

Назив института који подноси захтев: Институт за физику у Београду

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: Илија Симоновић

Година рођења: 1989

ЈМБГ: 3107989720074

Назив институције у којој је кандидат стално запослен:

Институт за физику у Београду

Дипломирао: 2012. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Докторат: 2020. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Постојеће научно звање: -

Научно звање које се тражи: научни сарадник

Област науке у којој се тражи звање: природно математичке науке

Грана науке у којој се тражи звање: физика

Научна дисциплина у којој се тражи звање: физика плазме и јонизованих гасова

Назив матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за физику

II Датум избора у научно звање:

нема научно звање

III Научно-истраживачки резултати (Прилог 1 и 2 Правилника):

1. Радови објављени у научним часописима међународног значаја, научна критика; уређивање часописа М(20):

	број		вредност	укупно*
M21a =	3	X	10	= 30.0 (26.6)
M21 =	3	X	8	= 24.0 (18.9)
M23 =	2	X	3	= 6.0 (6.0)

2. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број		вредност	укупно*
M32 =	2	X	1.5	= 3.0 (3.0)
M33 =	9	X	1	= 9.0 (8.55)
M34 =	18	X	0.5	= 9.0 (7.65)

3. Одбрањена докторска дисертација (M70):

	број		вредност	укупно*
M70 =	1	X	6	= 6.0 (6.0)

*у колони укупно су у загради дати нормирани бодови, у складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача

IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1 Правилника)

1. Квалитет научних резултата

1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Као најзначајније радове кандидата Комисија издваја:

- **I. Simonović, D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović, P. Stokes, R.D. White and S. Dujko**
“Third-order transport coefficient tensor of charged-particle swarms in electric and magnetic fields”
Phys. Rev. E **101** (2020) 023203
M21, DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.101.023203>; IF(2019) = 2.296
- **I. Simonović, N.A. Garland, D. Bošnjaković, Z.Lj. Petrović, R.D. White and S. Dujko**
“Electron transport and negative streamers in liquid xenon”
Plasma Sources Sci. Technol. **28** (2019) 015006
M21a, DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6595/aaf968>; IF(2019) = 3.193

У првом раду кандидат је одредио структуру транспортног тензора трећег реда у свим конфигурацијама електричног и магнетског поља применом методе групних пројектора. Метод групних пројектора је егзактан метод на основу кога се може директно одредити структура тензора, који репрезентује мерљиву физичку величину, када је позната група симетрије система. У случају транспортног тензора трећег реда примена овог метода захтева рад са великим матрицама које одговарају трећем тензорском степену поларно-векторске репрезентације. Због тога је, ради провере, структура овог тензора поново одређена применом симетријских особина момената, који представљају коефицијенте у развоју функције расподеле у фазном простору у оквиру методе више чланова за нумеричко решавање Болцманове једначине. Резултати који су добијени применом ове две независне методе се у потпуности слажу, што потврђује њихову валидност.

Физичка интерпретација појединачних компоненти транспортног тензора трећег реда је пажљиво анализирана на основу флукс градијентне релације и приближног решења генерализане дифузионе једначине. Ово приближно решење је одређено развојем Фуријеове трансформације концентрације наелектрисаних честица у ред по компонентама транспортног тензора трећег реда. У овом развоју су пре примене инверзне Фуријеове трансформације задржани само чланови нултог и првог степена по компонентама овог тензора. При анализи физичког смисла појединачних компоненти транспортног тензора трећег реда посебан акценат стављен је на утицај спољашњег електричног поља и колизионе фреквенце наелектрисаних честица роја на знак ових компоненти. Показано је да ове компоненте могу постати негативне када се колизиона фреквенца нагло повећава са порастом енергије. На овај начин је показано по први пут да стационарне вредности транспортних коефицијената могу имати негативне вредности и у одсуству магнетског поља.

У оквиру овог рада су израчунате вредности транспортних коефицијената трећег реда за наелектрисане честице у Максвеловом моделу, Ридовом моделу и моделу крутих сфера, као и за електроне у неону применом Монте Карло симулација и метода више чланова за нумеричко

решавање Болцманове једначине. За потребе овог истраживања је у постојећем Монте Карло коду омогућено узорковање монома трећег степена по координатама електрона, као и монома другог степена по координатама а првог степена по брзинама. Због снажних статистичких флукуација ових монома је неопходно праћење великог броја (минимум 10 милиона) електрона у Монте Карло симулацијама, да би могле да се одреде компоненте транспортног тензора трећег реда. Математички изрази за израчунавање транспортних коефицијената трећег реда на основу ових монома су изведени за случај ортогоналне конфигурације електричног и магнетског поља, као и за случај у коме је присутно само електрично поље. Компјутерски код за нумеричко решавање Болцманове једначине применом метода више чланова је проширен увођењем експлицитних израза за свих 18 компоненти флукс транспортног тензора, које су међусобно независне када су електрично и магнетско поље укрштени под углом који је између 0 и 90 степени. Ови изрази су изведени у оквиру рада кандидата из сферно-иредуцибилне форме флукс градијентне релације и они имају исти облик у свим конфигурацијама електричног и магнетског поља. Када конфигурација електричног и магнетског поља има нетривијалну групу симетрије, неке од ових компоненти постају међусобно једнаке или једнаке нули, чиме се структура транспортног тензора трећег реда поједностављује. Конфигурација посматраног система има нетривијалну групу симетрије када су електрично и магнетско поље међусобно ортогонални или паралелни, као и у одсуству магнетског поља.

Резултати прорачуна транспортних коефицијената трећег реда, који су добијени применом две коришћене методе се одлично слажу, што потврђује валидност примене кинетичке теорије и исправност коришћених компјутерских кодова. На основу ових резултата испитан је утицај еластичних судара, нееластичних судара, јачине електричног и магнетског поља, као и односа маса наелектрисаних честица роја и неутралних честица позадинске средине на транспортне коефицијенте трећег реда. Уочено је да су транспортни коефицијенти трећег реда осетљивији на елементарне сударне процесе од брзине дрифта и компоненти дифузионог тензора. Поред тога је показано да је утицај транспортног тензора трећег реда на просторни профил роја најзначајнији на ниским притисцима и у раним фазама развоја роја наелектрисаних честица. Такође је утврђено да је допринос транспортних коефицијената трећег реда просторном профили роја знатно израженији у случају тешких наелектрисаних честица попут јона него у случају лаких наелектрисаних честица попут електрона и позитрона.

У другом раду је изучаван транспорт електрона у течном ксенону применом Монте Карло симулација. Постојећи Монте Карло код, који је развијен за испитивање транспорта електрона у гасној фази, је генерализован и проширен у домен атомских течности увођењем три ефективна сударна процеса, који добро репрезентују средњи трансфер енергије и импулса у кохерентном еластичном расејању електрона. Адекватност примене ова три ефективна сударна процеса за репрезентовање кохерентног расејања је показана уз помоћ флуидних једначина за баланс импулса и баланс енергије и на основу особина динамичког структурног фактора течности. Исправност имплементације ефеката кохерентног расејања у коришћеном Монте Карло коду је проверена уз помоћ резултата бенчмарк прорачуна у Перкус Јевиковој (енг. Percus-Yevick) моделној течности. Ови бенчмарк резултати се одлично слажу са резултатима који су доступни у литератури чиме је потврђена исправност репрезентовања ефеката кохерентног расејања у коришћеном компјутерском коду. У овом Монте Карло коду нису узете у обзир флукуације густине, као ни формирање гасних мехурова, ни солватација електрона која се дешава у поларним течностима.

Због тога је примена овог кода ограничена на моделовање система у којима су могући транспорт наелектрисаних честица и формирање електронске лавине у чисто течной фази. Ови услови су задовољени у атомским течностима високе мобилности (течни аргон, течни криптон и течни ксенон) у околини тројне тачке, у којима се формира проводна зона као и у чврстој фази. У коришћеном Монте Карло коду су еластични судари нискоенергијских електрона репрезентовани ефективним сударним процесима који одговарају кохерентном расејању. Еластични судари на високим енергијама (преко 10 eV) су репрезентовани одговарајућим пресеком за расејање електрона на изолованом атому ксенона. Пресек за ексцитацију електрона из валентне у проводну зону је апроксимиран пресеком за јонизацију изолованог атома ксенона коме је праг снижен на вредност зонског процепа у течном ксенону. Разматрана су четири различита случаја за репрезентовање нееластичних судара у овој течности. Ови случајеви су дискутовани на основу експерименталних радова везаних за фотопроводност и ексцитонске спектре у течном ксенону.

Проучавани су профили зависности средње енергије, брзине дрифта, лонгитудиналне и трансверзалне карактеристичне енергије, као и брзинског коефицијента за јонизацију од спољашњег електричног поља. Ови резултати су упоређени са теоријским и експерименталним резултатима који су доступни у литератури и опажено је одлично слагање. Разлика између транспортних података у течной и гасној фази је анализирана на основу одговарајуће разлике између елементарних сударних процеса у ове две средине. Значајна пажња је посвећена анализи структурно индуковане негативне диференцијалне проводности у профилу брзине дрифта на основу енергијских расподела електрона и просторно разложених брзинских коефицијената за ефективне сударне процесе, који репрезентују кохерентно расејање. Такође је испитан утицај броја ексцитација, које су укључене у модел, на брзински коефицијент за ефективну јонизацију у течной фази. Показано је да се израчунати коефицијент за јонизацију у течном ксенону смањује са повећањем броја ексцитација које су укључене у модел. Поред тога је показано да се знатно веће вредности коефицијента за јонизацију у течной него у гасној фази могу приписати знатно већој густини течности, као и снижењу прага за ефективну јонизацију у течном ксенону и знатно мањем броју ексцитација, чији је праг мањи од прага за ефективну јонизацију, у течном него у гасном ксенону.

Транспортни подаци за електроне у течном ксенону, који су одређени применом Монте Карло симулација, су коришћени као улазни подаци у једноиподимензионој нумеричкој имплементацији флуидног модела првог реда. У овом моделу је претпостављено да се концентрација наелектрисаних честица налази унутар цилиндра, чији се радијус не мења у времену. Такође је претпостављено да концентрација наелектрисаних честица не варира дуж радијалне и угаоне координате, већ само дуж аксијалне координате. Одговарајући систем парцијалних диференцијалних једначина је решаван нумерички где је диференцирање по просторној координати било репрезентовано методом коначних разлика, док је интеграција по времену реализована применом Рунге Кута методе. Коришћени флуидни модел је примењен за испитивање динамике формирања и простирања негативних стримера у течном ксенону. Рекомбинација електрона и позитивних шупљина је у коришћеном флуидном моделу репрезентована скалираном Дебајевом формулом. У оквиру рада кандидата је посебна пажња посвећена испитивању утицаја броја ексцитација, које су укључене у модел, на брзину настанка и пропагације негативног стримера. Уочено је да повећање броја ексцитација присутних у моделу доводи до знатно споријег настанка и простирања стримера. Такође је разматрано одступање предвиђених брзина формирања

и простирања стримера у моделу у коме су коришћени подаци из гасне фазе, који су скалирани на густину течности, од одговарајућих брзина у моделу у коме су коришћени подаци из течног ксенона. Ово одступање је анализирано на основу разлике између брзинских коефицијената за ефективну јонизацију у гасном и течном ксенону.

1.2. Параметри квалитета часописа

Кандидат др Илија Симоновић је објавио укупно 8 радова у међународним часописима и то:

- *3 рада у међународном часопису изузетних вредности Plasma Sources Science and Technology, следећих импакт фактора IF(2016)= 3.302, IF(2018) =4.128 , IF(2019) = 3.193;SNIP(2016) = 1.344, SNIP(2018)=1.857, SNIP(2019) = 1.632.
- 3 рада у врхунским међународним часописима Plasma Physics and Controlled Fusion, Scientific Reports и Physical Review E, следећих импакт фактора IF(2017)= 3.032, IF(2018)= 4.011, IF(2019)= 2.296, редом;SNIP(2017)= 1.353, SNIP(2018) = 1.274,SNIP(2019) = 0.85, редом.
- 2 рада у међународном часопису European Physical Journal D, следећих импакт фактора IF(2017)= 1.393, IF(2019)= 1.366; SNIP(2017) = 0.684, SNIP(2019) = 0.725.

Укупан импакт фактор објављених радова др Илије Симоновића износи 22.721.

* Часопис Plasma Sources Science and Technology је био рангиран као M21a у 2016., 2017. и 2018. години а као M21 у 2019. години. Овде је М категорија датог часописа за сва три рада одређена у складу са Прилогом 2 Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача("Сл. гласник РС", бр. 24/2016 и 21/2017). При томе је за категорију часописа изабрана најбоља категорија у периоду од три године, укључујући годину публикавања рада и две године пре публикавања. Импакт фактори (IF) и (SNIP) библиографски подаци су увек наведени или за саму годину публикавања рада, или за претходну годину уколико је рад публикован у 2020. години, па подаци за ту годину још увек нису доступни у тренутку достављања документације.

1.3. Позитивна о цитираност научних радова кандидата

Према подацима из базе Web of Science, радови Илије Симоновића цитирани су укупно 33 пута, од чега 17 пута изузимајући аутоцитате. Хиршов индекс је 2 ако се изузму аутоцитати, а 3 ако се сви цитати узму у обзир.

1.4. Додатни библиометријски показатељи

Додатни библиометријски показатељи приказани су у следећој табели:

	IF	M	SNIP
Укупно	22.721	60	9.719
Усредњено по чланку	2.8401	7.5	1.21487
Усредњено по аутору	3.9164	10.3428	1.67928

1.5 Међународна сарадња

Кандидат има међународну сарадњу. Активно сарађује са групом др Роналда Вајта са Џејмс Кук Универзитета у Таунсвилу (Аустралија).

1.6. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат је показао висок степен самосталности у научном раду и дао је значајан допринос у свим радовима у којима је коаутор.

2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови кандидата су засновани на примени нумеричких прорачуна или компјутерских симулација. Радови кандидата категорије M21a имају 5 или 6 аутора, па ови радови не мењају значајно нормирани у односу на укупни број бодова. Радови категорије M21 имају 6 или 7 аутора, што мало значајније доприноси смањењу нормираног у односу на укупни број бодова. Радови категорије M23 имају 5 аутора, па се рачунају са пуном тежином. Укупан број остварених М поена у радовима у међународним часописима је 60, док је нормирани број остварених М поена у овим радовима 51.5.

3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је учествовао на пројекту Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама Министарства науке, просвете и технолошког развоја (бр. ОИ171037).

4. Утицај научних резултата

Значај научних резултата кандидата је описан у тачки 1, док се њихов утицај огледа у броју цитата који су наведени у тачки 1.3.

5. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат је своје истраживање реализовао у Институту за физику у Београду. Кандидат је дао кључан допринос у свим радовима у којима је коаутор. Његов допринос се огледа у извођењу математичких израза који су коришћени у компјутерским кодовима, добијању и интерпретацији резултата компјутерских симулација и нумеричких прорачуна, писању радова и комуникацији са рецензентима часописа.

6. Активност у научним и научно-стручним друштвима

6.1. Рецензије научних радова

Др Илија Симоновић је био рецензент једног рада у часопису European Physical Journal D.

6.2. Организација научних скупова

Др Илија Симоновић је био члан локалног организационог комитета две међународне конференције:

- International Conference on Gas Discharges and Their Applications, која је одржана у Новом Саду од 2. до 7. септембра 2018. године.
- POSMOL2019 која је одржана у Београду од 18 до 20 јула 2019. године.

6.3. Предавања по позиву на међународним конференцијама

Др Илија Симоновић је одржао предавање по позиву на међународном скупу POSMOL 2019, XX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and XXI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms, 18 - 20 July 2019. Belgrade, Serbia

Кандидат је такође одржао Progress report на међународном скупу 30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 24-28 August 2020, Šabac, Serbia.

V Оцена Комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем:

Др Илија Симоновић у потпуности испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Током рада на докторској дисертацији остварио је оригиналне научне резултате који су приказани у радовима објављеним у часописима категорије M21a, M21 и M23, као и на два предавања по позиву и у великом броју саопштења са међународних конференција. Комисија је утврдила да кандидат превазилази квантитативне услове потребне за избор у звање научни сарадник.

На основу свега изложеног предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Илије Симоновића у звање научни сарадник.

Београд 03.12.2020. године

Председник Комисије:



**др Саша Дујко,
научни саветник, Институт за физику у Београду**

МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА

За природно-математичке и медицинске струке

Диференцијални услов- Од првог избора у претходно звање до избора у звање ...	Потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама		
		Неопходно XX=	Остварено (Нормирано*)
Научни сарадник	Укупно	16	87 (76.7)
	$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42 \geq$	10	72 (63.05)
	$M11+M12+M21+M22+M23 \geq$	6	60 (51.5)

*Нормирање броја бодова извршено је у складу са Прилогом 1 Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача