

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Милошевић (Зоран) Милан		
Датум и место рођења	09. 06. 1976. Књажевац		
Основне студије			
Универзитет	Универзитет у Нишу		
Факултет	Природно-математички факултет	ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ - НИШ	
Студијски програм	Физика	БРИСЛАВ 15.12.2017.	
Звање	Дипломирани физичар за општу физику	ОПШ. ФИЗИКА	
Година уписа	1997.	01	4657
Година завршетка	2006.		
Просечна оцена	8.93		

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	/
Факултет	/
Студијски програм	/
Звање	/
Година уписа	/
Година завршетка	/
Просечна оцена	/
Научна област	/
Наслов завршног рада	/

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Природно-математички факултет
Студијски програм	Физика
Година уписа	2016.
Остварен број ЕСПБ бодова	150
Просечна оцена	9.92

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Одређивање Штарковог помака и стопе јонизације атомских система са једним и са два активна електрона у спољашњем електричном пољу методом комплексне ротације
Име и презиме ментора, звање	Ненад Симоновић, научни саветник/ванредни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/17-01-008/17-016, 25.09.2017. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	120
Број поглавља	9
Број слика (шема, графикона)	26
Број табела	21
Број прилога	2

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p><u>M. Z. Milošević</u> and N. S. Simonović, <i>Calculations of rates for strong-field ionization of alkali-metal atoms in the quasistatic regime</i>, Phys. Rev. A, 91, 023424 (2015)</p> <p>У овом раду је разматрана јонизација алкалних метала у режиму тунелирања кроз потенцијалну баријеру и јонизације преко баријере у јаком спољашњем електричном пољу користећи једноелектронске моделе и апроксимацију замрзнутог атомског остатка. Вредности енергије и ширине (стопа јонизације) најнижег енергетског стања при различитим вредностима примењеног поља добијена користећи Штарков помак и Амосов-Делоне-Краинову (АДК) формулу упоређене су са вредностима добијеним нумеричким поступком користећи метод комплексне ротације. Добијена су добра слагања за енергије при вредностима јачине поља која одговарају режиму тунеловања. Стопе јонизације које даје Амосов-Делоне-Краинова формула међутим значајно превазилазе вредности нумеричких резултата. Након измене формуле укључујући зависност од енергије везе постигнута су добра слагања и за стопу јонизације у режиму тунеловања. Међутим, неслагања остају у режиму јонизације преко баријере што указује да су неопходне даље поправке формуле за стопе јонизације, које би биле у вези са формом таласне функције везаних стања. На крају је показано да нумерички одређена стопа јонизације није осетљива на одабир модела ефективног потенцијала атомског остатка и да се добри резултати могу постићи користећи релативно просте локалне псеудопотенцијале.</p>	M21
2	<p><u>M. Z. Milošević</u> and N. S. Simonović, <i>Over-the-barrier detachment in the hydrogen negative ion</i>, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 49, 175001 (2016)</p> <p>У овом раду је разматрано откидање електрона од негативног јона водоника у јаком спољашњем статичком електричном пољу користећи потпун двоелектронски и неколико различитих једноелектронских модела. Посебна пажња је обрађена на режим откидања електрона преко баријере где је седласта тачка на Штарковој баријери спуштена испод најнижег енергетског нивоа. Овде је показано да једноелектронски опис најнижег стања овог јона добар једино код слабих поља, док за јака поља не даје добре резултате. Прецизне вредности за енергије и стопе откидања електрона од негативног јона водоника добијене су користећи потпуни двоелектронски хамилтонијан. Једноставна формула за стопу откидања која важи за оба режима је добијена фитовањем процењених вредности добијених једноелектронским моделима са прецизним подацима из двоелектронског модела.</p>	M22
3	<p><u>M. Z. Milošević</u> and N. S. Simonović, <i>Complex-rotation and wave-packet calculations of the ionization rate for hydrogen atom in electric field</i>, Proc. 27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG), Book of Contributed Papers, eds. D. Marić, A. R. Milosavljević and Z. Mijatović, (Institute of Physics and SASA, Belgrade, 2014), p. 22-25</p> <p>У овом раду су применом два различита метода, метод комплексне ротације и метод пропагације таласног пакета, рачунате позиција и ширина најнижег (резонантног) стања атома водоника у спољашњем електричном пољу при различитим јачинама поља. Добијени резултати показују да Ландауова формула за стопу јонизације у режиму тунеловања даје добре резултате.</p>	M33
4	<p><u>M. Z. Milošević</u> and N. S. Simonović, <i>Calculations of ionization rates for alkali-metal atoms in electric field</i>, Proc. 28th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG), Book of Contributed Papers, eds. D. Marić, A. R. Milosavljević, B. Obradović, and G. Poparić, (Faculty of Physics and SASA, Belgrade, 2016), p. 43-46</p> <p>У овом раду су рачунате енергије најнижих стања алкалних метала као и њихове ширине у функцији јачине спољашњег електричног поља користећи једноелектронске моделе потенцијала и метод комплексне ротације. Добијени резултати су упоређени са одговарајућим вредностима добијеним коришћењем развоја за Штарков помак и Амосов-Делоне-Краинову формулу. Добијена су добра слагања резултата за оне јачине поља које одговарају режиму тунелирања. Такође је показано да се одговарајуће вредности за стопу јонизације, уколико се урачуна Штарков помак најнижег стања, знатно боље слажу са нумерички добијеним вредностима.</p>	M33

M. Z. Milošević and N. S. Simonović, *Calculations of electron detachment rates for hydrogen negative ion in electric field*, Proc. 28th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG), Book of Contributed Papers, eds. D. Marić, A. R. Milosavljević, B. Obradović, and G. Poparić, (Faculty of Physics and SASA, Belgrade, 2016), p. 47-50

5 У овом раду је рачуната енергија и стопа откидања електрона од негативног јона водоника при различитим јачинама електричног поља користећи потпун двоелектронски и, алтернативно, неколико различитих једноелектронских модела. Показано је да једноелектронски опис најнижег стања овог јона добар само за слаба поља, док у случају откидања преко баријере ови модели нису добри. Једноставна формула за стопу откидања која важи за оба режима је добијена фитовањем процењених вредности добијених користећи једноелектронске моделе са прецизним подацима из двоелектронског модела.

M33

M. Z. Milošević and N. S. Simonović, *Calculations of the ionization rates for alkali atoms in electric field within the single active electron approximation*, 2nd General Meeting of the COST Action CM1204 XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry (XLIC), (Gdansk University of Technology, 2014) p.76

6 У овом раду су рачунате енергије најнижих стања алкалних метала као и њихове ширине у функцији јачине спољашњег електричног поља користећи једноелектронске моделе потенцијала и метод комплексне ротације. Добијени резултати су упоређени са одговарајућим вредностима добијеним коришћењем развоја за Штарков помак и Амосов-Делоне-Краинову формулу. Добијена су добра слагања резултата за оне јачине поља које одговарају режиму тунеловања. Такође је показано да се одговарајуће вредности за стопу јонизације, уколико се урачуна Штарков помак најнижег стања, знатно боље слажу са нумерички добијеним вредностима.

M34

M. Z. Milošević and N. S. Simonović, *Single-electron description of the strong-field electron detachment of hydrogen negative ion*, Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology **14**, 27 (2016)

7 У овом раду је разматрана примењивост једноелектронских модела за описивање процеса откидања електрона од негативног јона водоника у јаком (статичком или ласерском) електричном пољу. Поредице вредности енергије и стопе откидања за најниже стање овог јона добијене користећи два краткододетна модел-потенцијала са вредностима добијеним користећи потпун двоелектронски опис откривено је да једноелектронски опис даје добре резултате при јачини поља од неколико стотина GW/cm^2 . Ови резултати се могу искористити за проучавање вишефотонских процеса или код одкидања електрона у режиму тунелирања, али метод није применљив у режиму одкидања електрона преко баријере.

M51

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА **НЕ**

Кандидат Милан Милошевић је уписао докторске академске студије Физике на Природно-математичком факултету у Нишу, положио је све правилником прописане испите, те пријавио тему докторске дисертације која је потом одобрена од стране ННВ Природно-математичког факултета и Сената Универзитета у Нишу. Кандидат је написао и укоричио докторску дисертацију и потребан број копија предао на увид Комисији за оцену докторске дисертације. Резултате докторске дисертације је објавио као први коаутор у три научна рада: Коаутор је једног научног рада у врхунском међународном часопису (категорија M21), једног рада у водећем међународном часопису (категорија M22) и једног рада у водећем часопису националног значаја (категорија M51). Такође има три саопштења на међународним конференцијама штампана у целини (категорија M33) и једно саопштење на међународној конференцији штампано у изводу (категорија M34).

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

Докторска дисертација Милана милошевића састоји се од 9 поглавља: 1. Увод, 2. Штарков помак и стопа јонизације атома у спољашњем електричном пољу – аналитички опис, 3. Метод комплексне ротације, 4. Штурмијански базис, 5. Одређивање енергија и ширина најнижег стања атома водоника у електричном пољу методом комплексне ротације, 6. Одређивање енергија и ширина најнижег стања атома алкалних

метала у електричном пољу, 7. Одређивање енергија и ширина најнижег стања атома хелијума у електричном пољу, 8. Одређивање енергија и ширина најнижег стања негативног јона водоника у електричном пољу и 9. Закључак.

У Уводу је дат кратак историјски осврт на испитивање ефеката који се јављају код атомских система у спољашњем електричном пољу – Штарковог помака и резонантног карактера енергијских нивоа. Поменути су и укратко описани теоријски прилази који се користе при анализи ових ефеката, међу којима и метод комплексне ротације који је кориштен у овој дисертацији.

У поглављу 2 је дат стандардан теоријски опис једноелектронског модела атома у спољашњем статичком електричном пољу који даје аналитичке изразе за Штарков помак (развој у ред) и стопу јонизације (формула Ландау-Лифшица за атом водоника и њена уопштења – формуле Переломов-Попов-Терентева (ППТ) и Амосов-Делоне-Краинова (АДК)).

Метод комплексне ротације је детаљније описан у поглављу 3, а штурмијанки базис, који је кориштен у свим израчунавањима применом овог метода, је представљен у поглављу 4.

У поглављу 5 је метод комплексне ротације разрађен и тестиран на примеру атома водоника у спољашњем статичком електричном пољу. Добијено је добро слагање са резултатима других аутора који су користили сличне нумеричке методе, као и са формулама из стандардног теоријског описа у случају слабијих поља.

У поглављу 6 је метод комплексне ротације (у штурмијанском базису) примењен на атоме алкалних метала код којих се једноелектронска побуђења и јонизација могу добро описати једноелектронским моделом. Овде су кориштена два типа ефективаног потенцијала атомског остатка, Хелманов и Бардслиев псевдопотенцијал, који могу са задовољавајућом тачношћу да опишу динамику валентног електрона. Добро слагање добијених вредности за енергије и ширине најнижег стања атома у пољу са вредностима које дају стандардна теорија при слабијим пољима потврђује применљивост нумеричког метода и кориштених модела. Добијени нумерички резултати такође потврђују исправност уведене корекције код АДК формуле.

У поглављу 7 је метод комплексне ротације проширен на двоелектронске системе. При томе је кориштен двоелектронски базис конструисан од једноелектронских штурмијана. Прво су разматране базне функције у облику производа штурмијана за први и други електрон, а затим је за рачунање најнижег стања, које је просторно симетрично, конструисан одговарајући симетризовани базис. Са овим последњим је иста тачност рачунања постигнута уз мањи број матричних елемената, што је значајно скратило време рачунања. Метод је тестиран на атому хелијума у спољашњем статичком електричном пољу. Добијени резултати се добро слажу са резултатима других аутора који су користили исти метод али други базис, као и са стандардним теоријским описом за слаба поља. Такође је разматрано неколико једноелектронских псевдопотенцијала. Показало се да они приближно репродукују вредности енергије и ширине најнижег стања хелијума у случају слабих поља.

У поглављу 8 је метод, који је разрађен и тестиран у претходном поглављу, примењен за рачунање енергије најнижег стања и стопе електронског откидања код негативног јона водоника у спољашњем статичком електричном пољу, за који готово да не постоје резултати добијени у оквиру двоелектронског (егзактног) модела. Такође је разматрано неколико једноелектронских прилаза – ППТ теорија, модел са потенцијалом нултог домета као и два псевдопотенцијала који укључују ефекте поларизације атомског остатка. Иако је показано да је једноелектронски опис основног стања код негативног јона водоника због специфичних радијалних корелација адекватнији него код хелијума, слагање са резултатима добијеним у оквиру двоелектронског модела је добијено само за довољно слаба поља. Разлог за то је нађен у нарушавању поменутих корелација до којег долази при укључењу спољашњег поља.

У Закључку су сумирани резултати докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације

Сви циљеве постављени приликом пријаве теме докторске дисертације су у потпуности остварени: Метод комплексне ротације је успешно примењен за одређивање тачних вредности енергија најнижег стања испитиваних атомских система и стопе њихове јонизације (односно електронског откидања у случају јона) у функцији јачине спољашњег електричног поља. Показано је да се добијени резултати одлично слажу са постојећим резултатима других аутора добијеним сличним методима, што је било неопходно пре примене на системе за које у литератури не постоје одговарајући резултати. Ово се пре свега односи на енергије и ширине најнижег стања негативног јона водоника у спољашњем статичком електричном пољу. Поред одређивања вредности наведених величина, значајан допринос ове дисертације представља и интерпретација добијених резултата која доприноси бољем физичком разумевању промена и процеса које се дешавају код атомских система под утицајем јаких спољашњих поља.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације

Резултати истраживања, изнети у докторској дисертацији кандидата Милана Милошевића, представљају значајан и оригиналан допринос истраживању ефеката који се јављају при интеракцији атомских система са јаким спољашњим пољима. У најзначајније резултате спадају вредности за енергије најнижег стања атома алкалних метала (литијум, натријум, калијум, рубидијум, цезијум и францијум), атома хелијума, те негативног јона водоника, као и стопе њихове јонизације (односно електронског откидања у случају водониковог јона) у функцији јачине спољашњег електричног поља. Што се тиче атома алкалних метала, ови резултати представљају прву комплетну анализу ове групе елемената у спољашњем електричном пољу која је представљена у литератури. Слично се може рећи и за негативни јон водоника. Осим података, значајне резултате истраживања такође представљају тестирање и потврда применљивости коришћених метода и модела.

Оцена самосталности научног рада кандидата

Кандидат Милан Милошевић испољио је висок степен самосталности у току израде докторске дисертације, која се огледа у овладавању научно-истраживачком методологијом, у способности проналажења одговарајућег метода за решавање постављених проблема, а посебно у конструкцији, тестирању и усавршавању нумеричких алгоритама који представљају конкретну имплементацију изабраног метода. Кандидат је такође демонстрирао високу поузданост при решавању различитих фаза проблема и добијању конкретних резултата.

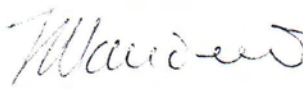
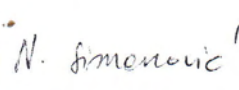
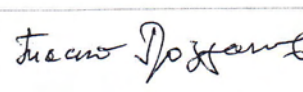
ЗАКЉУЧАК

Кандидат Милан Милошевић је у докторској дисертацији „Одређивање Штарковог помака и стопе јонизације атомских система са једним и са два активна електрона у спољашњем електричном пољу методом комплексне ротације” дао оригиналан научни допринос проучавању ефеката који настају при интеракцији атомских система са спољашњим електричним пољем, посебно у случају јаким поља. С обзиром на актуелност проблематике испитивања атомских система у јаким пољима и остварене научне резултате кандидата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу и Научно-стручном већу за природно-математичке науке Универзитета у Нишу да усвоје овај извештај и да се кандидату Милану Милошевићу одобри усмена јавна одбрана докторске дисертације.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије **8/17-01-010/17-006**

Датум именовања Комисије **04. 12. 2017. године**

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Иван Манчев, редовни професор	председник	
	Физика (ужа н.о. Теоријска физика) (Научна област)	Природно-математички факултет, Ниш (Установа у којој је запослен)	
2.	др Ненад Симоновић, научни саветник/ванредни професор	ментор, члан	
	Физика (ужа н.о. Теоријска физика) (Научна област)	Институт за физику, Београд/ Природно-математички факултет, Бања Лука (Установа у којој је запослен)	
3.	др Таско Грозданов, научни саветник	члан	
	Физика (ужа н.о. Теоријска физика) (Научна област)	Институт за физику, Београд (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

15. 12. 2017. године, Београд и Ниш