

# Научном већу Института за физику у Београду

## Извештај комисије за избор др Андреја Буњца у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 10. јула 2018. године именовани смо у комисију за избор др Андреја Буњца у звање научни сарадник. Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

### 1. СТРУЧНО-БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Андреј Буњац рођен је у Београду 03.12.1988. године. Физички факултет, смер Теоријска и експериментална физика, завршио је 2011. године на Универзитету у Београду са средњом оценом 9.43. Мастер студије уписао је 2011. године на Физичком факултету универзитета у Београду и завршио 2012. године са просечном оценом 9.67. Докторске студије је уписао 2012. године на Физичком факултету Универзитета у Београду – смер физика атома и молекула и завршио са средњом оценом 10.00.

Андреј Буњац је био у радном односу на Физичком факултету Универзитета у Београду од новембра 2012. до новембра 2014. године, а у радном односу на Институту за физику Универзитета у Београду је од новембра 2014. године. Учествовао је на два билателарних научних пројеката (Србија – Република Српска 2015, Србија-Немачка 2015, Србија-Аустрија 2016-2017) као и у COST акцији CM1204 (XLIC) 2013-2017. У оквиру ових пројеката Андреј Буњац је значајно проширио своје знање и искуство.

### 2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Од претходног избора у звање (истраживач сарадник) Андреј Буњац је наставио ангажман на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја бр. 171020 и бавио се изучавањем метода решавања временски зависне Шредингерове једначине (методе пропагације таласних пакета) и примене истих на анализу динамике атомских система у јаким пољима.

У том периоду комплетирао је и одбранио своју докторску дисертацију под називом *Израчунавање насељености атомских стања, угаоне распореде и енергијског спектра фотоелектрона код атомских система у јаким ласерским пољима применом временски зависних метода* под менторством Др Ненада Симоновића и тиме стекао звање доктора наука за физичке науке.

Интеракција атомских и молекулских система са електромагнетним пољем, пре свега са јаким ласерским зрачењем, укључује процесе мултифотонске и тунелне јонизације, затим несеквенцијалне двоструке јонизације, емисије хармоника високог реда, стабилизације атома у електромагнетном пољу, итд.

Конкретни системи које је кандидат испитивао су атоми натријума и литијума у јаком ласерском пољу, изабрани због могућности рачунања у једноелектронској слици (у циљу редукације изузетно захтевних нумеричких процедура) али и због постојања одговарајућих експерименталних резултата. На овим системима испитивани су ефекти јонизације у различитим режимима спољашњег електромагнетног поља, а рачунате су вероватноће јонизације, угаоне расподеле и енергијски спектар фотоелектрона, као и насељености побуђених стања након примењеног ласерског пулса, а све у циљу испитивања ефеката попут резонантно појачане мултифотонске јонизације (*REMPI*), јонизације преко прага (*ATI*), као и рачунања динамичког Штарковог помака. Резултати су објављени у 3 рада у међународним часописима и приказани као 5 саопштења на међународним конференцијама. Такође су били и садржај једног предавања по позиву на међународној конференцији. Тематски, резултати се могу поделити у две области:

*1. Рачунање стопе јонизације атома натријума у режиму тунелирања у квазистатичкој апроксимацији*

Кандидат је развио нумеричку процедуру за рачунање стопа јонизације и енергија везаних стања код алкалних метала у ласерском пољу велике таласне дужине (око 14  $\mu\text{m}$ ) користећи моделни Хелманов потенцијал за опис система. При овако великим таласним дужинама могуће је користити квазистатичку апроксимацију. Кандидат је испитао домен важења квазистатичке апроксимације користећи симулацију реалног пулса за поређење. Показано је да се ова апроксимација може користити у домену у ком је Келдишев параметар  $\gamma = \frac{\omega\sqrt{2I_p}}{F}$  мањи од 0.2. Резултати симулација су у добром слагању са објављеним резултатима на сличним системима. Добијени резултати у су публиковани као један рад у међународном часопису и представљени на једној међународној конференцији:

A. Bunjac, D. B. Popović, and N. S. Simonović,

“Wave-packet analysis of strong-field ionization of sodium in the quasistatic regime”,

*Eur. Phys. J. D: At. Mol. Clusters & Opt. Phys.* **70**(5), 116 (2016). [6 pp]

Topical Issue: Advances in Positron and Electron Scattering, P. Limao -Vieira, G. Garcia, E. Krishnakumar, J. Sullivan, H. Tanuma and Z. Petrovic (Guest editors)

[DOI: 10.1140/epjd/e2016-60738-0](https://doi.org/10.1140/epjd/e2016-60738-0)

<http://link.springer.com/article/10.1140%2Fepjd%2Fe2016-60738-0>

ISSN: 1434-6060

A. Bunjac, D. B. Popović and N. S. Simonović,

“Strong-Field Ionization of Sodium in the Quasistatic Regime”,

*Proc. 28<sup>th</sup> Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2016, August 29<sup>th</sup> – Sept. 2<sup>nd</sup> 2016, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures, Editors: Dragana Marić, Aleksandar R. Milosavljević, Bratislav Obradović, and Goran Poparić, (Univ. of Belgrade, Faculty of Physics and SASA, Belgrade, Serbia), Poster P.1.3, pp.20-23. ISBN: 978-86-84539-14-6.*

<http://www.spig2016.ipb.ac.rs/spig2016-book-online.pdf>

## 2. Рачунање угаоних расподела и енергијског спектра фотоелектрона атома натријума и литијума у јаким ласерским пољима.

У оквиру мултифотонског режима нумерички је испитан атом натријума изложен кратким ласерским пулсевима у широком опсегу фреквенција и интензитета поља. Кандидат је претходно развијену нумеричку процедуру за еволуцију таласне функције решавањем временски зависне Шредингерове једначине прилагодио за временски зависне потенцијале. Као резултат израчунавања добијене су вероватноће насељености атомских стања и одређени услови при којима се одвија резонантно попуњавање. Интерполацијом добијених резултата предложен је метод за рачунање динамичког Штарковог помака под условом резонантности, као и метод за рачунање енергијског спектра фотоелектрона који репродукује структуру добијену услед резонантно појачане мултифотонске јонизације. Добијени резултати упоређени су са недавно објављеним експерименталним подацима и дају добро слагање.

Поред тога, рачунате су угаоне расподеле фотоелектрона атома натријума и литијума третираних интензивним ласерским пулсевима у трајању неколико десетина фемтосекунди. Из добијених расподела у импулсном простору израчунати су енергијски спектри који су упоређени са недавно објављеним експерименталним резултатима и дају добро слагање. Ови резултати објављени су у 2 рада и неколико саопштења на конференцијама:

**A. Bunjac, D. B. Popović and N. S. Simonović,**

“Resonant dynamic Stark shift as a tool in strong-field quantum control: calculation and application for selective multiphoton ionization of sodium”,

*Phys. Chem. Chem. Phys.* **19**, 19829-19836 (2017). [on-line 07.07.2017]

<https://doi.org/10.1039/C7CP02146A>

From themed collection XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry

ISSN: 1463-9076

**A. Bunjac, D. B. Popović and N. S. Simonović,**

“Calculations of photoelectron momentum distributions and energy spectra at strong-field multiphoton ionization of sodium”,

*Eur. Phys. J D* **71**(8), 208 (2017). [6pp, online 8 Aug.2017]

[doi: 10.1140/epjd/e2017-80276-5](https://doi.org/10.1140/epjd/e2017-80276-5)

Contribution to the Topical Issue: “Physics of Ionized Gases (SPIG 2016)”, Edited by G. Poparić,

B. Obradović, D. Marić and A. Milosavljević.

ISSN: 1434-6060

**A. Bunjac, D. B. Popovic, N. S. Simonovic,**

"Calculation of the dynamic Stark shift for sodium and the application to resonantly enhanced multiphoton ionization",

*Proc. 7<sup>th</sup> Conference on Elementary Processes in Atomic Systems (CEPAS 2017)*, 3<sup>rd</sup> – 6<sup>th</sup> September 2017, Průhonice, Czech Republic, Editors: M. Tarana, R. Čurík (J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Prague, 2017), Abstracts of Oral Contributions, p.13.

ISBN: 978-80-87351-46-8

<https://www.jh-inst.cas.cz/cepas2017/>

**A. Bunjac, D. B. Popović and N. S. Simonović,**

“Photoionization of Sodium by a Few Femtosecond Laser Pulse - Time-Dependent Analysis”,  
*Proc. 28<sup>th</sup> Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2016, August 29<sup>th</sup> –Sept. 2<sup>nd</sup> 2016, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures, Editors: Dragana Marić, Aleksandar R. Milosavljević, Bratislav Obradović, and Goran Poparić, (Univ. of Belgrade, Faculty of Physics and SASA, Belgrade, Serbia), Poster P.1.2, pp.16-19. ISBN: 978-86-84539-14-6.*

<http://www.spig2016.ipb.ac.rs/spig2016-book-online.pdf>

**A. Bunjac, D. B. Popović and N. Simonović,**

“Calculation of probabilities and photoelectron angular distributions for strong field ionization of sodium”,

3<sup>rd</sup> General Meeting of XLIC (XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry) COST Action CM1204, 2-4 November 2015 Debrecen, Hungary, Programme and Book of Abstracts, Editor: P. Badankó, Poster presentation, p.29.

<http://xlic.unideb.hu/>

ISBN: 978-963-832-51-0 (Károly Tökési, Atomki, Hungary)

**A. Bunjac, D. B. Popović, N. Simonović,**

“Calculations of ionization probabilities for sodium in strong laser fields”

*Proc. WG2 Expert Meeting on Biomolecules, COST Action CM1204, XLIC - XUV/X-ray Light and fast Ions for ultrafast Chemistry, April 27-30, 2015, Book of Abstracts, Eds. Paola Bolognesi and Aleksandar Milosavljević, 27-30 April 2015, Poster presentation P02, p.59.*

<http://www.xlic-wg2-2015.ipb.ac.rs/>

ISBN: / (The Institute of Physics, Belgrade, Serbia)

**A. Bunjac, D. B. Popović and N. S. Simonović,**

“Calculation of populations of energy levels of sodium interacting with an intense laser pulse and estimation of the resonant dynamic Stark shift”,

*Proc. The Sixth International School and Conference on Photonics & COST actions: MP1406 and MP1402 & H2020-MSCA-RISE-2015 CARDIALLY workshop (PHOTONICA 2017), 28 August – 1 September 2017 Belgrade, Serbia, Book of abstracts, Abstracts of Tutorial, Keynote, Invited Lectures, Progress Reports and Contributed Papers, Eds. Marina Lekić and Aleksandar Krmpot (Institute of Physics Belgrade, Belgrade, 2017), Section: 9. Laser - material interaction, Contributed Paper L.M.I.10, p.178.*

ISBN 978-86-82441-46-5

### 3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

#### 3.1. Квалитет научних резултата

##### 3.1.1. Значај научних резултата

Кандидат Андреј Буњац је учествовао у изради 3 научна рада и на свима је као први аутор дао кључни допринос. Од тога је један објављен у врхунском међународном часопису категорије M21, а два у међународним часописима категорије M23. Такође, имао је пет саопштења на међународним конференцијама и једно предавање по позиву.

### 3.1.2. Параметри квалитета часописа

Кандидат Андреј Буњац је укупно објавио 3 научна рада у међународним часописима и то:

1 рад у врхунском међународном часопису *Physical Chemistry Chemical Physics* (импакт фактор = 4.493, 2017 снп = 1.089)

2 рада у међународном часопису *European Physical Journal D* (импакт фактор = 1.228, 2016 снп = 0.784, 2017 снп = 0.716)

	ИФ	М	СНИП
Укупно	6.949	14	2.521
Усредњено по чланку	2.3163	4.67	0.863
Усредњено по аутору	2.3163	4.67	0.863

### 3.1.3. Подаци о цитираности

Према бази *Web of Science* радови Андреја Буњаца цитирани су 1 пут. Према бази *Google Scholar* цитирани су 4 пута од тога једном без ауоцитата.

### 3.2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови Андреја Буњаца имају 3 аутора те се признају са пуним бројем поена. Укупан број поена које је кандидат остварио је 25 што је више од захтеваног минимума (16) за избор у звање научни сарадник.

### 3.3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је од 1.11.2012. до 31.10.2014. учествовао на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОИ 171035 "Графитне и неорганске наноструктуре ниске димензионалности". Од 1.11.2014. године ангажован је на пројекту ОИ 171020 "Физика судара и фотопроеца у атомским, (био)молекулским и нанодимензионим системима" Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, чији руководиоца је др Братислав Маринковић.

### 3.4. Утицај научних резултата

Утицај научних радова кандидата детаљно је приказан у одељку 4 овог документа.

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

Кандидат је све своје научне активности реализовао у Институту за Физику Београд. Значајно је допринео сваком раду у ком је учествовао. Његов допринос је пре свега у креирању нумеричких кодова за опис интеракције валентних електрона алкалних метала (натријума и литијума) са јаким ласерским пољима и реализацији нумеричких прорачуна, а затим и у анализи истих, као и у писању радова.

### 4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ АНАЛИЗУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА

Кандидат се по први пут изабера у звање научног сарадника те је обавезан да испуни минималне квантитативне резултате потребне за избор у научно звање научни сарадник у групацији за природно-математичке и медицинске науке. Преглед броја остварених радова по М категоријама је дат у следећим табелама:

**Радови објављени у научним часописима од међународног значаја, научна критика; уређивање часописа (M20):**

	број	вредност	укупно
M21	1	8	8
M23	2	3	6

**Зборници са међународних научних скупова (M30):**

	број	вредност	укупно
M32	1	1.5	1.5
M33	2	1	2
M34	3	0.5	1.5

**Одбрањена докторска дисертација (M70):**

	број	вредност	укупно
M70	1	6	6

**Поређење са захтеваним критеријума од министарства науке:**

Научни сарадник	Поени који треба да припадају следећим категоријама	Неопходно	Остварено
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	17.5
Обавезни (2)	M11+M12+M21+M22+M23	6	14
Укупно	Све категорије	16	25

## 5. ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду квалитет резултата добијених у научним истраживањима као и свеукупан досадашњи научни рад др Андреја Буњца и број објављених публикација који премашује минималне прописане квантитативне услове за избор у звање научни сарадник, закључујемо да кандидат испуњава све квантитативне и квалитативне услове за избор у научно звање научни сарадник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

**Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да усвоји овај извештај и да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Андреја Буњца у звање научни сарадник.**

У Београду, 23. августа 2018. године

Чланови комисије:

---

др Ненад Симоновић  
научни саветник, Институт за физику у Београду

---

др Братислав Маринковић  
научни саветник, Институт за физику у Београду

---

проф. др Горан Попарић  
ванредни професор Физичког факултета у Београду