

Прилог 5.

Назив института – факултета који подноси захтев: Институт за физику, Београд

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: Зоран Распоповић

Година рођења: 1964.

ЈМБГ: 1801964710054

Назив институције у којој је кандидат стално запослен: Институт за физику

Дипломирао-ла: 1989. godine: Природно-математички факултет, смер
Физика:

Магистрирао-ла: 1995. godine: Физички факултет:

Докторирао-ла: 1999. godine: Физички факултет:

Постојеће научно звање: виши научни сарадник

Научно звање које се тражи: реизбор- виши 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 научног матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за
физику

II Датум избора-реизбора у научно звање:

Виши научни сарадник: 25.09.2013. године

Реизбор : виши научни сарадник

III Научно-истраживачки резултати (прилог 1 и 2 правилника):

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

| | број | вредност | укупно |
|-------|------|----------|--------|
| M11 = | | | |
| M12 = | | | |
| M13 = | 1 | 7 | 7 |
| M14 = | | | |
| M15 = | | | |

M16 =
 M17 =
 M18 =

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

| | број | вредност | укупно |
|-------|------|----------|--------|
| M21 = | 5 | 8 | 40 |
| M22 = | 3 | 5 | 15 |
| M23 = | 6 | 3 | 18 |
| M24 = | 2 | 2 | 4 |
| M25 = | | | |
| M26 = | | | |
| M27 = | | | |
| M28 = | | | |
| M21a= | 1 | 10 | 10 |

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

| | број | вредност | укупно |
|-------|------|----------|--------|
| M31 = | 0 | 3 | 0 |
| M32 = | 0 | 1.5 | 0 |
| M33 = | 7 | 1 | 7 |
| M34 = | 22 | 0.5 | 11 |
| M35 = | | | |
| M36 = | | | |

IV Квалитативна оцена научног доприноса (прилог 1 правилника):

1. Квалитет научних резултата

1.1 Научни ниво и значај научних резултата

Др Зоран Распоповић је током научне каријере објавио укупно 40 радова у међународним часописима са ISI листе (1 M21a рад, 22 M21 рада, 5 M22 рада и 12 M23 рада). Од одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања др Распоповић је објавио 15 радова са ISI листе (1 M21a, 5 M21 радова, 3 M22 рада и 6 M23 рада).

Најзначајнији радови др Рапоповића у последњих 5 година су:

1. V. Stojanović, **Z. Raspopović**, J. Jovanović, Ž. Nikitović and Z. Lj. Petrović, *Transport of F ions in F₂*,

Europhys.Lett.101 (2013) 45003.doi: 10.1209/0295-5075/101/45003, ISSN 0295-5075, IF=2.269

2. Ž. Nikitović, M. Gilić, **Z. Raspopović**, and V. Stojanović, *Comparison between transport parameters for K^+ and Li^+ in 1,2-dimethoxy ethane (DXE)*, Europhys. Lett. 116, 15002 (2016), doi: 10.1209/0295-5075/116/15002, ISSN 0295-5075, IF=2.095

3. **Z. Raspopović**, V. Stojanović, Ž. Nikitović, *Effect of exothermic reactions on the mobility of Ar^+ in CF_4* , Europhys.Lett., 111 (2015) 45001, doi: 10.1209/0295-5075/111/45001, ISSN 0295-5075, IF=2.269

У овим радовима, интеракција јона са неутралним атомима или молекулима се описује одговарајућим потпуним скупом пресека, на основу којих се Монте Карло симулацијама прорачунавају транспортни параметри пропагације јона кроз неутрални гас на малим притисцима. Постојање експерименталних мерења појединачних пресека значајно побољшавају прецизност добијених резултата.

Доступни подаци мерења пресека за пренос наелектрисања за интеракцију F^- и F_2 , из литературе, је искоришћено за одређивање потпуног скупа пресека за дати систем. У случају *1,2-dimethoxyethane (DXE)*, коришћен је пресек за настанак комплекса са алкалним јонима да би се одредио потпун скуп пресека за те системе. За интеракцију Ar^+ на CF_4 , били су позната 3 измерена пресека за реакције који дају јоне CF_3^+ , CF_2^+ и CF^+ , које настају распадом CF_4^+ побуђеног јона. У овом систему, прагови су померени на основу интерних стања $(CF_4^+)^*$, а посебно велики утицај на транспортне параметре има егзотермна реакција у којој настаје CF_3^+ јон, који значајно повећава редуковану мобилност у поларизационом лимиту. Са овако добијеним скупом пресека одредили смо транспортне коефицијенте у функцији редукованог електричног поља који до сада нису били познати.

1.2 Параметри квалитета часописа

У последњих пет година Распоповић се бави проучавањем интеракције јона са неутралним атомима или молекулима који су од интереса за различите техничке примене, што потврђује и објављивање тих радова у једним од најугледнијих часописа у области физике плазме и јонизованог гаса: Europhysics Letters (ИФ=1.957), Plasma Sources Sci. Technol. (ИФ (2016)= 3.302), European Physical Journal D (ИФ (2016)=1.288).

| | ИФ | М | СНИП |
|---------------------|--------|-------|--------|
| Укупно | 22,036 | 83 | 8,591 |
| Усредњено по чланку | 1,47 | 5,53 | 0,573 |
| Усредњено по аутору | 5.9307 | 22.35 | 2,2482 |

1.3 Подаци о цитираности

Према подацима са Web of Science на дан 08. 05. 2018. године, радови су цитирани укупно 401 пута (не укључујући самоцитате), уз h-index једнак 13.

1.4 Међународна сарадња

Кандидат је учесник у међународној сарадњи са:

Групом др Мирана Мозетича у Институту Јожеф Штефан у Словенији.

Међународну сарадњу је остварио са професором Ј. К. Лијем (J. K. Lee) са Универзитета за науку и технологију у Похангу, у Јужној Кореји са којим је радио на усавршавању постојећих PIC (Particle in cell) кодова са посебним акцентом на кисеоничним плазмама.

Са професорима Т. Макабеом (T. Makabe) са Кеио (Keio) Универзитета у Јокохами (Yokohama) и Р.Е. Робсоном (R.E. Robson) и др. Р. Д. Вајтом (R. D. White) са Џејмс Кук Универзитета (James Cook University) у Аустралији сарађивао је на већем броју тема почевши од развоја бенчмарк модела за тестирање кодова базираних на Монте Карло симулацији и/или кодова за нумеричко решавање Болцманове (Boltzmann) једначине, преко фундаменталних истраживања повезаних са импликацијама негативне мобилности електрона на други закон термодинамике па све до проучавања кинетичких феномена транспорта електрона у условима временски разложених електричних и магнетних поља.

Остварио је и сарадњу са групом професора Напартовича (A.V. Napartovich) са Троицки Института за Иновације и Фузиона Истраживања у Москви са којом је заједнички проучавао феномен негативне мобилности електрона у смешама племенитих и јако електронегативних гасова као и са професором Уркихом (J. de Urquijo) са Националног Универзитета у Мексику са којим је сарађивао на темама које су повезане са транспортом негативних јона у гасовима.

2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничних решења

Теоријски радови др Распоповића објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања су базирани на аналитичким прорачунима и комплексним нумеричким симулацијама и имају пет или мање аутора, тако да улазе са пуном тежином у односу на број коаутора. Нормирање је извршено за број коаутора изнад 5.

Укупан број М бодова након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања је **112** (за реизбор у звање виши научни сарадник је довољна половина бодова **56**).

3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

У досадашњем истраживачком и научном и стручном раду је био учесник на следећим пројектима Министарства за науку:

2001-2004 „Физика нискотемпературних неравнотежних плазми” ОИ 1478
 2005-2010 „Физичке основе примене неравнотежних плазми у нанотехнологијама и третману материјала“ ОИ 141025

2011- „Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама“ ОИ171037

2011- „Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама“ III41011 Област: Биомедицина као и на међународном пројектима:

FP6 IPB-CNP 026328: “Reinforcing Experimental Centre for Non-Equilibrium Studies With Application in Nano-Technologies, Etching of Integrated Circuits and Environmental Research”.

4.Активности у научним и научно-стручним друштвима

Члан је редакцијског одбора и рецезент за природне науке часописа Српска наука данас у Задужбини Андрејевић, од 2015 предложен од стране Института за физику:<http://zandrejevic.rs/casopis/redakcijski-odbor-i-recezeni/>

4.1 Рецензије научних радова

4.2 Организације научних скупова

4.3 Ангажованост у образовању и формирању научних кадрова

Као професор физике Зоран Распоповић је радио хонорарно са 8 часова недељно у „Математичкој гимназији“ од 1994-2001. године где је посебну пажњу посветио надареним ученицима.

Распоповић је био коментор у изради магистарске тезе Саше Дујка, која је одбрањена на Физичком факултету Универзитета у Београду, 25.02.2004. године под називом „Транспорт електрона у електричним и магнетним рф пољима у SF₄“.

Од 2005. године је и члан комисије за такмичење ученика основних и средњих школа под називом „Не веруј на реч, увери се сам“, које организује школа Руђер Бошковић.

Зоран Распоповић је коаутор четири уџбеника за средњу школу издатих од стране Завода за издавање уџбеника и наставна средства, одобрена од стране Министарства просвете:

- (1) Физика за трећи разред гимназије друштвено-језичког смера;
 - (2) Физика за други разред гимназије општег и друштвеног-језичког смера;
 - (3) Физика за други разред гимназије природно-математичког смера;
- пре претходног избора у звање и једног уџбеника и збирке задатака после избора у

звање

(4) Физика за први разред трогодишње средње стручне школе као и једне збирке задатака у едицији Завода за издавање уџбеника и наставна средства (2017)

(5) Збирка задатака са лабораторијским вежбама за први разред трогодишње средње стручне школе (2017)

5. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидата се огледа у броју цитата који су наведени у тачки 1. овог прилога као и у прилогу о цитираности. Значај резултата кандидата је такође описан у тачки 1.

Др Зоран Распоповић ради у групи Академика др Зорана Љ. Петровића са ангажовањем на два пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја у пројектном циклусу 2011- :

Пројекат 171037 : Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама, руководилац пројекта: Академик др Зоран Љ. Петровић.

Пројекат 41011 : Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама, руководилац пројекта: др Невена Пуач.

Члан је редакцијског одбора и рецензент за природне науке часописа “Српска наука данас” који издаје Задужбина Андрејевић, од 2015. године предложен од стране Института за физику у Београду.

Др Зоран Распоповић је током научне каријере објавио укупно 40 радова у међународним часописима са ISI листе (1 M21a рад, 22 M21 рада, 5 M22 рада и 12 M23 рада). Од одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања др Распоповић је објавио 15 радова са ISI листе (1 M21a, 5 M21 радова, 3 M22 рада и 6 M23 рада). Укупан импакт фактор ових 15 радова је 22.036. Према подацима са Web of Science на дан 08. 05. 2018. године радови су цитирани укупно 401 пута (не укључујући самоцитате), уз h-index 13.

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

Након преласка у Центар за експерименталну физику академика З. Љ. Петровића колега Распоповић почиње да се бави изучавањем нискотемпературних плазми. Такве плазме имају широку примену у најсавременијим технологијама. У микроелектроници ове плазме се користе за модификацију површина полупроводничких материјала. Под модификацијом површина подразумевају се

процеси депозиције танких слојева, процеси анизотропног нагризања плазмом и процеси чишћења и распршивања материјала. Неравнотежне плазме су нашле и бројне примене у развоју извора светлости, плазма екрана, извора јона, псеудо спарк прекидача, гасних ласера, за уклањање загађујућих гасова. Из ове тематике колега Распоповић објављује монографију „Транспорт електрона у промењивим пољима“ код задужбине Андејевић (2000).

Бавио се и бави се развојем Монте Карло симулација за транспорт наелектрисаних честица. Монте Карло симулацијама су одређени транспортни коефицијени у радио-фреквентним укрштеним електричним и магнетним пољима. *Ово су први резултати за транспортне коефицијенате добијени у условима укрштених радио-фреквентних електричних и магнетних поља* који су касније потврђени решавањем Болцманове (Boltzmann) једначине на Џејмс Кук Универзитету (James Cook University) у Аустралији од стране др Р. Д. Вајта (R. D. White) и сарадника.

Од 2004. године наставља са проучавањем понашања електрона у променљивим пољима и показао је да традиционалан опис понашања транспортних коефицијената ројева електрона, базиран на поређењу фреквенција за релаксацију импулса и енергије роја електрона са фреквенцијом поља није адекватан. Приказао је и проучавао кинетичке феномене временски разложене негативне диференцијалне проводности и аномалног анизотропног понашања дифузних коефицијента који се не могу анализирати коришћењем резултата који су добијени у условима временски статичких поља. Временска нелокалност транспорта електрона је идентификована као кључни механизам за појаву ових кинетичких феномена. *Колега Распоповић је први опазио феномен транзиентне негативне дифузивности електрона у рф пољима како у моделним тако и у реалном гасовима.* Значајно место у његовом истраживању заузима ефекат негативне мобилности електрона у смешама аргона и јако електронегативних гасова као и проучавања повезана са ефектима супереластичних судара на временске профиле транспортних коефицијената у временски променљивим пољима.

Поред транспорта електрона у рф електричним и магнетним пољима, од 2006. године колега Распоповић почиње да се бави и транспортом негативних јона у гасовима. *Он је један од аутора и руководиоца базе података за транспорт негативних јона у гасовима која је израђена у Лабораторији за гасну електронику.*

Од 2006-2009 учествовао је на међународном пројекту FP6 IPB-CNP 026328: “Reinforcing Experimental Centre for Non-Equilibrium Studies With Application in Nano-Technologies, Etching of Integrated Circuits and Environmental Research”.

Други покренути правац рада подразумева сарадњу са др Жељком Никитовић, др Владимиром Стојановићем у Институту за физику у Београду и са др Јасмином Јовановић са Машинског факултета Универзитета у Београду, са којима ради на одређивању транспортних особина негативних и позитивних јона у гасовима. Из ове проблематике објављено је неколико радова у врхунским међународним часописима као и међународним часописима.

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата са образложењем:

На почетку каријере колега Распоповић се у Институту за физику бавио моделовањем индуктивно спрегнуте плазме и утицаја литијума као додатка аргонској плазми на атмосферском притиску под руководством др Мирјане Трипковић. Након преласка у Центар за експерименталну физику академика З. Љ. Петровића колега Распоповић почиње да се бави изучавањем нискотемпературних неравнотежних плазми и то пре свега у области ројева наелектрисаних честица. Монте Карло симулацијама су одређени транспортни коефицијенти у радио-фреквентним укрштеним електричним и магнетним пољима. Треба истаћи да су ово први резултати за транспортне коефицијенте добијени у условима укрштених радио-фреквентних електричних и магнетних поља који су касније потврђени решавањем Болцманове (Boltzmann) једначине на Џејмс Кук Универзитету (James Cook University) у Аустралији од стране др Р.Д. Вајта (R. D. White) и сарадника.

У току 2003. године борави на стручном усавршавању у Јужној Кореји, на Универзитету у Похангу. У Ј. Кореји код професора Ј. К. Лија (J. K. Lee) је радио на развоју PIC кода, у правцу увођења смеше гасова, као и у састављању скупа ефективних пресека за негативне јоне кисеоника, који су им били неопходни за прорачуне.

У случају променљивих поља, показао је да традиционалан опис понашања транспортних коефицијената ројева електрона, базиран на поређењу фреквенција за релаксацију импулса и енергије роја електрона са фреквенцијом поља није адекватан. Приказао је и проучавао кинетичке феномене временски разложене негативне диференцијалне проводности и аномалног анизотропног понашања дифузних коефицијента који се не могу анализирати коришћењем резултата који су добијени у условима временски статичких поља. Временска нелокалност транспорта електрона је идентификована као кључни механизам за појаву ових кинетичких феномена. Колега Распоповић је први опазио феномен транзиентне негативне дифузности електрона у рф пољима како у моделним тако и у реалним гасовима. Значајно место у његовом истраживању заузима ефекат негативне мобилности електрона у смешама аргона и јако електронегативних гасова као и проучавања повезана са ефектима супереластичних судара на временске профиле транспортних коефицијената у временски променљивим пољима.

Поред транспорта електрона у рф електричним и магнетним пољима, од 2006. године колега Распоповић почиње да се бави и транспортом негативних јона у гасовима. Он је један од аутора и руководилац базе података за транспорт негативних јона у гасовима која је израђена у Лабораторији за гасну електронику.

У периоду после последњег избора наставио је да се бави нумеричким моделовањем транспорта позитивних и негативних јона Монте Карло техником коју је др Зоран Распоповић започео са колегама (др Жељка Никитовић, др Владимир Стојановић) из Групе за гасну електронику и са Машинског Факултета, Универзитета у Београду (др Јасмина Јовановић) 2012. године. У радовима који су проистекли из ове теме, интеракција јона са неутралним атомима или молекулима се описује одговарајућим скупом пресека на основу којих се Монте Карло симулацијама прорачунавају транспортни параметри пропагације јона кроз неутрални гас на малим притисцима. Под транспортним параметрима се подразумева

енергија, брзина дрифта, мобилност, дифузија, карактеристична енергија, као и брзински коефицијенти. Иако је теоријски могуће предвидети комплетни скуп пресека за интеракције јона и молекула, експериментална мерења и теоријски прорачуни појединачних пресека или неког транспортног параметра значајно побољшавају прецизност добијених резултата.

У базама података се могу пронаћи измерени или прорачунати пресеци за велики број различитих интеракција јона и молекула, али потпуних скупова пресека из којих се могу одредити сви транспортни параметри је јако мало. Колега Распоповић је заједно са др Жељком Никитовић и др Владимиром Стојановићем развио модел који предвиђа потпун скуп пресека. Основни проблеми при одређивању потпуног скупа пресека, који описују интеракцију јона (A^+) и молекула (M) $A^+ + M$ је да ли при њиховој интеракцији настаје побуђени комплекс $(AM^+)^*$, или долази до размене наелектрисања између јона и молекула при чему настаје побуђени молекуларни јон $(M^+)^*$. Побуђени наелектрисани комплекс или побуђени јонизован молекул имају своје време живота, након кога се, како смо ми претпоставили, распадају сходно статистичкој теорији. За велике молекуле као што је *DXE* прагови се могу одредити на основу енталпија, али за мале као што је CF_4 прагови су померени на основу интерних стања побуђеног (CF_4^+) . На малим енергијама тотални моментум трансфер пресек је одређен из поларизабилности молекула.

За одређивање потпуног скупа пресека од велике важности је облик пресека за настајање комплекса. Он се углавном користи са фреквенцијом судара која не зависи од енергије и прорачунава се из средњег живота комплекса, мада бројна мерења овог пресека указују да оштро опадају са порастом енергије. У случају да им је време живота кратко, пресеци за настанак комплекса се повећавају са порастом притиска услед стабилизације тројним сударима. Ово опадање пресека за настанак комплекса са енергијом има за последицу да брзи јони са фронта роја слабије образују комплекс, померајући центар роја унапред, правећи значајне разлике између балк и флуks вредности транспортних параметара. Ово је посебно важно јер експерименти мере балк вредности, а разни модели узимају као улазне податке флуks вредности транспортних коефицијената.

Ако поред настанка комплекса, постоје и егзотермне реакције, на термалним енергијама драстично се мењају транспортне особине ових јона (балк транспортни коефицијенти могу драстично одступати од флуks вредности). По први пут је у литератури приказано одређивање транспортних параметара јона у индукованом поларизационом потенцијалу уз учешће егзотермних реакција асоцијације и реакција промене идентитета јона.

У периоду од претходног избора у звање др Распоповић је са својим колегама компилирао неколико скупова пресека и одредио транспортне коефицијенте за јоне у гасу CF_4 (F , CF_3^+ , Ar^+ , Ne^+ , He^+) и F_2 (F). Затим за јоне H^+ у *n*-бутанолу који се сматрају једним од основних конституената струје пражњења у бутанолу, као и за алкалне јоне (Li^+ , K^+ , Na^+) у (диметоксиетилен) *DXE* гасу.

ЗАКЉУЧАК

Кандидат др Зоран Распоповић је задовољио услове које поставља како правилник Института за физику тако и правилник Министарства. У периоду од претходног избора у звање успешно је отворио нову линију истраживања где је показао самосталност и способност да повезује области у којима има искуства са областима које су у фокусу интереса у савременим истраживањима. Настављен је правац рада који је кандидат развио са сарадницима у Институту за физику у Београду, а односи се иницијално на расејање негативних јона на молекулима. То је примена Денпо-Нанбу теорије за одређивање ефективних пресека за реактивне процесе која је коришћена и за расејање позитивних јона на молекулу у индукованом поларизационом потенцијалу. По први пут је у литератури приказано одређивање транспортних параметара јона у индукованом поларизационом потенцијалу уз учешће егзотермних реакција асоцијације и реакција промене идентитета јона. Тиме је дао значајан допринос развоју како базе података тако и нумеричких техника у лабораторији у којој ради.

Имајући у виду значај добијених резултата, њихову применљивост у домену физичке електронике гасова и плазма технологија, савременост коришћених техника и планираних примена, степен самосталности остварен у раду, чињеницу да су резултати публиковани у међународним часописима и на бројним међународним скуповима, ми предлажемо Научном већу Института за физику да усвоји овај извештај и предложи Министарству за просвету, науку и технолошки развој да реизбере колегу Распоповића у звање виши научни сарадник.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

др Жељка Никитовић
научни саветник Института за физику

**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: | | |
| Виши научни сарадник | Укупно | 50 | 112 (109) |
| | M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51 ≥ | 40 | 101 (98.33) |
| | M11+M12+M21+M22 M23+M24+M31+M32+M41+M42 ≥ | 30 | 83 (81.67) |

Напомена: У приложеној табели је дат укупан нормиран број поена. Како се кандидат реизабира у звање виши научни сарадник довољна је половина од укупног броја (**56** односно **54.5**).