Materials Sci. Forum **453-454** (2004) 15-20

doi:

ISSN:

IF = 0.498

## **3. Negative Mobilities of Electrons in Radio Frequency Fields**

**S.Dujko**, Z.M.Raspopović, Z.Lj. Petrović and T. Makabe

IEEE Trans. Plasma Sci. PS **31** (2003) 711-716

doi: 10.1109/TPS.2003.815468

ISSN: 0093-3813

IF = 0.840

## **Monografija od nacionalnog značaja (M42)**

**S. Dujko**

Transportni fenomeni rojeva elektrona

Zadužbina Andrejević, Beograd, 2005

## **Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u celini (S. Dujko koautor predavanja) (M31)**

### **1. Electron and Position Swarms: Collision and Transport Data and Kinetic Phenomena**

Z. Lj. Petrović, **S. Dujko**, A. Banković, J. Jovanović, O. Šašić, Ž. Nikitović, V. Stojanović and J. P. Marler  
Proceedings of the Seventeenth International Conference on GAS DISCHARGES  
AND THEIR APPLICATIONS, Cardiff University

### **2. Non-equilibrium electron transport in gases: Influence of magnetic fields on temporal and spatial relaxation**

R.D. White, B. Li, **S. Dujko**, K.F. Ness and R.E. Robson

23rd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG), August 28 - September 1, 2006, National Park Kopaonik, Serbia (Ed. Lj. Hadzievski, B.P. Marinković and N.S. Marinković), Book of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, pp. 51-61.

### **3. On new developments of the physics of positron swarms**

Z. Lj. Petrović, A. Banković, **S Dujko**, S. Marjanović, M. Suvakov, G. Malović J. P. Marler, S.J Buckman, R.D. White and R.E. Robson

Journal of Physics: Conference Series (2010) **199** 012016

### **4. Low energy positron interactions - trapping, transport and scattering**

J. P. Sullivan, S. J. Buckman, A. Jones, P. Caradonna, C. Makochekanwa, D. Slaughter, Z. Lj. Petrović, A. Banković, **S. Dujko**, J. P. Marler and R. D. White

J. Phys.: Conf. Ser. (2009) **162** 012002 (17pp)

**5. A multi term Boltzmann equation analysis of non-conservative electron transport in time-dependent electric and magnetic fields**

**S Dujko** and R.D. White

J. Phys.: Conf. Ser. (2008) **133** 012005 (9pp)

**6. Relaxation processes of electrons and positrons in gases in electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles**

**S. Dujko**, R D White, K F Ness, R E Robson and Z Lj Petrović

J. Phys.: Conf. Ser. (2008) **115** 012017

**Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M32)**

**1. Recent advances in the kinetic theory of hydrodynamic and non-hydrodynamic charged particle swarms in gases**

**S. Dujko**

62nd Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), October 20-23, 2009, Saratoga Springs, New York, USA, Bulletin of the American Physical Society, Vol. 54, No. 12, p.11

**2. The Multi-term Boltzmann equation analysis of non-conservative electron transport in time-dependent electric and magnetic fields**

**S. Dujko** and R.D. White

24th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases  
August 28-29, 2008, Novi Sad, p.19

**3. On developments in the transport theory of electron and positron swarms**

R.D. White, **S. Dujko**, R.E. Robson, K.F. Ness, B. Li and Z.Lj. Petrović

XV International Symposium on electron-molecule collisions and swarms, 1-4 August 2007, Reading, UK

**Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (S. Dujko koautor predavanja) (M34)**

**1. Transport of low-energy positrons in gaseous and soft-condensed matter**

R.D. White, R.E. Robson, **S. Dujko**, W. Tattersall, G. Boyle, K.F. Ness, Z.Lj. Petrović, A. Banković, R.P. McEachran, J. Sullivan, S. J. Buckman, M. J. Brunger and G. Garcia  
EIPAM/PEIC Joint EU-Australia Meeting, ICTP, Trieste, Italy, 12-16 October 2009

**3. Non-conservative transport of electrons and positrons in gases**

A. Banković, **S. Dujko**, M. Šuvakov, R.D. White, S.J. Buckman and Z.Lj. Petrović

XVI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 24

**4. Electron and Positron Transport in Gaseous and Soft-Condensed Material**

R.D. White, **S. Dujko**, A. Bankovic, K.F. Ness, R.E. Robson and Z.Lj. Petrovic

XVI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 25

**5. On new developments in the physics of positron swarms**

Z.Lj. Petrovic, A. Banković, M. Šuvakov, G. Malović, **S. Dujko**, S. Marjanović, J.P. Marler, S.J. Buckman, R.D. White and R.E. Robson

XV International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 24

#### **6. Transport of Positrons and Electrons in Gases**

R.D. White, **S. Dujko**, A. Bankovic, R.E. Robson and Z.Lj. Petrovic

XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG) (Ed. J. de Urquijo) Cancun, Mexico (12-17 July 2009) pp. 34

#### **7. Kinetic phenomena and data for cross sections for electrons, positrons and negative ions in ionized gases**

Z. Lj. Petrović, **S. Dujko**, J. Jovanović, O. Šašić, S. Dupljanin, G. Malović, Ž. Nikitović, V. Stojanović, A. Banković

21 Symposium on Plasma Science for Materials, Huangshan, China, (October 8-11, 2008), pp.49

#### **8. Theoretical foundations, numerical techniques and applications of transport coefficients in modeling of plasmas and gas breakdown**

Z. Lj. Petrović, **S. Dujko**, Ž. Nikitović, V. Stojanović, M. Savić, M. Radmilović-Rađenović, D. Marić, G. Malović and A. Banković

2nd International Conference on Advanced Plasma Technologies, September 29 – October 2, Piran, Slovenia, Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports, p.28-31

#### **9. Transport of Charged Particles and Fast Neutrals in Low Pressure Gases and Discharges**

Z. Lj. Petrović, J. Jovanovic, O. Sasic, Z. Nikitovic, V. Stojanovic, **S. Dujko**, A. Bankovic, J.P. Marler and G.M. Malovic Abstract Book: Second Workshop & Training School on Low Cost Applications of Plasma Technology in Industry and Environment, 10-15 November 2007, Cairo, Egypt

#### **10. On developments in the transport theory of electron and positron swarms**

R.D. White, **S. Dujko**, R.E. Robson, K.F. Ness, B. Li and Z.Lj. Petrović

XV International Symposium on electron-molecule collisions and swarms, 1-4 August 2007, Reading, UK

#### **11. Non-equilibrium electron transport in gases**

R.D. White, **S. Dujko**, B. Li, K.F. Ness and R.E. Robson

23rd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 28 August - 1 September, Kopaonik, Serbia (Ed. N.S. Simonovic, B.M. Marinkovic and Lj. Hadzievski) (2006) p.8.

#### **12. Transport coefficients for electrons in CF<sub>4</sub>**

Z.Lj. Petrović, **S. Dujko** and Z.M. Raspopović

5th International Workshop on Fluorocarbon Plasmas, 8-12 March 2004, Col de Porte, Isere, France, p.26

### **Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)**

#### **1. Boltzmann equation analysis of the off-diagonal elements of the diffusion**

tensor in electric and magnetic fields in gases

**S. Dujko**, UR.D. WhiteUP, R.E.Robson and Z.Lj. Petrović

XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases (29th ICPIG) July 12-17 Cancun, Mexico, Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, PB1-1.



## **2. Relaxation of low energy positrons in molecular gases**

A. Bankovic, J. P. Marler, Z.Lj. Petrovic, **S. Dujko**, R.D. White and G. Malovic,  
Proc. 24th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2008, Novi Sad, Serbia, (25 - 29 August 2008),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, pp.  
23-26.

## **3. Temporal relaxation of electron swarms: The effects of non-conservative collisions and angle between the electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, R.D. White, K.F. Ness and Z.Lj. Petrovic,  
Proc. 24th Symposium on Physics of Ionized Gases - SPIG 2008, Novi Sad, Serbia, (25 - 29 August 2008),  
Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, pp.  
95-98.

## **4. Monte Carlo studies of the magnetic field effects on spatial relaxation of electron swarms**

**S. Dujko**, Z.Lj. Petrovic, Z.M. Raspopovic, R.D. White, K.F. Ness and R.E. Robson  
28th International Conference on Phenomena in Ionized Gases (28th ICPIG) July 15-20 2007, Prague,  
Czech Republic (Edited by J. Schmidt, M. Simek, S. Pekarek and V. Prukner; Published by Institute of  
Plasma Physics AS CR v.v.i.; ISBN: 978-80-87026-01-4), (2007) pp.265-268.

## **5. On use of empirical relations for electron transport in gases in electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic, R.D. White, K.F. Ness, R.E. Robson, T. Makabe and Z.Lj. Petrovic  
23rd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 28 August - 1  
September, Kopaonik, Serbia (Ed. N.S. Simonovic, B.M. Marinkovic and Lj. Hadzievski) (2006) p.135-138.

## **6. Electron transport coefficients in CF<sub>4</sub> magnetized plasma discharges**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic, R.D. White, K.F. Ness, R.E. Robson and Z.Lj. Petrovic  
23rd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 28 August - 1  
September, Kopaonik, Serbia (Ed. N.S. Simonovic, B.M. Marinkovic and Lj. Hadzievski) (2006) p.131-134.

## **7. Anomalous Anisotropic Diffusion of an Electron Swarm in RF Fields in CF<sub>4</sub>**

**S. Dujko**, Z. M. Raspopovic, Z. Lj. Petrović and T. Makabe  
22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 23-27 August,  
National Park Tara, Bajina Bašta, Serbia and Montenegro (Ed. Lj. Hadžijevski) (2004) p. 113-116.

## **8. Benchmark Calculations of Electron Transport in RF Fields**

**S. Dujko**, Z. M. Raspopovic, Z. Lj. Petrović, R. D. White and R. E. Robson  
22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 23-27 August,  
National Park Tara, Bajina Bašta, Serbia and Montenegro (Ed. Lj. Hadžijevski) (2004) 109-112.

## **9. The effect of the phase angle between electric and magnetic fields on rf electron transport in CF<sub>4</sub>**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic  
Proc. GD2004 Conference, (Toulouse, 5-10 Sept. 2004) Ed: MC Bordage, A Gleizes, JJ Gonzalez, vol 2, pp.  
1125-1128.

## **10. Transport coefficients for electrons in CF<sub>4</sub> in $E(t) \times B(t)$**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic

Proc. Tenth International Symposium on Gaseous Dielectrics (28 March - 2 April 2004, Athens, Greece) (Ed.s L. Christophorou, J. Olthof) (2004).

**11. Electron transport in pure CF<sub>4</sub> in crossed dc electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic,  
Fifth General Conference of the Balkan Physical Union, BPU-5, 25-29. avgust 2003, Vrnjacka Banja, Serbia and Montenegro, (2003), [SO08-003 (CD)].

**12. Momentum transfer of ion transport under the influence of resonant charge transfer collisions: the case of argon and neon ions in parent gases**

J.V. Jovanovic, **S. Dujko**, V. Stojanovic, S.B. Vrhovac and Z.Lj. Petrovic  
Proc. 21st SPIG (Symposium on physics on ionized gases) Ed. M.K.Radovic and M.S.Jovanovic (2002) 160-163.

**13. Dissociative kinetics in radio frequency plasmas in carbon tetrafluoride**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic  
Proc. 21st SPIG (Symposium on physics on ionized gases) Ed. M.K.Radovic and M.S.Jovanovic (2002) 140-143.

**14. Spatial evolution of an electron swarm in DC electric field**

Z.M. Raspopovic, **S. Dujko**, T. Makabe and Z.Lj. Petrovic  
Proc. 21st SPIG (Symposium on physics on ionized gases) Ed. M.K.Radovic and M.S.Jovanovic (2002) 120-123.

**15. Electron transport in rf fields for Ar-F<sub>2</sub> mixture showing steady state negative conductivity**

**S. Dujko**, Z.Lj. Petrovic, Z. Raspopovic and T. Makabe  
Proc.XXV ICPIG July 2001 Nagoya Ed. T. Goto, Nagoya University Vol. 3 pp. 219-220.  
(isbn 4-9900915-0-7)

**Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)**

**1. Transport of positrons in combined electric and magnetic fields in molecular H<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>**

R. D. White, A. Banković, **S. Dujko**, Z.Lj. Petrović and S. J. Buckman  
EIPAM 2009 / PEIC Joint EU-Australia Meeting 2009 12th to 16th October 2009, Trieste, Italy

**2. Boltzmann Equation Analysis of the Off-diagonal Elements of the Diffusion Tensor in Electric and Magnetic Fields in Gases**

**S. Dujko**, R.D. White, R.E. Robson and Z.Lj. Petrovic  
XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG) (Ed. J. de Urquijo) Cancun, Mexico (12-17 July 2009) pp. 46

**3. On application of transport coefficients in plasma modeling**

**Z.Lj. Petrović**, S. Dujko, Ž. Nikitović, D. Marić and G. Malović  
62nd Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), October 20-23, 2009, Saratoga Springs, New York, USA, Bulletin of the American Physical Society, Vol. 54, No. 12, KTP110 p.52

**4. Non-conservative charged particle swarms in ac electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović

62nd Annual Gaseous Electronics Conference (GEC), October 20-23, 2009, Saratoga Springs, New York, USA, Bulletin of the American Physical Society, Vol. 54, No. 12, URP12 p.77

**5. Differential Scattering Cross-Sections for Positron in Ar and their Impact on Macroscopic Transport Properties**

R.D. White, R.P. McEachran, **S. Dujko**, R.E. Robson and Z.Lj. Petrovic

XV International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 37

**6. A Review of the Available Cross Sections for Positron Collisions with Water Molecules**

A. Bankovic, **S. Dujko**, G. Malovic, Z.Lj. Petrovic, J.P. Marler, J.P. Sullivan, C. Makochekanawa and S.J. Buckman

XV International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 40

**7. Transport and Thermalization of Positrons in Molecular Hydrogen**

A. Bankovic, **S. Dujko**, M. Suvakov, S. Marjanovic, G. Malovic, J.P. Marler, Z.Lj. Petrovic and R.D. White

XV International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 51

**8. Benchmark Calculations for Non-conservative Electron Transport in Electric and Magnetic Fields Crossed at Arbitrary Angle**

**S. Dujko**, R.D. White, R.E. Robson and Z.Lj. Petrovic

XVI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, York University, Toronto, Canada (29 July - 1 August 2009) pp. 57

**9. Modeling of Positron and Positronium Transport in Gases**

Z.Lj. Petrovic, A. Bankovic, **S. Dujko**, M. Suvakov, G. Malovic, S. Marjanovic and J.P. Marler

The 7-th EU-Japan Joint Symposium on plasma Processing, Chateau Liblice, Liblice, Czech Republic (23-26 April 2009) pp.37

**10. Temporal Relaxation of the Electron Transport properties in Magnetized Plasma Discharges**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrovic

Proc. 40th DAMOP Annual meeting of the division of Atomic, Molecular and Optical Physics, (May 19-23, 2009) University of Virginia Charlottesville Virginia, Bull. Am. Phys. Soc. Vol.54, No. 7 (2009) pp. T1 138

**11. Complex interplay of collisional and RF electric/magnetic field effects for electron transport in gases**

**S. Dujko**, R.D. White, K.F. Ness and R.E. Robson

61st Annual Gaseous Electronics Conference, October 13-17, 2008, Dallas, Texas USA, Bulletin of the American Physical Society, Vol 53, No. 10, October 2008, GEC Meeting, VF2 5, p.87

**12. Positron Cooling, Trapping and Transport in Gases**

P. Caradonna, A. Jones, C. Makochekanawa, D. Slaughter, J. Sullivan, S. Buckman, R. White, K. Ness, **S. Dujko**, A. Bankovic, Z.Lj. Petrovic, M. Suvakov, G. Malovic and J. Marler Proc. 2nd International

Workshop on Non-equilibrium Processes in Plasmas and Environmental Science (Eds. D. Maric and Z. Lj. Petrović) August 2008, Belgrade&Novi Sad Serbia

**13. Transport and thermalization of positrons in gases**

J.P. Marler, A. Bankovic, Z. Lj. Petrović, **S. Dujko**, S.J. Buckman, R.D. White, R.E. Robson, M.Šuvakov and G. Malovic

15th Gaseous Electronics Meeting, Murramarang , Batemans Bay, Australia, (3-6 February 2008)  
Programme and Abstracts P14

**14. Positron transport and thermalization in low pressure molecular gases**

A. Bankovic, Z.Lj. Petrovic, M.Šuvakov, **S. Dujko**, G. Malovic, J.Marler and RD White

Proc. 39th DAMOP Annual meeting of the division of Atomic, Molecular and Optical Physics, (May 27-31, 2008) State College Pennsylvania State University, Bull. Am. Phys. Soc. 53 (2008) pp. R1 48

**15. The Boltzman equation analysis of Spatial Relaxation of the electrons in Low Temperature Plasmas**

**S. Dujko**, RD White Z Lj Petrovic, Z Teodosijevic, D Mitrakovic and RE Robson

23rd Symposium on Plasma Physics and Technology, Prague Czech Republic (June 16-19, 2008), pp 83.

**16. Electron Transport Coefficients in N<sub>2</sub>O in RF Fields**

O.Šašic, S. Dupljanin, **S. Dujko** and Z.Lj.Petrovic

4th EGAS Conference on Elementary Processes in Atomic Systems, Cluj Napoca (June 18-20, 2008), pp 137.

**17. The Cyclotron Resonance Effect on Electron Transport in rf Electric and Magnetic Fields**

Z.Lj. Petrovic, R.D. White, K.F. Ness, R.E. Robson and **S. Dujko**

19th Europhysics Sectional Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG), Granada, Spain, (July 15 -19July, 2008) pp. 1-31

**18. The effect of the cyclotron resonance on electron transport in rf electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, R.D. White, K.F. Ness, Z.Lj. Petrovic and R.E. Robson

XV International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms 1-4 August 2007, Reading, UK, (2007) p.55

**19. Monte Carlo studies of the magnetic field effects on spatial relaxation of electron swarms**

**S. Dujko**, Z.Lj. Petrovic, Z.M. Raspopovic, R.D. White, K.F. Ness and R.E. Robson

28th International Conference on Phenomena in Ionized Gases (28th ICPIG) July 15-20 2007, Prague, Czech Republic (Edited by J. Schmidt, M. Simek, S. Pekarek and V. Prukner; Published by Institute of Plasma Physics AS CR v.v.i.; ISBN: 978-80-87026-01-4), (2007) p. 22

**20. Electron Transport in Crossed Electric and Magnetic RF Fields in CF<sub>4</sub>: Zero Phase Between The Fields**

**S. Dujko**, Z.Lj. Petrovic, R.D. White and R.E. Robson

8th Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology and 19th Symposium on Plasma Science for Materials, July 2-5 , 2006, Cairns, Australia

Book of abstracts is available online: <http://www.rspphysse.anu.edu.au/~mdl112/apcpst/program.html>

**21. On approximations involved in the treatment of electron transport in modelling rf plasmas**

Z.Lj. Petrovic, **S.Dujko**, Z.M. Raspopovic, R.D. White, K.F. Ness and R.E. Robson

18th Europhysics Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionised Gases, July 12-16, 2006, Lecce, Italy, p.195-196.

**22. Time-dependent multi-term solution of Boltzmann's equation to model electron transport in magnetised collision-dominated low-temperature plasmas**

R.D. White, **S. Dujko**, K.F. Ness and R.E. Robson

13th Biennial Computational Techniques and Applications Conference, 2-5 July, Townsville, Australia (Ed. J. Trevathan) (2006) p. 63.

**23. Temporal relaxation of electron swarms in electric and magnetic fields crossed at arbitrary angles**

**S. Dujko**, R.D. White, K.F. Ness, Z.M. Raspopovic, Z.Lj. Petrovic and R.E. Robson

International symposium on electron molecule collisions and swarms, Campinas, SP, Brasil, ed. S. d'A Sanchez, R. F da Costa and M.A.P. Lima, (2005) 98.

**24. Rate coefficients for vibrational excitation of CF<sub>4</sub> in crossed rf electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic

International symposium on electron molecule collisions and swarms, Campinas, SP, Brasil, ed. S. d'A Sanchez, R. F da Costa and M.A.P. Lima, (2005) 98.

**25. Electron multiplication technique in Monte Carlo simulation of an electron swarm**

Z. M. Raspopovic, **S. Dujko** and Z. Lj. Petrović

Seventeenth European Conference on Atomic & Molecular Physics of Ionized Gases Constanta-Romania, September 1-5, 2004, p. 47-48.

**26. On explanation of negative electron mobility**

Milovan Šuvakov, Zoran Ristivojevic, **Saša Dujko**, Zoran Raspopovic and Zoran Petrovic

57th Annual Gaseous Electronics Conference September 26-29, 2004 Bunratty, Ireland, p.42 Bul. Am. Phys. Soc. 49 (5)(2004) 42 JM2 4.

**27. Transient kinetic phenomena of electron swarms in electric and magnetic fields**

R.D.White, R.E. Robson, K.F.Ness, Z.Lj.Petrovic, Z.Raspopovic and **S.Dujko**

13th Gaseous Electronics Meeting, Murramarang Resort, Batemans Bay, 1-5 February (2004) 24.

**28. Electron transport in CF<sub>4</sub> in DC and RF fields**

Z. Petrovic, **S. Dujko** and Z. Raspopovic

56th Gaseous Electronics Conference (San Francisco) (2003) (XF1 5) 87

Bull. Am. Phys. Soc. 48 (6) (2003) (XF1 5) 87.

**29. Spatial and temporal relaxation of an electron swarm in DC electric fields**

**S.Dujko**, Z. Raspopovic, T.Makabe, Z.Lj.Petrovic

International symposium on electron molecule collisions and swarms, Charles University Prague, ed. J.Horacek and P.Carsky, (2003) 182-183.

**30. Electron transport in pure CF<sub>4</sub> in crossed dc electric and magnetic fields**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic,

Fifth General Conference of the Balkan Physical Union, BPU-5, 25-29. avgust 2003, Book of Abstracts, Vrnjacka Banja, Serbia and Montenegro, (2003), [SO08-003].

**31. Electron transport coefficients for crossed RF electric and magnetic fields in CF<sub>4</sub>**

**S. Dujko**, Z.M. Raspopovic and Z.Lj. Petrovic

XXIII ICPEAC (23-29 July 2003, Stockholm, Sweden)

### **32. Absolute negative drift velocity in RF electric fields**

**S.Dujko**, Z.Lj. Petrovic, Z.M.Raspopovic and T.Makabe  
International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms  
July (2001) Lincoln NE USA pp. 124-125.

### **Predavanje po pozivu sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M61)**

#### **1. The determination of low energy electron-molecule cross sections via swarm analysis**

**S. Dujko**, R.D. White and Z Lj Petrović  
FACTA UNIVERSITATIS Series: Physics, Chemistry and Technology Vol. 6, No 1, 2008, pp. 57 – 69

### **Predavanje po pozivu sa kupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M62):**

#### **1. The determination of Low Energy Electron-Molecule Cross Sections via Swarm Analysis**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrović  
1st National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics (CEAMPP 2008), 15-18 May 2008 Zaječar, Serbia, Contributed Papers and Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports (Eds. A.R. Milosavljević, D. Šević and B.P. Marinković), pp.17

### **Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)**

#### **1. Relaksacija funkcije raspodele i transportnih parametara roja elektrona u CF<sub>4</sub>**

**S. Dujko**, Z. M. Raspopovic i Z. Lj. Petrović  
Zbornik radova sa Kongresa fizicara Srbije i Crne Gore, Petrovac na Moru, 3-5. jun 2004.,  
Urednici: N. Konjevic, B. Vujicic i P. Miranovic.

#### **2. O fizickom objašnjenju pojave negativne mobilnosti elektrona u gasovima**

M. Šuvakov, Z. Ristivojevic, **S. Dujko**, Z. Raspopovic i Z.Lj.Petrovic  
Zbornik radova sa Kongresa fizicara Srbije i Crne Gore, Petrovac na Moru, 3-5. jun 2004.,  
Urednici: N. Konjevic, B. Vujicic i P. Miranovic  
Kongres fizicara Srbije i Crne Gore (Petrovac na Moru, 2004) 3-155 - 3-158.

#### **3. Electron kinetics in plasma etching devices containing carbon tetrafluoride**

**S.Dujko**, Z.Raspopovic and Z.Lj.Petrovic  
Applied Physics in Serbia APS SANU (2002) 245.

### **Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)**

#### **1. The Determination of Low Electron-Molecule Cross Sections Via Swarm Analysis**

**S. Dujko**, R.D. White and Z.Lj. Petrovic Contributed Papers&Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports (Eds.A.R. Milosavljevic, D. Sevic and B.P. Marinkovic) 1st National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics, 15-18 May 2008, Zajecar, Serbia

#### **2. Data bases for modeling plasma devices for processing of integrated circuits**

Z.Lj. Petrovic, G. Malovic, Ž. Nikitovic, A. Strinic, **S. Dujko**, Z. Raspopovic, M. Radmilovic-Radenovic, O. Šašić,  
Fifth Yugoslav Materials Research Society Conference "YUCOMAT", Book of Abstracts, 15-19 September 2003, Herceg-Novci, Serbia and Montenegro (2003) [O.S.A.II.4.] 9.