

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ

ПРИМЉЕНО:			
		21. 02. 2022	
Рад. јед.	број	Архив. број	Прилог
2801	196/1		

НАУЧНОМ ВЕЋУ
ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ
У БЕОГРАДУ

Предмет: Молба за покретање поступка за избор у звање виши научни сарадник

МОЛБА

Молим Научно веће Института за физику у Београду да у складу са Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства за просвету, науку и технолошки развој покрене поступак за мој избор у звање виши научни сарадник.

У прилогу достављам:

- Мишљење руководиоца са предлогом чланова комисије;
- Биографске податке;
- Преглед научне активности;
- Елементе за квалитативну оцену научног доприноса;
- Елементе за квантитативну оцену научног доприноса;
- Списак објављених научних радова и фотокопије радова објављених након претходног избора у звање;
- Податке о цитираности;
- Копију решења о претходном избору у звање;
- Додатне прилоге са доказима.

У Београду,

21.02.2022.

С поштовањем,

Ранковић Милош

Др Милош Ранковић

НАУЧНОМ ВЕЋУ
ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ
У БЕОГРАДУ

Предмет: Мишљење руководиоца за избор др Милоша Ранковића у звање виши научни сарадник

Др Милош Ранковић запослен је у Лабораторији за атомске сударне процесе Института за физику у Београду од 2013. године. на пројекту интегралних интердисциплинарних истраживања финансираним од Министарства просвете, науке и технолошког развоја: ОИ 171020 “Физика судара и фото процеса у атомским, (био) молекуларним и нанодимензионим системима”. Био је ангажован на пословима експерименталних мерења диференцијалних пресека атома племенитих гасова и мањих молекула, као и интеракције електрона са металним и изолаторским капиларама. Учествовао је на више пројеката на различитим експерименталним линијама синхротрона СОЛЕИЛ поред Париза у Француској, где је истраживао интеракције фотона и електрона са биомолекулима. Од 2017. године је запослен у лабораторији за Динамику Молекула и Кластера, Ј. Хејровски Институт за Физичку Хемију, при Чешкој академији науке и уметности, где је учествовао на више међународних пројеката претежно фокусираних на експерименталним истраживањима интеракције електрона са мањим молекулима.

С обзиром да испуњава све критеријуме прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја, сагласан сам са покретањем поступка за избор др Милоша Ранковића у звање виши научни сарадник.

Предлажем да комисију за избор др Милоша Ранковића у звање виши научни сарадник чине:

1. др Ненад Симоновић, научни саветник, Институт за физику у Београду,
2. др Братислав Маринковић, научни саветник у пензији, Институт за физику у Београду и
3. проф. др Горан Попарић, редовни професор, Физички факултет, Универзитет у Београду

У Београду,

21.02.2022.

Руководилац лабораторије,

N. Simonović

Др Ненад Симоновић
научни саветник
Институт за физику у Београду

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Ранковић Милош је рођен у Београду 17.06.1986. године, општина Савски Венац, Република Србија. Основну школу и средњу електротехничку школу “Никола Тесла” је похађао у Београду. Основне академске студије на Физичком факултету, Универзитет у Београду, смер Примењена физика и информатика, уписао је 2005. године. У јулу 2012. године је дипломирао са просечном оценом 8.97 и оценом 10 на дипломском испиту са темом “Примена акустичких мерења у волуметријској анализи”, под менторством др Зорана Николића. Добитник је награде *Проф. др Љубомир Турковић* за најбољи дипломски рад одбраћен на Физичком факултету исте године. У децембру 2012. године је уписао докторске студије на Физичком факултету, Универзитет у Београду. Од априла 2013. године је запослен у Институту за физику, Универзитет у Београду, Центар за физику атомских сударних процеса, као истраживач-приправник на пројекту ОИ 171020 “Физика судара и фото процеса у атомским, (био) молекуларним и нанодимензионим системима”, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Србије. На Физичком факултету, Универзитета у Београду, у септембру 2016. године одбранио је докторску дисертацију под називом: Фотонска и електронска акциона спектроскопија трапираних биомолекуларних јона - Од излованих до наносолватисаних честица”, под менторством др Александра Милосављевића. Убрзо затим успоставља међународну сарадњу и почев од августа 2017. године се прикључује групи за Динамику Молекула и Кластера, Ј. Хејровски институт за физичку хемију, Чешка академија науке и уметности у Прагу. Под руководством др Јураја Федора, наставља научноистраживачки рад у оквиру после докторских истраживања из области атомских и молекулских сударних процеса са електронима, где учествује на више међународних пројеката.

Решење о избору у звање истраживач сарадник је добио 17.06.2014. године, док је у звању научни сарадник од 27.09.2017. године.

Милош је аутор/коаутор укупно 19 радова у водећим међународним часописима (од чега 5 у категорији М21а, 8 у категорији М21, 2 у категорији М22 и 4 у категорији М23), више саопштења са међународних и националних конференција, укључујући и 7 предавања по позиву на међународним конференцијама.

OrcidID: 0000-0003-1317-0132

ResearcherID: F-6843-2016

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Научна активност др Милоша Ранковића везана је за област атомске, молекулске и хемијске физике, пре свега за експериментална истраживања процеса који настају при сударима електрона са атомима и молекулима, као и интеракције фотона из синхротронског радијационог извора са различитим биолошки релевантним молекулима у гасној фази.

У току рада на докторској дисертацији Милош Ранковић је био ангажован на пројекту ОИ 171020 *“Физика судара и фото процеса у атомским, (био)молекуларним и нано системима”*, финансираном од стране Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије (интегрална и интердисциплинарна истраживања). Трајање пројекта: 2011-2019. Руководилац пројекта је био др Братислав Маринковић. Поред тога, с обзиром на показани таленат и мотивацију за експериментални рад, Милош Ранковић је учествовао и на другим истраживањима у Лабораторији за атомске сударне процесе, пре свега у развоју система за истраживање трансмисије електрона ниских енергија кроз проводне и изолаторске микрокапиларе, путем сарадње са колегама из Мађарске.

Такође, Милош је био ангажован на пројекту билатералне научне сарадње између Србије и Немачке *„Истраживање радијационог оштећења ДНК на молекуларном нивоу помоћу електронске и фотонске акционе спектроскопије“* (2014-2015) под руководством др Александра Милосављевића. Учествовао је и на више пројеката на синхротронском извору зрачења СОЛЕИЛ, под руководством др Александра Милосављевића у периоду (2012-2016):

- “Inner-shell spectroscopy of nanosolvated Substance P peptide ions isolated in gas phase” (2016, main proposer A. Milosavljevic),
- “The interplay between protein folding and its electronic structure probed by soft X-ray absorption tandem mass action spectroscopy” (2015, main proposer A. Milosavljevic),
- “Inner-shell spectroscopy of nanosolvated protein ions isolated in gas phase” (2014, main proposer A. Milosavljevic),
- “Influence of nanosolvation onto the ionization energy of multiply charged full proteins isolated in the gas phase” (2014, main proposer A. Milosavljevic),
- “Nanosolvation-induced stabilization of biopolymers and fragile biomolecular complexes isolated in the gas phase probed by VUV photoactivation” (2013, main proposer A. Milosavljevic),
- “Inner-shell spectroscopy of protein ions isolated in gas phase: Near-edge X-ray ion yield spectra dependence on molecular charge state” (2013, main proposer A. Milosavljevic),
- “Photoionization of nanosolvated nucleotides and nucleoside triphosphates isolated in the gas phase” (2012, main proposer A. Milosavljevic)

Међународњу сарадњу са Чешким колегама након одбрањене докторске дисертације, др Милош Ранковић је започео крајем 2017. године прикључењем групи за динамику молекула и кластера у „Ј. Хејровски” Институту за физичку хемију у лабораторији за електрон-молекулске сударе, под руководством др Михала Фарника, док је 2020. године руковођење групе преузео др Јурај Федор. Након претходног избора у звање, радом у лабораторији за

електрон-молекулске сударе у Прагу, кандидат је проширио своје експериментално искуство у техникама електронске спектроскопије и тиме фокусирао своју научну активност на фундаментално истраживање процеса резонанци у молекулима.

Напомена: радови означени звездицом (*) су публиковани након претходног избора у звање.

2.1 Интеракције електрона са површинама

Разумевање механизма који доводе до расејања електрона уназад при судару са чврстим површинама и објашњење тако добијених електронских спектра је релеватно за неке процесе из области физике чврстог стања, а потребно је у многим технолошким применама као што су карактеризација површина, дијагностика оштећења материјала и површинска модификација материјала. Додатно изучавањем интеракције наелектрисаних честица са чврстим површинама се може доћи до бољег фундаменталног разумевања процеса расејања.

Кандидатов допринос се садржао у модификацији постојеће експерименталне поставке у лабораторији за физику атомских сударних процеса која је омогућила истраживање интеракције различитих непроводних и проводних капилара са електронима, као и учествовању у прикупљању и обради података. Комбинован је теоријски приступ који су урадиле Мађарске колеге, са експерименталном техником укрштених млазева где су анализирани секундарни електрони расејани на платинумској капилари под различитим упадним угловима и енергијама. Добијено је добро подударње измереног и симулираног електронског спектра након расејања са капиларе. Резултати су показали присуство еластично и нееластично расејаних електрона чак и изван угла дефинисаним геометријском трансмисијом, што указује на ефекат вођења електрона кроз капилару путем вишеструке секундарне емисије са платинумске површине, као и нагомилавања наелектрисања на нечистоћама.

(M21) A. R. Milosavljević, **M. Lj. Ranković**, D. Borka, J. B. Maljković, R. J. Berezky, B. P. Marinković and K. Tőkési,

“Study of electron transmission through a platinum tube“,

Nucl. Instr. Meth. B (2015).

DOI: 10.1016/j.nimb.2014.11.087

(M22)* J. B. Maljković, D. Borka, **M. Lj. Ranković**, B. P. Marinković, A. R. Milosavljević, C. Lemell, and K. Tőkési,

“Electron transmission through a steel capillary“,

Nucl. Instrum. Meth. B, **423**, 87–91 (2018).

DOI: 10.1016/j.nimb.2018.03.020

2.2 Интеракција фотона и електрона са биомолекулима

Велики допринос развоју модерне физике даје изучавање интеракција насталих при процесу судара електрона и фотона са различитим атомима и молекулима, са становшта разумевања многих процеса из области атомске и молекулске физике, физике атмосфере, биофизике, астрофизике и физике чврстог стања. Фундаментално изучавање елементарних процеса и

реакција иницираних сударом електрона са атомима и молекулима може довести до бољег разумевања механизма преко којих се објашњавају разни макроскопски феномени. Од посебног је интереса изучавање интеракције фотона добијених из синхротронских извора са изолованим биомолекулима, као и утицај присуства водених молекула тј. наносолватације на утицај њихових фундаменталних физичко-хемијских особина, због уске везе са разумењем процеса радијационог оштећења на молекуларном нивоу.

Научна активност и допринос кандидата пре претходног избора у звање је била везана за истраживања процеса интеракције електрона и фотона са биомолекулима, као и утицаја наносолватације на особине биомолекула. У оквиру ове тематике, Милош Ранковић је преваходно радио паралелно на: а) дизајну и развоју извора електронског млаза, као вакуумског система, у циљу конструкције, тестирања и имплементирања система за истраживање судара електрона са биомолекулима заробљеним у јонској замци или доведеним у вакуум на други начин; б) мерењу и обради резултата експерименталног истраживања интеракције “VUV” и “X” фотона са биомолекулима (нуклеотиди, аминокиселине, пептиди и протеини), као и наносолватисаним биомолекулима, изолованим у вакууму помоћу јонске замке.

У оквиру тематике а) кандидат је помоћу симулације кретања електрона под условима дефинисаним задатом геометријом електронске оптике, испитивао рад електронског топа, у континуалном и пулсном режиму. Добијени резултати су важни за конструкцију и имплементацију извора електронског млаза. Кандидат је затим извео експерименталну реализацију повезивања електронског топа и јонске замке, при чему су добијени први резултати електронски индуковане дисоцијације/јонизације пептида и протеина заробљених у линеарној квадруполној јонској замци. Овај експеримент представља веома важан доказ принципа да је могуће довести електроне средњих енергија (око 300 eV) у линеарну јонску замку са радиофреквентним електричним пољима. Показано је да пертурбација енергије и геометрије електронског млаза под таквим условима довољно мала и да је могуће разлучити електронску структуру протеина. Конкретно, разложен је апсорпциони пик који одговара електронској ексцитацији 1s електрона из најниже љуске угљениковог атома у вишу непопуњену везивну молекулску орбиталу π^* која одговара пептидној вези између угљеникових и азотових атома.

У оквиру тематике б) презентовани су резултати експерименталног истраживања фотонски индуковане дисоцијације пентапептида леуцин-енкефалин, у опсегу енергија 5-14 eV. У опсегу енергија до око 8 eV, испод енергије јонизације, дисоцијација је иницирана електронском побудом молекула чиме овакво истраживање пружа могућност детаљног испитивања електронске структуре пептида као и суцептибилности биомолекула у односу на ултраљубичасто електромагнетно зрачење. Експеримент је остварен повезивањем линеарне јонске замке са синхротронским зрачењем и мерењем тандем масених спектра у функцији енергије фотона. Такође су презентовани резултати фотонски индуковане дисоцијације за исте енергије фотона, хидратисаног протонисаног нуклеотида аденозин монофосфата. У експерименту је показано да хидратисање поменутог нуклеотида чак и са једним молекулом воде доводи до значајног смањења инзензитета фрагментације поменутог нуклеотида. У експериментима интеракције фотона из опсега енергија благих X-зрака са заробљеним вишеструко протонисаним протеином убикјутин, је показано да

повећање стања наелектрисања протеина утиче на просторну уређеност (секундарну структуру која дефинише биолошку функцију - од компактних до издужених формација), што се може довести у везу са електронском структуром протеина. Најзад, експериментални резултати добијени интеракцијом електрона из тематике а) су упоређени са интеракцијама фотона из тематике б) за исти протеин убикјутин, при чему су добијена веома добра поклапања. Иако су процеси који иницирају Ожеов процес (избацивање валентног електрона, након екситације електрона из унутрашње К-љуске) различити за случај фотона (резонантни) и електрона (нерезонантни), показало се да се релаксациони канали у тандем масеним спектрима добро поклапају.

Након претходног избора у звање кандидат је наставио сарадњу са Француским колегама и у експериментима под руковођењем др Александра Милосављевића у радијационом синхротронском постројењу СОЛЕИЛ је наставио истраживања ефекта наносолватације на фундаменталне особине биомолекуларних јона изолованог и хидратисаног пептида у јонској замци, под дејством фотона из области меких “X” зрака. Коршћена је техника “NEXAFS” (*near edge soft X ray absorption fine structure*) спектроскопије, а резултати су показали значајно повећање фрагментисања испитиваног пептида након наносолватације са 11 молекула воде. Кандидатов допринос се садржао у припреми и извођењу експеримента, као и прикупљању и обради података из серије мерења где су изоловани и хидратисани прекурсори пептида подвргнути дејству фотона енергија из области које одговарају електронској екситацији кисеоникових атома.

Објављени радови и саопштења представљају значајан научни допринос у области истраживања интеракције електрона и фотона са биомолекулима. Од посебног значаја је испитивање дисоцијације јона пептида у вакууму услед електронске побуде у “VUV” области испод енергије јонизације, као и у области меких “X” зрака, што је значајно како са фундаменталног аспекта и разумевања физичко-хемијских особина биомолекула, тако и за истраживања радијационог оштећења на молекуларном нивоу.

(M21a) A. R. Milosavljević, C. Nicolas, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, C. Miron and A. Giuliani, “K-Shell Excitation and Ionization of a Gas-Phase Protein: Interplay Between Electronic Structure and Protein Folding”, *J. Phys. Chem. Lett.* **6**, 16 (2015), pp 3132–3138
DOI: 10.1021/acs.jpcclett.5b01288

(M21a)* Aleksandar R. Milosavljević, Christophe Nicolas, **Miloš Lj. Ranković**, Francis Canon, Catalin Miron, and Alexandre Giuliani, “Correction to “K-Shell Excitation and Ionization of a Gas-Phase Protein: Interplay between Electronic Structure and Protein Folding”, *J. Phys. Chem. Lett.*, **10**(23), 7397-7397 (2019).
DOI: 10.1021/acs.jpcclett.9b03345

(M21a) Aleksandar R. Milosavljević, Viktor Z Cerovski, Francis Canon, **Miloš Lj. Ranković**, Nikola Škoro, Laurent Nahon, Alexandre Giuliani, “Energy-Dependent UV Photodissociation of Gas-Phase Adenosine Monophosphate Nucleotide Ions: The Role of a Single Solvent Molecule”, *J. Phys. Chem. Lett.* **5**, 11 (2014), pp 1994–1999.
DOI: 10.1021/jz500696b

(M21)* Aleksandar R. Milosavljević, Kari Jänkälä, **Miloš Lj. Ranković**, Francis Canon, John Bozek, Christophe Nicolas and Alexandre Giuliani,
“Oxygen K-shell spectroscopy of isolated progressively solvated peptide”,
Phys. Chem. Chem. Phys., **22**, 12909-12917 (2020).
DOI: 10.1039/D0CP00994F

(M21) **Miloš Lj. Ranković**, Alexandre Giuliani and Aleksandar R. Milosavljević,
“Electron impact action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions: inner-shell excitation of ubiquitin protein”,
Appl. Phys. Lett. **108**, 064101 (2016).
DOI: 10.1063/1.4941798

(M21) **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani, and A. R. Milosavljević,
“VUV action spectroscopy of protonated leucine-enkephalin peptide in the 6-14 eV range”,
J. Chem. Phys. **143**, 244311 (2015).
DOI: 10.1063/1.4939080

(M23) **Miloš Lj. Ranković**, Alexandre Giuliani and Aleksandar R. Milosavljević,
“Design and performance of an instrument for electron impact tandem mass spectrometry and action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions stored in RF ion trap”,
Eur. Phys. J. D **70**, 6 (2016).
DOI: 10.1140/epjd/e2016-70108-7

(M23) A. R. Milosavljević, V. Z. Cerovski, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, and A. Giuliani,
“VUV photofragmentation of protonated leucine-enkephalin peptide dimer below ionization energy”,
Eur. Phys. J. D **68**, 68 (2014).
DOI: 10.1140/epjd/e2014-40826-y

(M31) **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,
“Photoinduced fragmentation of gas-phase protonated leucine-enkephalin peptide in the VUV range”,
Journal of Physics: Conference Series **635**, (2015) 012034
DOI: 10.1088/1742-6596/635/1/012034

2.3 Интеракција електрона са ДНК

Једна од најважнијих метода лечења разних врста канцера путем радио терапије подразумева коришћење високо енергијских честица попут фотона, електрона или јона. У претходним годинама је показано да су за радијационо оштећење на молекуларном нивоу највише одговорне ниско енергијске честице настале као последица јонизације медијума под дејством примарног високо енергијског зрачења. Међу овим честицама највећи допринос оштећењу дају ниско енергијски електрони испод 20eV. Као секундарни производи произведени у највећем броју, могу се директно накачити на молекул ДНК или друге биомолекуле формирањем прелазних негативних јона, односно анјонских стања - резонанци. Најчешћи канали релаксације ових стања су дисоцијација молекула, а конкретно за молекул ДНК процес дисоцијативног електронског захвата “DEA” (*dissociative electron attachment*) може довести до једноструког или двоструког кидања ланца. Посебна пажња је усмерена на експерименталне технике које омогућавају да се огроман молекул ДНК уведе

у гасну фазу без оштећења, где се може испитивати под строго контролисаним експерименталним условима у вакууму. За побољшање технике радио терапије од великог је интереса пронаћи начин да се радијационо оштећење највише усмери само на оболеле ћелије, а да се при томе не изврши велики утицај на околно здраво ткиво. У ту сврху се користе посебни молекули који се називају радиосенситизери (*radiosensitizers*), чије присуство изазива повећање ефекта радијационог оштећења.

Из билатералне сарадње са колегама из Немачке, тематика истраживања је била испитивање интеракције ниско енергијских електрона са олигонуклеотидима посебно закачених на странице нано-димензионих троугластих структура састављених од једноструког ланца ДНК молекула. У оквиру ове тематике, кандидат је значајно допринео развоју, реализацији и оспособљавању експерименталне апаруре за потребе ових експеримената. Кандидат је дизајнирао и саставио специјалан окретни носач за узорке, у коме је додатно интегрисан Фарадејев кавез за мерење струје електрона, за потребе карактеризације електронског млаза. У овим експериментима су испитиване различите секвенце једноструког ланца ДНК молекула озрачивањем са нискоенергијским електронима, а затим су помоћу технике “AFM” (*atomic force microscopy*) пронађена и квантификована појединачна оштећења секвенци олигонуклеотида, где је кандидат дао значајан допринос у прикупљању и анализи великог броја АФМ снимака. Резултати су показали да се значајно повећање пресека тј. вероватноће за једноструко кидање ланца добија када се у олигонуклеотидску секвенцу уместо аденинске базе “А” убаци нуклеотид флударабин (*fludarabine*) “²FА”. Из ове сарадње је проистекао један рад у врхунском међународном часопису.

(M21a) Jenny Rackwitz, Janina Kopyra, Iwona Dabkowska, Kenny Ebel, **Miloš Lj. Ranković**, Aleksandar R. Milosavljević and Ilko Bald, “Sensitizing DNA towards low-energy electrons with 2-fluoroadenine”, *Angew. Chem. Int. Ed.* **55**, 35 (2016). DOI: 10.1002/anie.201603464

(M23)* Jenny Rackwitz, **Miloš Lj. Ranković**, Aleksandar R. Milosavljević and Ilko Bald, “A novel setup for the determination of absolute cross sections for low-energy electron induced strand breaks in oligonucleotides – The effect of the radiosensitizer 5-fluorouracil”, *Eur. Phys. J. D* **71**, 32 (2017). [9pp] DOI: 10.1140/epjd/e2016-70608-4

2.4 Интеракција електрона са молекулима

Елементарни процеси који учествују у формирању електронских резонанци имају фундаменталну улогу у многим областима науке и технологије, почев од астрофизике и биологије, па све до дистрибуције електричне енергије и технологије израде полупроводничких елемената. Под одређеним експерименталним условима, при сударима електрона са неутралним молекулима може доћи до формирања кратко-живећег привременог јона, тј. стања. Тај феномен се укратко назива резонанца и могуће га је истраживати применом технике електронске спектроскопије губитка енергије (EELS - *electron energy loss spectroscopy*), у којој се при задатој енергији упадних електрона мери енергија нееластично расејаних електрона са молекула мете. Разлика ових енергија, тј. енергијски губитак је у фундаменталној вези са резонацом и користи за детаљно

испитивање датог молекула. Постоје два типа електронских вибрационих резонанци код молекула. Код првог, енергијски губитак се тачно поклапа са енергијом потребном за ексцитацију кванта специфичног вибрационог мода датог молекула. У овом случају вишак енергије упадног електрона одлази у виду спонтано избаченог електрона. Код другог типа, енергија упадног електрона је насумично распоређена по свим могућим нуклеарним степенима слободе молекула, што називамо неспецифична или неодређена ексцитација. У том случају долази до термалне емисије електрона са малим енергијама, за велики опсег енергија упадних електрона. Недавним развојем дво димензионалне “EELS” примећен је и трећи тип ексцитације код неких молекула, који се не може сврстати ни у једну од претходно дефинисаних типова. У овом случају могу се видети избачени електрони термалних енергија у великом опсегу упадних енергија електрона, али њихов спектар има карактер који одговара специфичној ексцитацији.

У комбинацији са експерименталном техником “DEA” могуће је добити ширу слику о фундаменталним особинама молекула доведених у гасну фазу у погледу изучавања процеса електронских резонанци, које су битне за боље разумевање процеса из многих области науке и технологије. Допринос кандидата у овим експериментима је развој и унапређење електронике и аквизиционих програма који су довели ефикаснијој могућности прикупљања и анализе података из експерименталних мерења. Током рада у лабораторији за електрон-молекулске сударе у Прагу под руковођењем др Јураја Федора, кандидат је дао значајан допринос експерименталним мерењима и анализи резултата добијених истраживањем разних молекула, који су публиковани у врхунским међународним часописима. Кандидат је такође дизајнирао и конструисао нову експерименталну поставку за испитивање изолационих гасова који се користе у енергетици као замена за SF₆. У сарадњи са Чешким колегама, користећи ову експерименталну поставку у комбинацији са техником инфрацрвене спектроскопије, кандидат је урадио квалитативну и квантитативну анализу продуката добијених под дејством електричног пражњења. Резултати из ових експеримената су искоришћени за симулације електричних особина нових изолационих гасова при дизајну и конструкцији функционалног прототипа сигурносног прекидача (*switchgear*) кроз заједнички пројекат са међународном компанијом која се бави продајом производа из области енергетике “Eaton”. Кандидат се тренутно бави развојем нове експерименталне поставке за проучавање интеракције електрона са биолошки релевантним молекулима расвореним у течностима који се директно уводе у гасну фазу путем коришћења технике течних микроскопских млазева. Потенцијал овог типа експеримената је могућност да се обезбеди проучавање фундаменталних особина молекула и биомолекула у експерименталним условима течне фазе где се присуство воденог окружења (природна средина свих биомолекула) не занемарује, као код сличних експеримената изведених у гасној фази.

(M21a)* Cate S. Anstöter, Golda Mensa-Bonsu, Pamir Nag, **Miloš Ranković**, Ragesh Kumar T. P., Anton N. Boichenko, Anastasia V. Bochenkova, Juraj Fedor, and Jan R. R. Verlet, “Mode-Specific Vibrational Autodetachment Following Excitation of Electronic Resonances by Electrons and Photons”, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 203401 (2020) [6pp].
DOI: 10.1103/PhysRevLett.124.203401

(M21)* Ragesh Kumar T. P., P. Nag, **M. Ranković**, R. Čurík, A. Knížek, S. Civiš, M. Ferus, J. Trnka, K. Houfek, M. Čížek, and J. Fedor,
“Electron-impact vibrational excitation of isocyanic acid HNCO”,
Phys. Rev. A **102**, 062822 (2020) [6pp].
DOI: 10.1103/PhysRevA.102.062822

(M21)* M. Zawadzki, **M. Ranković**, J. Kočišek and J. Fedor,
“Dissociative electron attachment and anion-induced dimerization in pyruvic acid”,
Phys. Chem. Chem. Phys., **20**, 6838-6844 (2018).
DOI: 10.1039/c7cp07472g

(M21)* **M. Ranković**, J. Chalabala, M. Zawadzki, J. Kočišek, P. Slavíček and J. Fedor
“Dissociative ionization dynamics of dielectric gas C₃F₇CN”,
Phys. Chem. Chem. Phys., **21**, 16451-16458 (2019).
DOI: 10.1039/c9cp02188d

(M21)* **M. Ranković**, P. Nag, M. Zawadzki, L. Ballauf, J. Žabka, M. Polásek, J. Kočišek, and J. Fedor,
“Electron collisions with cyanoacetylene HC₃N: Vibrational excitation and dissociative electron attachment”,
Phys. Rev. A **98**, 052708 (2018) [9pp].
DOI: 10.1103/PhysRevA.98.052708

(M22)* **M. Ranković**, Ragesh Kumar T P, P. Nag, J. Kočišek, and J. Fedor,
“Temporary anions of the dielectric gas C₃F₇CN and their decay channels”,
J. Chem. Phys. **152**, 244304 (2020) [7pp].
DOI: 10.1063/5.0008897

(M23)* **Miloš Lj. Ranković**, Jelena B. Maljković, Károly Tökési and Bratislav P. Marinković,
“Elastic electron differential cross sections for argon atom in the intermediate energy range from 40 eV to 300 eV”,
Eur. Phys. J.D **72**, 30 (2018). [9pp]
DOI: 10.1140/epjd/e2017-80677-4

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Научни ниво и значај научних резултата, утицај научних радова

Милош Ранковић је у свом досадашњем научном раду објавио укупно 19 радова у међународним часописима са ISI листе, од чега 5 категорије M21a (изузетни међународни часописи), 8 категорије M21 (врхунски међународни часописи), 2 категорије M22 (истакнути међународни часописи) и 4 рада у категорији M23 (међународни часописи). Поред тога, објавио је 1 рад категорије M31 (предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини), 7 категорије M32 (предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу), 18 категорије M34 (саопштење са међународног скупа штампано у изводу), 3 категорије M63 (саопштење са скупа националног значаја штампано у целини).

Кандидат је након претходног избора у звање научни сарадник објавио 11 радова у међународним часописима са ISI листе. Од тога, 2 категорије М21а (изузетни међународни часописи), 5 радова су категорије М21 (врхунски међународни часописи), 2 рада категорије М22 (истакнути међународни часописи) и 2 рада у категорији М23 (међународни часописи). Поред тога, објавио је 4 рада категорије М32 (предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу) и 7 радова категорије М34 (саопштење са међународног скупа штампано у изводу).

Пет најзначајнијих радова након претходног избора у звање:

1. Cate S. Anstöter, Golda Mensa-Bonsu, Pamir Nag, **Miloš Ranković**, Ragesh Kumar T. P., Anton N. Boichenko, Anastasia V. Bochenkova, Juraj Fedor, and Jan R. R. Verlet, “Mode-Specific Vibrational Autodetachment Following Excitation of Electronic Resonances by Electrons and Photons”, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 203401 (2020) [6pp].

[DOI: 10.1103/PhysRevLett.124.203401](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.203401)

ИФ=9.227 (за 2018), $M_{\text{норм}}=7.14$, СНИП=2.362, цитата 15

2. Aleksandar R. Milosavljević, Kari Jänkälä, **Miloš Lj. Ranković**, Francis Canon, John Bozek, Christophe Nicolas and Alexandre Giuliani, “Oxygen K-shell spectroscopy of isolated progressively solvated peptide”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **22**, 12909-12917 (2020).

[DOI: 10.1039/D0CP00994F](https://doi.org/10.1039/D0CP00994F)

ИФ=3.676 (за 2020), СНИП=0.962, цитата 2

3. M. Zawadzki, **M. Ranković**, J. Kočišek and J. Fedor, “Dissociative electron attachment and anion-induced dimerization in pyruvic acid”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **20**, 6838-6844 (2018).

[DOI: 10.1039/c7cp07472g](https://doi.org/10.1039/c7cp07472g)

ИФ= 4.123 (за 2016), СНИП=0.994, цитата 18

4. **M. Ranković**, J. Chalabala, M. Zawadzki, J. Kočišek, P. Slavíček and J. Fedor “Dissociative ionization dynamics of dielectric gas C_3F_7CN ”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21**, 16451-16458 (2019).

[DOI: 10.1039/c9cp02188d](https://doi.org/10.1039/c9cp02188d)

ИФ=3.906 (за 2017), СНИП=0.973, цитата 9

5. **M. Ranković**, Ragesh Kumar T P, P. Nag, J. Kočišek, and J. Fedor, “Temporary anions of the dielectric gas C_3F_7CN and their decay channels”, *J. Chem. Phys.* **152**, 244304 (2020) [7pp].

[DOI: 10.1063/5.0008897](https://doi.org/10.1063/5.0008897)

ИФ=3.488 (за 2020), СНИП=0.961, цитата 2

У првом раду (*Phys. Rev. Lett.* **124**, 203401 (2020)), резултати су прикуљени у „Ј. Хејровски” Институту за физичку хемију у Лабораторији за електрон-молекулске сударе. Молекул

нитробензена је испитиван дводимензионалном спектроскопијом електронског губитка енергије (“EELS” - *electron energy loss spectroscopy*). Експеримент показује специјалан тип емисије електрона који не може бити објашњен преко постојећа два механизма вибрационе ексцитације, где се први тип назива специфична вибрациона ексцитација, а други неспецифична (неодређена) ексцитација. Ново-откривен тип ексцитације је сличан другом типу јер показује емисију термалних електрона карактеристичну за неспецифичну ексцитацију, али са битном разликом која указује на емисиону структуру, тј. селективност емисије. Комбиновањем експерименталног и теоријског приступа у раду је предложен механизам који објашњава овај нови тип емисије електрона. Везан је за присуство не-валентног диполно везаног стања (*non-valence dipole bound state*), који потиче од инфрацрвено активних вибрационих модова неутралног молекула нитробензена. Овај проналазак је веома важан за фундаментално разумевање процеса електронских резонанци које играју кључну улогу у многим областима као што су на пример астрофизика, биофизика, дистрибуција електричне енергије и производња полупроводника.

Резултати из другог рада (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, **22**, 12909-12917 (2020)) су добијени из експеримената урађеним на синхротрону СОЛЕИЛ, крај Париза. Комбиновањем метода електро-спреј јонизације и масене спектрометрије, огромни биомолекул - неуротрансмитер пептид СупстанцаП (*SubstanceP*) доведен је у гасну фазу. Помоћу нано електро-спреј технике изоловани су нанохидратисани биомолекуларни јони који су озрачени фотонима из области меких “X” зрака. Коришћена метода се назива “NEXAFS” (*Near Edge soft X-ray absorption fine structure*) спектроскопија и због своје селективности омогућава да се велика количина енергије депонује у дати биомолекуларни јон на тачно одређеним енергијама, које одговарају енергији специфичних атома из пептидних веза. У датом раду је конкретно испитивана К љуска кисеоникових атома и утицај свега неколико молекула воде на фундаменталне физичко-хемијске особине биомолекуларног јона овог нанхидратисаног пептида. Резултати показују апсорпциони врх који одговара прелазу O_{1s} у $\pi_{(amide)^*}$ код изолованог биомолекуларног јона. Додавањем 4 или 11 молекула воде, примећује се повећање интензитета овог апсорпционог врха услед доприноса додатних кисеоникових атома који припадају молекулима воде. У презентованим тандем масеним спектрима се види да је последица нанохидратисања повећање фрагментисања, односно разарања биомолекула кидањем пептидних веза. Ови резултати представљају један од првих експеримената који директно даје увид у процес радијационог оштећења на молекуларном нивоу.

Резултати из трећег рада (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, **20**, 6838-6844 (2018)) су прикупљени у „Ј. Хејровски” Институту за физичку хемију у Лабораторији за електрон-молекулске сударе у Прагу. Експеримент је урађен комбиновањем резултата са две експерименталне поставке, при чему се обе базирају на трохоидном електронском монохроматору као извору електрона. Апаратура са “TOF” (*time of flight*) детектором у пулсном режиму коришћена је за мерење апсолутних вредности “DEA” (*dissociative electron attachment*) пресека, док је апаратура са квадрополним масеним филтром, због нешто боље енергијске резолуције у континуалном режиму рада, дала функционалну зависност пресека од енергије упадних

електрона. Испитиван је молекул пригрођане киселине (*piruvic acid*), који је као најмања аминокиселина релевантан за многе процесе у атмосферској хемији, астрохемији и биохемији, јер потиче од оксидације биогених и антропогених прекурсора. Анализа измерених пресека показује богату фрагментацију, при чему најдоминантнији канал дисоцијације одговара кидању “COOH” (карбоксилне) везе. У парцијалном пресеку за “OH⁻” (јон хидроксилне групе) се истиче повећање интензитета око 6 eV, док је кидање хидроксилне везе узрок појављивања фрагмента (M-H)⁻, што представља доминантни дисоцијациони канал релевантан за многе биолошке молекуле. Сви бендови примећени у “DEA” парцијалним пресецима фрагмената потичу од диполно омогућених резонанци типова σ^* , π^* и Фешбах. Резултати додатно показују фрагменте који не могу настати у “DEA” процесу појединачних молекула, што указује на присуство секундарних реакција између прелазних јона (резонатних стања) M^* , односно димеризације пригрођане киселине.

У четвртој раду (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21**, 16451-16458 (2019)) је испитиван обећавајући кандидат “C₃F₇CN” (флуоронитрил) који представља заменски изолациони гас за SF₆. Са развојем свести о глобалном загревању од велике је важности да се пронађу мање штетне алтернативе за SF₆, који има високог “GWP” (*global warming potential*) и употребу широм света у постројењима за дистрибуцију електричне енергије. Резултати су прикупљени коришћењем експерименталне поставке са трохоидалним монохроматором и “TOF” детектором у Лабораторији за електрон-молекулске сударе у Прагу. Измерен је апсолутни пресек за јонизацију овог молекула у области (0-100) eV. Пресек се користи као улазни параметар за симулацију електричних пражњења при дизајну високоенергетских сигурносних прекидача, за дистрибуцију електричне енергије. Поред тога овај молекул је интересантан и са фундаменталног становишта изучавања процес при електрон-молекулским сударима. Комбиновани теоријски и експериментални приступ показује да процес јонизације доводи до потпуне дисоцијације молекула, при чему је најдоминантнији релаксациони канал производња фрагмента CF₃⁺. Теоријски прорачун показује да се иницијално формира јако велики број катјонских стања услед присуства непопуњених молекулских орбитала, а да се затим брзом интерном конверзијом услед великог броја степени слободе неутралног молекула, са ових стања систем релаксира на основно електронско стање катјона. Резултати такође показују да чак поред потпуне дисоцијације, овај гас је веома добар у прикупљању слободних електрона који настају у електронској лавини током пражњења, али и да се као последица реакција у пражњењу стварају штетни радикали као што је на пример C₃F₄N.

Пети рад (*J. Chem. Phys.* **152**, 244304 (2020)) је наставак серије истраживања изолационог гаса флуоронитрила, при чему су резултати такође прикупљени коришћењем комбинације експерименталних поставки у Прагу. Фокус истраживања је на динамици прелазних анјонских стања овог молекула, а примењена техника је вибрациона “EELS” (*electron energy loss spectroscopy*). Измерени електронски спектри показују ексцитацију великог броја

вибрационих стања, при чему доминантни модови одговарају степенима слободe вибрација “C-C” и “C-F” веза у датом молекулу. Услед директне диполне ексцитације долази до појачања вибрационе ексцитације и на енергијама упадних електрона око 0.58 eV и 1.18 eV долази до појаве вибрационих резонанци, док се на вишим енергијама појављују и широке σ^* резонанце. Поред њих, у спектру се види и статистичка емисија термалних електрона ниских енергија у великом опсегу упадних енергија електрона која одговара механизму неспецифичне вибрационе ексцитације. “DEA” процес има за последицу појаву неколико анјонских фрагмената, при чему је најдоминантнији $C_4F_7N^-$ који се види као врх у парцијалном пресеку при енергијама упадних електрона блиским нули, док се остали фрагменти виде на енергијама око 1eV. Приказани резултати дају детаљну слику динамике прелазних анјона која је веома важна за разумевање процеса електричних пражњења у овом гасу, а тиме и моделовању његових диелектричних особина.

Резултати до којих је кандидат дошао и који су представљени у радовима 1, 3, 4 и 5 представљају значајан научни допринос разумевању фундаменталне интеракције електрона са молекулима са становишта формирања резонанци, док су резултати представљени у раду 2 међу првим експериментима који доприносе бољем разумевању комплексног процеса радијационог оштећења.

3.1.2. Позитивна цитираност научних радова

Према Web of Science цитатној бази, научни радови др Милоша Ранковића цитирани су 163 пута, односно 149 пута без самоцитата (h-index=9).

3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

За процену квалитета часописа у којима су радови публиковани у наставку су приказане категорије часописа и њихов фактор утицаја, односно импакт фактор – ИФ (наведена је најбоља вредност из периода до две године уназад од када је рад објављен). Подвучени су фактори утицаја часописа у којима су објављени радови након претходног избора у звање.

Категорија M21a

1 рад у *Physical Review Letters* (ИФ 9.227)

1 рад у *Angewandte Chemie (International Edition)* (ИФ 11.709)

3 рада у *Journal of Physical Chemistry Letters* (ИФ 8.709, ИФ 8.539, ИФ 7.458)

Категорија M21

3 рада у *Physical Chemistry Chemical Physics* (ИФ 3.676, ИФ 3.906, ИФ 4.132)

2 рада у *Physical Review A* (ИФ 3.140, ИФ 2.925)

1 рад у *Applied Physics Letters* (ИФ 3.142)

1 рад у *Journal of Chemical Physics* (ИФ 2.894)

1 рад у *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* (ИФ 1.389)

Категорија М22

1 рад у *Journal of Chemical Physics* (ИФ 3.448)

1 рад у *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* (ИФ 1.323)

Категорија М23

4 рада у *The European Physical Journal D* (ИФ 1.393 два рада, ИФ 1.513, ИФ 1.208)

Укупан импакт-фактор радова др Милоша Ранковића износи 82.017, а фактор утицаја радова у периоду након избора у претходно звање је 43.303. Научни ниво и значај резултата је исказан кроз чињеницу да су радови публиковани у реномираним часописима који представљају референтне часописе у области атомске, молекулске и хемијске физике.

Додатни библиометријски показатељи према Упутству о начину писања извештаја о изборима у звања које је усвојио Матични научни одбор за физику приказани су у следећој табели:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	43.303	76	11.865
Усредњено по чланку	3.936	6.909	1.078
Усредњено по аутору	6.917	12.195	1.921

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

Др Милош Ранковић је током рада у Лабораторији за физику атомских сударних процеса у Институту за физику у Београду под руковођењем др Братислава Маринковића показао самосталност и изражену способност у практичном делу извођења експерименталних поставки, почев од дизајна, конструкције, изведбе и модификације делова апаратуре и електронике, а затим и симулација електронске оптике и модификације софтверских делова аквизиционих програма.

Током многобројних посета различитих млазних линија у синхротронском радијационом постројењу СОЛЕИЛ у Француској, поред Париза под руковођењем др Александра Милосављевића, кандидат је дао значајан допринос састављању експерименталних поставки и прикупљању података, како обради тако и анализи велике количине резултата мерења, који су касније кроз сарадњу са француским колегама публиковани у неколико врхунских међународних часописа категорија М21а и М21. Током ове сарадње кандидат је проширио своје експериментално искуство у разним техникама. Најпре, електро спреј јонизације која служи за увођење великих макромолекула у гасну фазу, а затим и методама

масене акционе спектроскопије, где се тако добијени јони макромолекула доводе у интеракцију са фотонима или електронима из области “VUV” или благих “X” зрака (*soft X ray*), са циљем истраживања фундаменталних физичко-хемијских особина биолошки релевантних макромолекула.

Након завршеног доктората, кроз сарадњу са Чешким колегама у „Ј. Хејровски“ Институту за физичку хемију, Одељење за динамику молекула и кластера, Лабораторија за истраживање електронских сударних процеса под руководством др Јураја Федора, започиње самосталан истраживачки рад и додатно проширење експерименталног искуства у техникама електронске спектроскопије методом губитка енергије (*EELS - electron energy loss*). Кандидат је значајно допринео унапређењу постојећих експерименталних поставки за мерења пресека електрон-молекулских процеса, као и дизајну и изградњи нових, који су омогућили нова истраживања везаних за испитивање заменских гасова за SF₆ (сумпорхексафлуорид). Током ове сарадње кроз више Чешких националних и међународних пројеката под руковођењем др Јураја Федора, произашла је већина радова кандидата, публикованих након претходног избора у звање у врхунским међународним часописима категорија M21a, M21 и M22 на којима је кандидат дао значајан допринос.

3.1.5. Награде

Милош Ранковић је добитник награде *Проф. др Љубомир Ђирковић* за најбољи дипломски рад одбрањен на Физичком факултету 2012. године.

3.1.6. Елементи применљивости научних резултата

Истраживања везана за ефекат вођења електрона кроз микро и макро капиларе доприносе бољем разумевању елементарних процеса на атомском нивоу који се могу довести у везу са применама у биомедицини, конкретно за развој тзв. електронског ножа, односно технике за увођење електрона у ћелије.

Истраживања интеракције фотона и електрона са биомолекулима, генерално доприноси бољем разумевању њихових фундаменталних физичко-хемијских особина, а тиме и њихове структуре која је уско везана за њихову биолошку функцију у ћелији. Заједно са разумевањем утицаја воде као растварача (стварно окружење биомолекула је већински водено) на фундаменталне особине биомолекула путем истраживања наносолватације, може се довести у везу са истраживањем радијационог оштећења живе материје, што је послењих година веома активна област. Боље разумевање елементарних процеса радијационог оштећења подстиче унапређењу ефикасности и проналажењу нових експерименталних техника са применама у радиотерапији различитих тешких болести.

Истраживања фундаменталних особина молекула путем сударних процеса при интеракцији са електронима, у виду квантификовања пресека за процесе еластичних и нееластичних расејања електрона на овим молекулима, омогућава добијање улазних параметара за нумеричко моделовање разних елементарних процеса, пре свега важних за разумевање атмосферских процеса који се доводе у везу са заштитом животне средине на Земљи. Додатно, резултати добијени у истраживањима електронских судара са молекулима из

приложених радова кандидата су релевантни са процесе астрохемије и биохемије.

Последњих година се интензивно ради на проналажењу заменских гасова за SF₆, који се користи широм света у готово свим постројењима за производњу и дистрибуцију електричне енергије унутар специјалних склопова (*switchgear*). Истраживања путем сударних процеса електрона са кандидатима заменских гасова као што су C₃F₇CN (*Novec4710*) доводе до бољег разумевања елементарних процеса који играју кључну улогу у електричном пражњењу у поменутом гасу. Добијени резултати имају директну примену у симулацијама које доприносе побољшању дизајна и конструкције постојеће опреме са далеко мањим штетним утицајем на животну средину, конкретно путем смањења доприноса ефекту глобалног загревања.

3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидат је учествовао у изради мастер радова:

- Јелене Вуковић, дипломираног физичара (Физички факултет Универзитета у Београду, 2018. године)
- Иве Бачић, дипломираног физичара (Физички факултет Универзитета у Београду, 2015. године)

Кандидат је учествовао у изради дипломског рада:

- Јелене Вуковић (Природно-математички факултет - студијски програм за физику, Универзитет у Бањој Луци, 2015. године)

3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

У периоду након претходног избора у звање да Милош Ранковић је објавио 11 радова, од којих се 8 рачунају са пуном тежином док је на 3 рада више од 7 аутора. Нормирање М бодова урађено је по правилнику, а остварен и нормиран број М поена приказан је у табели у делу **4. Елементи за квантитативну оцену научног доприноса кандидата**. Укупан број М поена је 85.5, нормираних поена има 77.5 што је изнад захтеваног броја бодова за избор у звање виши научни сарадник.

3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је учествовао у следећим пројектима основних, интердисциплинарних и технолошких истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (наведени су само пројектни задаци којима се кандидат бавио након претходног избора у звање):

- (2011-2019) “Физика судара и фото процеса у атомским, (био) молекуларним и нанодимензионим системима”, (пројекат ОИ 171020)

Кандидат учествује у следећим пројектима основних, интердисциплинарних и технолошких истраживања Чешке Републике, под руковођењем др Јураја Федора:

- (2017-2019) Czech Science Foundation Project “Cross sections and dynamics of electron scattering on molecular systems”, (пројекат ЈФ1)

- (2017-2020) Technological Agency of the Czech Republic Project “SF6 replacement in high voltage switchgear”, (пројекат ЈФ2)
- (2020-2023) Czech Science Foundation Project “Dynamics of electron-induced nuclear motion in cold molecules“, (пројекат ЈФ3)
- (2020-2024) MŠMT InterCOST project “Electronic and nuclear dynamics in molecules initiated by electron impact“, (пројекат ЈФ4)
- (2021-2026) Czech Science Foundation EXPRO project ”Probing and transforming matter by electrons in liquid jets“, (пројекат ЈФ5)
- (2022-2024) Technological Agency of the Czech Republic Project “Streamers and flashover discharges on insulators in alternative gases to SF6”, (пројекат ЈФ6)

На пројекту ОИ 171020 „Физика судара и фото процеса у атомским, (био)молекуларним и нано системима”, у оквиру теме 2 интеракције са површинама на нанометарској скали (нанокапиларе, нанотачке) које воде функционизацији материјала или модификацији нанофилмова, др Милош Ранковић руководио је задатком 2.1. Кандидат је за потребе овог задатка урадио модификацију постојеће експерименталне апаратуре тако што је дизајнирао и конструисао специјалан носач који је коришћен за причвршћење металних капилаара различитих типова и величина. Тиме је омогућено експериментално испитивање трансмисије електрона разних енергија под различитим угловима кроз дате капиларе, што је кандидат затим извршио. Кандидат је такође урадио симулацију електронске оптике анализаторског дела апаратуре како би се проверио допринос непожељног ефекта вођења електрона са електричним пољима неопходних за рад анализатора. Научни резултати који су том приликом прикупљени, кроз сарадњу са колегама из Мађарске који су дали допринос теоретском делу испитивања су публиковани у раду категорије M21, а такође су и изложени на неколико међународних конференција у виду постер презентација.

На пројекту ЈФ1, др Милош Ранковић је обављао пројектни задатак мерења пресека за електрон-молекулске сударе, разних молекула релевантних за астрохемијске и биохемијске процесе. Резултати су публиковани у врхунским међународним часописима категорија M21 и изложени су на међународним конференцијама у виду постер излагања.

На пројекту ЈФ2, др Милош Ранковић је обављао следеће пројектне задатке:

- (a) мерења пресека за електрон-молекулске сударе заменских изолационих гасова,
- (b) дизајн и конструкцију експерименталне поставке за испитивање продуката након утицаја парцијалног пражњења (*partial discharge*) у изолационим гасовима,
- (б) одређивање и квантификацију продуката добијених парцијалним пражњењима у изолационим гасовима. Резултати су публиковани у врхунским међународним часописима категорија M21 и изложени су на међународним конференцијама у виду предавања по позиву као и постер излагања.

На пројекту ЈФ3, др Милош Ранковић се бави пројектним задаком дизајна и унапређења електронике за нову експерименталну поставку за мерење електрон-молекулских судара.

На пројекту ЈФ4, др Милош Ранковић се бави пројектним задатком припреме предлога пројеката за синхронронске мисије (*beamtime proposals*) за потребе истраживања електронски индуковане нуклеарне динамике у хладним молекулима.

На пројекту ЈФ5, др Милош Ранковић се бави следећим пројектним задацима:

- (а) учешће у дизајну коморе за испитивање и спектроскопију изолационих гасова,
- (б) “VUV” спектроскопија изолационих гасова у оквиру синхротронских мисија.

3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

- Чланство у организационом одбору међународне конференције - 3rd *Int. Workshop on Dissociative Electron Attachment - DEA CLUB 2018, Prague, Czech Republic.*
- Чланство у организационом одбору међународне конференције: *XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry expert meeting on biomolecules - XLIC 2015, Fruška Gora, Serbia.*
- Чланство у организационом одбору међународне конференције: *27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized gases - SPIG 2014, Belgrade, Serbia.*

3.6. Утицај научних резултата

Утицајност научних радова кандидата је наведена у одељцима **3.1. Квалитет научних резултата**. Пун списак радова дат је у одељку 5, док су подаци о цитираности наведени након списка свих радова.

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

За више детаља о доприносу кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству погледати одељак **3.1.1. Научни ниво и значај научних резултата, утицај научних радова** и **3.1.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**.

3.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

Предавања по позиву на конференцијама одржана у периоду након претходног избора у звање:

M. Ranković, C. S. Anstöter, G. Mensa-Bonsu, P. Nag, R. Kumar T. P., J. R. R. Verlet, and Juraj Fedor,

“Vibrational autodetachment following excitation of electronic resonances”,

Proc. 32nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions - ICPEAC 2021, July 20 - 23, 2021, Progress Report, p.49.

<https://www.icpeac2021.ca/>

M. Ranković, R. Kumar T. P., P. Nag, J. Kočiček and J. Fedor,

“Electron Collisions with Dielectric Gases Considered as SF₆ Replacement”,

Proc. 30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases - SPIG 2020, August 24 – 28, 2020, Šabac, Serbia, Invited Lecture, p.24.

<http://spig2020.ipb.ac.rs/>

M. Lj. Ranković, A. R. Milosavljević, K. Jänkälä, F. Canon, J. Bozek, C. Nicolas and A. Giuliani,

“Oxygen K-shell spectroscopy of isolated bare and solvated peptide”,

Proc. 29th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2018,

29th august - 1st september 2018, Belgrade, Serbia, Progress report, p.9.

<http://www.spig2018.ipb.ac.rs/>

M. Lj. Ranković, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,

Photodissociation of hydrated peptide by synchrotron radiation in the VUV region,

Proc. 4th XLIC General Meeting, 14-16 march 2017, Prague, Czech Republic, Young Scientists

Forum (Oral presentation and abstract), p.31.

<http://www.jh-inst.cas.cz/xlic2017/home>

Предавања по позиву на конференцијама одржана у периоду пре претходног избора у звање:

M. Lj. Ranković, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,

“Electron impact action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions”,

Proc. 28th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2016, 29th august -

1st september 2016, Belgrade, Serbia, Editors: Dragana Marić Aleksandar Milosavljević,

Bratislav Obradović and Goran Poparić, Progress report, p.9.

<http://www.spig2016.ipb.ac.rs/>

Miloš Lj. Ranković, Alexandre Giuliani and Aleksandar R. Milosavljević,

“Design and performance of an instrument for gas phase electron spectroscopy of trapped molecular ions”

Proc. The 3rd CELINA Meeting, May 18-20, 2016, Kraków, Poland, Editors: Petra Swiderek and

Janina Kopyra, Progress report, p.40.

<http://celina.uni-bremen.de/celina/celina2016/>

M. Lj. Ranković, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,

“Photodissociation of protonated Leucine-Enkephalin peptide in the VUV range“,

Proc. XXIX ICPEAC15 International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions,

22 July - 28 July 2015, Spain, Toledo, Editors: F. Martín, G. García, L. Méndez, L. Argenti and

A. Palacios, Special Report, p.105.

<http://www.icpeac2015.com/>

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени М-бодови кандидата у периоду након претходног избора у звање

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирано М бодова
M21a	10	2	20	17.14
M21	8	5	40	35.11
M22	5	2	10	10
M23	3	2	6	6
M32	1.5	4	6	5.75
M34	0.5	7	3.5	3.5

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање виши научни сарадник:

Минималан број М бодова		Остварено	Остварено нормирано
Укупно	50	85.5	77.5
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	40	85.5	77.5
M11+M12+M21+M22+M23	30	76	68.25

5. СПИСАК ОБЈАВЉЕНИХ НАУЧНИХ РАДОВА

Радови у изузетним међународним часописима (M21a)

публиковани након претходног избора у звање

- A1. Cate S. Anstöter, Golda Mensa-Bonsu, Pamir Nag, **Miloš Ranković**, Ragesh Kumar T. P., Anton N. Boichenko, Anastasia V. Bochenkova, Juraj Fedor, and Jan R. R. Verlet, “Mode-Specific Vibrational Autodetachment Following Excitation of Electronic Resonances by Electrons and Photons”, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 203401 (2020) [6pp].
[DOI: 10.1103/PhysRevLett.124.203401](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.203401)
IF= 9.227 (za 2018), $M_{\text{norm}}=7.14$, SNIP=2.362

- A2. Aleksandar R. Milosavljević, Christophe Nicolas, **Miloš Lj. Ranković**, Francis Canon, Catalin Miron, and Alexandre Giuliani, “Correction to “K-Shell Excitation and Ionization of a Gas-Phase Protein: Interplay between Electronic Structure and Protein Folding”, *J. Phys. Chem. Lett.*, **10**(23), 7397-7397 (2019).
[DOI: 10.1021/acs.jpcllett.9b03345](https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.9b03345)
IF= 8.709 (za 2017), SNIP=1.41

публиковани пре претходног избора у звање

- A3. Jenny Rackwitz, Janina Kopyra, Iwona Dabkowska, Kenny Ebel, **Miloš Lj. Ranković**, Aleksandar R. Milosavljević and Ilko Bald, “Sensitizing DNA towards low-energy electrons with 2-fluoroadenine”, *Angew. Chem. Int. Ed.* **55**, 35 (2016).
[DOI: 10.1002/anie.201603464](https://doi.org/10.1002/anie.201603464)
IF= 11.994 (za 2016)
- A4. A. R. Milosavljević, C. Nicolas, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, C. Miron and A. Giuliani, “K-Shell Excitation and Ionization of a Gas-Phase Protein: Interplay Between Electronic Structure and Protein Folding”, *J. Phys. Chem. Lett.* **6**, 16 (2015), pp 3132–3138
[DOI: 10.1021/acs.jpcllett.5b01288](https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.5b01288)
IF= 8.539 (za 2015)
- A5. Aleksandar R. Milosavljević, Viktor Z Cerovski, Francis Canon, **Miloš Lj. Ranković**, Nikola Škoro, Laurent Nahon, Alexandre Giuliani,

“Energy-Dependent UV Photodissociation of Gas-Phase Adenosine Monophosphate Nucleotide Ions: The Role of a Single Solvent Molecule”,

J. Phys. Chem. Lett. **5**, 11 (2014), pp 1994–1999.

[DOI: 10.1021/jz500696b](https://doi.org/10.1021/jz500696b)

IF= 7.458 (za 2014)

Радови у врхунским међународним часописима (M21)

публиковани након претходног избора у звање

Б.1. Aleksandar R. Milosavljević, Kari Jänkälä, **Miloš Lj. Ranković**, Francis Canon, John Bozek, Christophe Nicolas and Alexandre Giuliani,

“Oxygen K-shell spectroscopy of isolated progressively solvated peptide”,

Phys. Chem. Chem. Phys., **22**, 12909-12917 (2020).

[DOI: 10.1039/D0CP00994F](https://doi.org/10.1039/D0CP00994F)

IF= 3.676 (za 2020), SNIP=0.962

Б.2. Ragesh Kumar T. P., P. Nag, **M. Ranković**, R. Čurík, A. Knížek, S. Civiš, M. Ferus, J. Trnka, K. Houfek, M. Čížek, and J. Fedor,

“Electron-impact vibrational excitation of isocyanic acid HNCO”,

Phys. Rev. A **102**, 062822 (2020) [6pp].

[DOI: 10.1103/PhysRevA.102.062822](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.102.062822)

IF= 3.140 (za 2020), $M_{\text{norm}}=4.44$, SNIP=0.993

Б.3. **M. Ranković**, J. Chalabala, M. Zawadzki, J. Kočišek, P. Slavíček and J. Fedor

“Dissociative ionization dynamics of dielectric gas C_3F_7CN ”,

Phys. Chem. Chem. Phys., **21**, 16451-16458 (2019).

[DOI: 10.1039/c9cp02188d](https://doi.org/10.1039/c9cp02188d)

IF= 3.906 (za 2017), SNIP=0.973

Б.4. M. Zawadzki, **M. Ranković**, J. Kočišek and J. Fedor,

“Dissociative electron attachment and anion-induced dimerization in pyruvic acid”,

Phys. Chem. Chem. Phys., **20**, 6838-6844 (2018).

[DOI: 10.1039/c7cp07472g](https://doi.org/10.1039/c7cp07472g)

IF= 4.123 (za 2016), SNIP=0.994

Б.5. **M. Ranković**, P. Nag, M. Zawadzki, L. Ballauf, J. Žabka, M. Polášek, J. Kočišek, and J. Fedor,

“Electron collisions with cyanoacetylene HC_3N : Vibrational excitation and dissociative electron attachment”,

Phys. Rev. A **98**, 052708 (2018) [9pp].
[DOI: 10.1103/PhysRevA.98.052708](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.98.052708)
IF= 2.925 (za 2017) $M_{\text{norm}}=6.67$, SNIP=0.989

публиковани пре претходног избора у звање

- Б.6. **Miloš Lj. Ranković**, Alexandre Giuliani and Aleksandar R. Milosavljević,
“Electron impact action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions: inner-shell excitation of ubiquitin protein“,
Appl. Phys. Lett. **108**, 064101 (2016).
[DOI: 10.1063/1.4941798](https://doi.org/10.1063/1.4941798)
IF= 3.411 (za 2016)
- Б.7. **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani, and A. R. Milosavljević,
“VUV action spectroscopy of protonated leucine-enkephalin peptide in the 6-14 eV range“,
J. Chem. Phys. **143**, 244311 (2015).
[DOI: 10.1063/1.4939080](https://doi.org/10.1063/1.4939080)
IF= 3.122 (za 2013)
- Б.8. A. R. Milosavljević, **M. Lj. Ranković**, D. Borcka, J. B. Maljković, R. J. Berezsky, B. P. Marinković and K. Tőkési,
“Study of electron transmission through a platinum tube“,
Nucl. Instr. Meth. B (2015).
[DOI: 10.1016/j.nimb.2014.11.087](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2014.11.087)
IF= 1.389 (za 2015)

Радови у међународним часописима (M22)

публиковани након претходног избора у звање

- Б.1. **M. Ranković**, Ragesh Kumar T P, P. Nag, J. Kočišek, and J. Fedor,
“Temporary anions of the dielectric gas C₃F₇CN and their decay channels“,
J. Chem. Phys. **152**, 244304 (2020) [7pp].
[DOI: 10.1063/5.0008897](https://doi.org/10.1063/5.0008897)
IF= 3.488 (za 2020), SNIP=0.961
- Б.2. J. B. Maljković, D. Borcka, **M. Lj. Ranković**, B. P. Marinković, A. R. Milosavljević, C. Lemell, and K. Tőkési,
“Electron transmission through a steel capillary“,
Nucl. Instrum. Meth. B, **423**, 87–91 (2018).
[DOI: 10.1016/j.nimb.2018.03.020](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2018.03.020)
IF= 1.323 (za 2017), SNIP=0.797

Радови у међународним часописима (M23)

публиковани након претходног избора у звање

- Г.1. **Miloš Lj. Ranković**, Jelena B. Maljković, Károly Tökési and Bratislav P. Marinković, “Elastic electron differential cross sections for argon atom in the intermediate energy range from 40 eV to 300 eV”,
Eur. Phys. J.D **72**, 30 (2018). [9pp]
[DOI: 10.1140/epjd/e2017-80677-4](https://doi.org/10.1140/epjd/e2017-80677-4)
IF= 1.393 (za 2017), SNIP=0.707

- Г.2. Jenny Rackwitz, **Miloš Lj. Ranković**, Aleksandar R. Milosavljević and Ilko Bald, “A novel setup for the determination of absolute cross sections for low-energy electron induced strand breaks in oligonucleotides – The effect of the radiosensitizer 5-fluorouracil”,
Eur. Phys. J. D **71**, 32 (2017). [9pp]
[DOI: 10.1140/epjd/e2016-70608-4](https://doi.org/10.1140/epjd/e2016-70608-4)
IF= 1.393 (za 2017), SNIP=0.717

публиковани пре претходног избора у звање

- Г.3. **Miloš Lj. Ranković**, Alexandre Giuliani and Aleksandar R. Milosavljević, “Design and performance of an instrument for electron impact tandem mass spectrometry and action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions stored in RF ion trap”,
Eur. Phys. J. D **70**, 6 (2016).
[DOI: 10.1140/epjd/e2016-70108-7](https://doi.org/10.1140/epjd/e2016-70108-7)
IF= 1.288 (za 2016)

- Г.4. A. R. Milosavljević, V. Z. Cerovski, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, and A. Giuliani, “VUV photofragmentation of protonated leucine-enkephalin peptide dimer below ionization energy”,
Eur. Phys. J. D **68**, 68 (2014).
[DOI: 10.1140/epjd/e2014-40826-y](https://doi.org/10.1140/epjd/e2014-40826-y)
IF= 1.513 (za 2012)

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (неопходно позивно писмо) (M31)

публиковани пре претходног избора у звање

- Д.1. **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,
“Photoinduced fragmentation of gas-phase protonated leucine-enkephalin peptide in the VUV range“,
Journal of Physics: Conference Series **635**, (2015) 012034
[DOI: 10.1088/1742-6596/635/1/012034](https://doi.org/10.1088/1742-6596/635/1/012034)

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу (M32)

публиковани након претходног избора у звање

- Ђ.1. **M. Ranković**, C. S. Anstöter, G. Mensa-Bonsu, P. Nag, R. Kumar T. P., J. R. R. Verlet, and Juraj Fedor,
“Vibrational autodetachment following excitation of electronic resonances”,
Proc. 32nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions - ICPEAC 2021, July 20 - 23, 2021, Progress Report, p.49.
<https://www.icpeac2021.ca/>
- Ђ.2. **M. Ranković**, R. Kumar T P, P. Nag, J. Kočišek and J. Fedor,
“Electron Collisions with Dielectric Gases Considered as SF6 Replacement”,
Proc. 30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases - SPIG 2020, August 24 – 28, 2020, Šabac, Serbia, Invited Lecture, p.24.
<http://spig2020.ipb.ac.rs/>
- Ђ.3. **M. Lj. Ranković**, A. R. Milosavljević, K. Jänkälä, F. Canon, J. Bozek, C. Nicolas and A. Giuliani,
“Oxygen K-shell spectroscopy of isolated bare and solvated peptide”,
Proc. 29th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2018, 29th august - 1st september 2018, Belgrade, Serbia, Progress report, p.9.
<http://www.spig2018.ipb.ac.rs/>
- Ђ.4. **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,
Photodissociation of hydrated peptide by synchrotron radiation in the VUV region,
Proc. 4th XLIC General Meeting, 14-16 march 2017, Prague, Czech Republic, Young Scientists Forum (Oral presentation and abstract), p.31.
<http://www.jh-inst.cas.cz/xlic2017/home>

публиковани пре претходног избора у звање

- Ђ.5. **M. Lj. Ranković**, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,

“Electron impact action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions”,
Proc. 28th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2016,
29th august - 1st september 2016, Belgrade, Serbia, Editors: Dragana Marić Aleksandar
Milosavljević, Bratislav Obradović and Goran Poparić, Progress report, p.9.
<http://www.spig2016.ipb.ac.rs/>

Б.6. **Miloš Lj. Ranković**, Alexandre Giuliani and Aleksandar R. Milosavljević,
“Design and performance of an instrument for gas phase electron spectroscopy of trapped
molecular ions”
Proc. The 3rd CELINA Meeting, May 18-20, 2016, Kraków, Poland, Editors:
Petra Swiderek and Janina Kopyra, Progress report, p.40.
<http://celina.uni-bremen.de/celina/celina2016/>

Б.7. **M. Lj. Ranković**, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,
“Photodissociation of protonated Leucine-Enkephalin peptide in the VUV range”,
*Proc. XXIX ICPEAC15 International Conference on Photonic, Electronic and Atomic
Collisions*, 22 July - 28 July 2015, Spain, Toledo, Editors: F. Martín, G. García, L.
Méndez, L. Argenti and A. Palacios, Special Report, p.105.
<http://www.icpeac2015.com/>

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34)

публиковани након претходног избора у звање

E.1. **M. Ranković**, P. Nag, M. Zawadzki, M. Polášek, J. Žabka, J. Kočišek and J. Fedor,
“Vibrational Excitation and Dissociative Electron Attachment Cross Sections in
Cyanoacetylene HC₃N”,
*Proc. XX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, XXI
International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms and V Workshop
on Non-Equilibrium Processes – POSMOL2019*, 18 - 20 July 2019 Belgrade, Serbia, Book
of Abstracts, eds. D. Cassidy, M.J. Brunger, Z.Lj. Petrovic, S. Dujko, B.P. Marinkovic, D.
Maric and S. Tošić (Serbian Academy of Sciences and Arts and Institute of Physics
Belgrade, Serbia, 2019) Poster EMS 23 HOT TOPIC, p.105.
<http://posmol2019.ipb.ac.rs/>

E.2. **M. Ranković**, J. Chalabala, M. Zawadzki, J. Kočišek, P. Slavíšek and J. Fedor,
“Dissociative Ionization Dynamics of Dielectric gas C₃F₇CN”,

Proc. XX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, XXI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms and V Workshop on Non-Equilibrium Processes – POSMOL2019, 18 - 20 July 2019 Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, eds. D. Cassidy, M.J. Brunger, Z.Lj. Petrovic, S. Dujko, B.P. Marinkovic, D. Maric and S. Tošic (Serbian Academy of Sciences and Arts and Institute of Physics Belgrade, Serbia, 2019) Poster EMS 46, p.128.

<http://posmol2019.ipb.ac.rs/>

- E.3. **Ranković M.**, Zawadski M., Kočišek J. and Fedor J.,
“Dissociative electron attachment and anion-induced dimerization in pyruvic acid”,
Proc. 3rd Int. Workshop on Dissociative Electron Attachment, April 10.-13., 2018, Prague, Czech Republic, Book of Abstracts, Local organizers: Juraj Fedor, Jaroslav Kocišek, Miloš Rankovic, Pamir Nag, Dominika Kollárová (J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry of the Czech Academy of Sciences, Prague, 2018) Posters, p.67.

<http://www.jh-inst.cas.cz/~dea2018/index.html>

- E.4. P. Nag, **M. Ranković**, and J. Fedor,
“Vibrational and dissociative dynamics of resonant states in nitrobenzene”,
Proc. 7th International Conference on Many Particle Spectroscopy of Atoms, Molecules, Clusters and Surfaces (MPS2018), 21-24 August 2018, Budapest, Hungary, Károly Tokési (Chair), Programme and Book of Abstracts, Editors: K. Tokési, B. Paripás, G. Pszota, Poster presentation P88, p.141.

<http://www.mpsbudapest2018.com/>

- E.5. R. Milosavljević, K. Jânkâlâ, C. Nicolas, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, J. Bozek, and A. Giuliani,
“Oxygen K-edge action spectroscopy of isolated nanosolvated Substance P: Resolving the excitation of the peptide and the attached water network”,
4th XLIC General Meeting COST Action CM1204, 14-16 March 2017, Prague, Czech Republic, Book of Abstracts, Editors: Miroslav Polasek, Vera Krizova (J. Heyrovsky Institute of Physical Chemistry of the CAS, v.v.i., Prague, 2017) Poster presentation, p.81.

<http://www.jh-inst.cas.cz/xlic2017/programme>

- E.6. B.P. Marinković, **M.Lj. Ranković**, J.B. Maljković, A.R. Milosavljević, D. Borka, C. Lemell, K. Tökesi,

“Electron transmission through steel capillary”,

Proc. 7th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems (CEPAS 2017), 3rd – 6th September 2017, Pruhonice, Czech Republic, Editors: M. Tarana, R. Curík (J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Prague, 2017), Abstracts of Posters, p.47.
<https://www.jh-inst.cas.cz/cepas2017/>

- E.7. **M. Ranković**, A. Milosavljević, A. Giuliani, F. Canon and Laurent Nahon,
“VUV action spectroscopy of protonated Tri-Alanine peptide”,
Proc. 7th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems (CEPAS 2017), 3rd – 6th September 2017, Pruhonice, Czech Republic, Editors: M. Tarana, R. Curík (J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Prague, 2017), Abstracts of Posters, p.55.
<https://www.jh-inst.cas.cz/cepas2017/>

публиковани пре претходног избора у звање

- E.8. A. R. Milosavljević, **M. Lj. Ranković**, D. Borcka, J. Maljković, R. Bereczky, B. Marinković, K. Tókési,
“Study of electron transmission through a metallic capillary”
XXIX International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions (ICPEAC2015), 22–28 July 2015, Toledo, Spain, Abstracts, TU-106.
Journal of Physics: Conference Series **635**, 062011 (2015).
<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/635/6/062011/meta>

- E.9. J. Rackwitz, **M. Ranković**, A. Milosavljević, I. Bald,
“Novel approaches to study low-energy electron-induced damage to DNA oligonucleotides”
XXIX International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions (ICPEAC2015), 22–28 July 2015, Toledo, Spain, Abstracts, TU-096.
Journal of Physics: Conference Series **635**, 062001 (2015).
<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/635/6/062001/meta>

- E.10. I. Bačić, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, V. Cerovski, C. Nicolas, A. Giuliani and A. R. Milosavljević,
“Gas-phase X-ray action spectroscopy of protonated nanosolvated substance P peptide around O K-edge”,
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, Poster presentation P08, p.71.
<http://www.xlic-wg2-2015.ipb.ac.rs/>

- E.11. **M. Lj. Ranković**, V. Cerovski, F. Canon, L. Nahon, A. Giuliani and A. R. Milosavljević, “VUV action spectroscopy of bare and hydrated protonated leucine-enkephalin peptide“, *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, Poster presentation P07, p.69.
<http://www.xlic-wg2-2015.ipb.ac.rs/>
- E.12. **M. Lj. Ranković**, J. Rackwitz, I. Bald and A. R. Milosavljević, “Optimization of a Low-Energy Electron Gun by Electron Ray-Tracing Simulations“, *Proc. 27th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2014*, 26th - 29th August 2014, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures, Editors: Dragana Marić, Aleksandar R. Milosavljević and Zoran Mijatović, (IOP Belgrade and SASA, Belgrade, Serbia), Poster Presentation 1.10, pp.58-61.
<http://www.spig2014.ipb.ac.rs/>
- E.13. A. R. Milosavljević, C. Nicolas, **M. Lj. Ranković**, F. Canon, C. Miron and A. Giuliani, “N K-Shell X-Ray Tandem Mass Spectrometry of Gas-Phase Ubiquitin Protein“, *Proc. 27th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2014*, 26th - 29th August 2014, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures, Editors: Dragana Marić, Aleksandar R. Milosavljević and Zoran Mijatović, (IOP Belgrade and SASA, Belgrade, Serbia), Poster Presentation 1.9, pp.54-57.
<http://www.spig2014.ipb.ac.rs/>
- E.14. A. R. Milosavljević, **M. Lj. Ranković**, J. B. Maljković, R. J. Bereczky, B. P. Marinković and K. Tökési, “Kinetic Energy Distribution of Electrons Scattered Inside a Platinum Tube at the Incident Energy of 200 eV“, *Proc. 27th Summer School and Int. Symp. on Physics of Ionized Gases – SPIG 2014*, 26th - 29th August 2014, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures, Editors: Dragana Marić, Aleksandar R. Milosavljević and Zoran Mijatović, (IOP Belgrade and SASA, Belgrade, Serbia), Poster Presentation 2.11, pp.210-213.
<http://www.spig2014.ipb.ac.rs/>

- E.15. J. B. Maljković, **M. Lj. Ranković**, R. J. Bereczky, B. P. Marinković, K. Tókési and A. R. Milosavljević,
“Electron transmission through a metallic capillary“,
Proc. *26th International Conference on Atomic Collisions in Solids (ICACS-26)*, 13th – 18th July 2014, Debrecen, Hungary, Book of Abstracts, Editor: Attila Csík, Poster presentation P23, p.59.
<http://icacs26.atomki.mta.hu/>
- E.16. A. R. Milosavljević, J. B. Maljković, R. J. Bereczky, **M. Lj. Ranković**, B. P. Marinković and K. Tókési,
“Transport of electrons through a long metallic microcapillary: characterization of the outgoing low-energy electron beam“,
Proc. The First Annual Meeting of COST Action CM1301 (CELINA), 19th - 22nd March 2014, Erlangen, Germany, Book of Abstracts, Eds. Hubertus Marbach and Petra Swiderek, Poster presentation P22, p.47.
- E.17. A. R. Milosavljević, F. Canon, V. Z. Cerovski, **M. Lj. Rankovic**, C. Nicolas, C. Miron, L. Nahon, and A. Giuliani,
“Photoionization of isolated charged proteins - the role of charge state and nanosolvation“,
Proc. COST Action CM 1204 - Book of Abstract - 1st Meeting of the XLIC Working Group 2, "REACTIVITY OF HIGHLY EXCITED AND HIGHLY CHARGED MOLECULES" 24th - 27th February, 2014, Port-en-Bassin-Huppain, France, Oral presentation, p.43.
- E.18. A. R. Milosavljević, F. Canon, V. Z. Cerovski, **M. Lj. Ranković**, L. Nahon, A. Giuliani,
“VUV photodissociation of bare and nanosolvated protonated nucleotide isolated in the gas phase“,
Proc. 2nd NANO-IBCT Conference 2013 (Radiation Damage in Biomolecular Systems: Nanoscale Insights into Ion-Beam Cancer Therapy), Sopot, Poland 20-24 May, 2013. Book of Abstracts, Poster, p.91.

Саопштења са скупа националног значаја штампана у целини (M63)

публиковани пре претходног избора у звање

- Ж.1. **M. Lj. Ranković**, M. Čelikić, A. R. Milosavljević,
“Optimization of electron gun in continuous and pulsed operation modes“,
3rd National Conference on Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics (CEAMPP2013) 25th August 2013, Belgrade, Serbia, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports, Contributed Papers pp.34-37.

- Ж.2. **M. Lj. Ranković**, M. Čelikić and A. R. Milosavljević,
“Optimizacija rada elektronskog topa u opsegu energija 1-1000 eV”,
XII Kongres fizičara Srbije, Zbornik radova – usmena predavanja, predavanja po
sekcijama, usmena i poster saopštenja, 28. april - 2. maj 2013. Vrnjačka banja, Srbija,
Urednici: J. Labat, N. Cvetanović i I. Dojčinović, Usmeno Poster u sekciji: 4. Atomska i
molekulska fizika str. 312-315.
- Ж.3. A. R. Milosavljević, **M. Lj. Ranković**, V. Z. Cerovski, F. Kanon, L. Nahon, A. Đulijani,
“Uticaj nanosolvatacije na stabilnost peptida izolovanog u gasnoj fazi“,
XII Kongres fizičara Srbije, Zbornik radova – usmena predavanja, predavanja po
sekcijama, usmena i poster saopštenja, 28. april - 2. maj 2013. Vrnjačka banja, Srbija,
Urednici: J. Labat, N. Cvetanović i I. Dojčinović, Usmeno Poster u sekciji: 4. Atomska i
molekulska fizika str. 304-307.

Одбрањена докторска дисертација (M70)

- 3.1. „Electron and photon action spectroscopy of trapped biomolecular ions - From isolated to
nanosolvated species“ (*„Електронска и фотонска акциона спектроскопија трапираних
биомолекуларних јона - Од изолованих до наносолватисаних честица“*), Милош
Ранковић, 2. септембар 2016. године, Физички факултет, Универзитет у Београду.

#ICPEAC2021



VIRTUAL
icpeac
2021

**32ND INTERNATIONAL
CONFERENCE ON PHOTONIC,
ELECTRONIC AND
ATOMIC COLLISIONS**

JULY 20 - 23, 2021

www.icpeac2021.ca



Vibrational autodetachment following excitation of electronic resonances

M Ranković¹*, C S Anstöter², G Mensa-Bonsu², P Nag¹, R Kumar T P¹, J R R Verlet²
and Juraj Fedor¹

¹J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Czech Academy of Sciences, Prague, 18223, Czech Republic

²Department of Chemistry, Durham University, Durham, DH1 3LE, United Kingdom

Synopsis We probe the electron detachment from electronic resonances in nitrobenzene by 2D electron energy loss and 2D photoelectron spectroscopy.

Under certain conditions, a collision of electron with neutral molecule may lead to a formation of short-lived transient anion called resonance. Knowing the incident and measuring the outgoing electron energy one may study this resonance by means of electron energy loss (EEL) spectroscopy [1]. Generally, upon formation of such resonance two types of vibrational excitations can be distinguished. The first is when the electron energy loss coincides with the energy required for excitation of vibrational quanta of a specific vibrational mode. Here, excess energy is carried away by a spontaneously ejected (autodetached) electron. The second type is unspecific, where the electron energy is randomly distributed among nuclear degrees of freedom. In this case, a statistical thermal electron emission is observed.

A recent development of two-dimensional (2D) EEL spectroscopy [2] enabled a third type of excitation to be observed in a few molecules, which does not fit into any of the previous types. In this case, electrons are emitted with a very low constant energy over a wide range of incident electron energies, but the spectra have

the vibrational structure. So far, there has been no explanation for it.

A similar effect has been observed by means of 2D anion photoelectron (PE) spectroscopy [3] where resonances are created by photoexcitation of the bound anions. It features a constant low energy PE spectrum with vibrational structure associated with nonvalence states [4].

In this talk, we will explore this effect in more details and our suggested mechanism [5] for electron emission involving a nonvalence dipole-bound state of nitrobenzene anion will be presented.

References

- [1] M. Allan, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **48**, 219 (1989).
- [2] K. Regeta and M. Allan, *Phys. Rev. Lett.* **110**, 203201 (2013).
- [3] C. S. Anstöter, J. N. Bull, and J. R. R. Verlet, *Int. Rev. Phys. Chem.* **35**, 509 (2016).
- [4] J. N. Bull and J. R. R. Verlet, *Sci. Adv.* **3**, e1603106 (2017).
- [5] C. S. Anstöter, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 203401 (2020).

* E-mail: milos.rankovic@jh-inst.cas.cz



Subject Invitation to give a talk at ViCPEAC 2021**From** Till Jahnke <jahnke@atom.uni-frankfurt.de>**To** <milos.rankovic@jh-inst.cas.cz>**Cc** Aumayr, Friedrich <aumayr@iap.tuwien.ac.at>, Sokell Emma <emma.sokell@ucd.ie>, Kirchner Tom <tomk@yorku.ca>**Date** 2021-03-01 18:25

Dear Dr. Rankovic,

Due to the on-going pandemic, the 32nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC) initially planned to take place this year in Ottawa, Canada, has been postponed to 2023.

In its place the ICPEAC General Committee decided to organize a fully virtual edition of ICPEAC this coming July. In addition, the General Committee voted to promote scientific exchange specifically for early career researchers.

The meeting has the same scientific scope and audience as previous ICPEACs and the process to select speakers was as rigorous and as highly competitive as for any other ICPEAC. Thus, it is our great pleasure to invite you, on behalf of the ICPEAC 2021 International Program Committee, to present a progress report on

Vibrational autodetachment following excitation of electronic resonances

at the XXXII International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions which will be held in virtual format (ViCPEAC 2021) from Tuesday 20th July to Friday 23rd July 2021.

The talk is scheduled for 25 minutes followed by 5 minutes of discussions.

We would be very pleased, if you could accept our invitation. Please let us know your (hopefully positive!) response by March 14, 2021. We look forward to welcoming you at our virtual venue (www.icpeac2021.ca) this coming summer 2021. Please do not hesitate to contact us in case you have any further questions.

Yours sincerely,

Till Jahnke
(Chair of the non-local Organizing Committee)

Friedrich Aumayr
(Chair of the ICPEAC Executive Committee)

--

Prof. Dr. Till Jahnke
European XFEL
Holzkoppel 4
D-22869 Schenefeld

Tel: +49 69 798 47025
Fax: +49 69 798 47100

jahnke@atom.uni-frankfurt.de
www.xfel.eu/facility/instruments/sqs
www.atom.uni-frankfurt.de



**30th Summer School and
International Symposium on
the Physics of Ionized Gases**

Šabac, Serbia,
August 24 -28, 2020

CONTRIBUTED PAPERS

&

**ABSTRACTS of INVITED LECTURES,
TOPICAL INVITED LECTURES and PROGRESS REPORTS**

Editors:

**Luka Č. Popović, Duško Borka,
Dragana Ilić and Vladimir Srećković**



**БЕОГРАД
2020**

**30th Summer School and
International Symposium on
the Physics of Ionized Gases**



August 24 – 28, 2020, Šabac, Serbia

S P I G 2020

CONTRIBUTED PAPERS

&

ABSTRACTS OF INVITED LECTURES,
TOPICAL INVITED LECTURES AND
PROGRESS REPORTS

Editors

Luka Č. Popović, Duško Borka,
Dragana Ilić and Vladimir Srećković

Faculty of Mathematics
(Department of Astronomy)
Astronomical Observatory
of Belgrade

Institute of Physics,
University of Belgrade

Belgrade, 2020

SPIG 2020

SCIENTIFIC COMMITTEE

D. Borka (Co-chair), Serbia
L. Č. Popović (Co-chair), Serbia

R. White, Australia
J. Burgdörfer, Austria
J. Cvetić, Serbia
E. Danezis, Greece
Z. Donko, Hungary
V. Guerra, Portugal
D. Ilić, Serbia
M. Ivković, Serbia
I. Mančev, Serbia
D. Marić, Serbia
N. J. Mason, UK
A. Milosavljević, France
K. Mima, Japan
Z. Mišković, Canada
L. Nahon, France
B. Obradović, Serbia
G. Poparić, Serbia
P. Roncin, France
I. Savić, Serbia
Y. Serruys, France
N. Simonović, Serbia
M. Škorić, Japan
M. Trtica, Serbia
S. Tošić, Serbia

ADVISORY COMMITTEE

D. Belić
N. Bibić
M. S. Dimitrijević
S. Đurović
N. Konjević
M. M. Kuraica
J. Labat
G. Malović
B. P. Marinković
Z. Mijatović
M. Milosavljević
Z. Lj. Petrović
L. Č. Popović
J. Purić
B. Stanić

ORGANIZING COMMITTEE

D. Ilić (Co-chair)
V. Srečković (Co-chair)

J. Kovačević-Dojčinović (Co-secretary)
N. Cvetanović (Co-secretary)

J. Aleksić
A. Kovačević
S. Marčeta-Mandić
A. Nina
D. Onić
S. Simić
V. Zeković

ELECTRON COLLISIONS WITH DIELECTRIC GASES CONSIDERED AS SF₆ REPLACEMENT

M. RANKOVIĆ^{1*}, R. KUMAR T P¹, P. NAG¹, J. KOČIŠEK¹ and J. FEDOR¹

¹*J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Czech Academy of Sciences,
Dolejškova 3, 18223 Prague, Czech Republic
E-mail *milos.rankovic@jh-inst.cas.cz*

Abstract. During the past decades, sulfur hexafluoride (SF₆) has been globally used as an insulating medium in high-voltage power distributing circuits such as switchgears. It has a very high dielectric strength and ability to recombine itself in reactions driven by electric discharge, but on the other hand, it also has an alarmingly high global warming potential (GWP of 23.5k). Given the rising ecological awareness, there are big efforts to find a suitable replacement gas which at the same time is environmentally friendly and has good dielectric properties, among other criteria. Several candidates have been suggested already, but so far, a little is known about their fundamental physical and chemical properties, namely electron collision processes which govern their behavior under electric discharge.

We probe these insulating gas candidates with electrons in vacuum under single collision conditions, on three elementary channels: (i) electron attachment, (ii) electron impact ionization and (iii) elastic and inelastic electron scattering. By combining results from three electron-molecule collision setups, we are able to quantify all three channels and provide corresponding absolute cross sections for each process. In this talk, some of the experimental results will be presented with focus on the dynamics of atomic nuclei during the scattering, especially in the bond-breaking channels like dissociative ionization (Ranković et al. 2019), dissociative electron attachment and dissociation into neutral fragments (Ranković et al. 2020).

References

- Ranković, M., Chalabala, J., Zawadzki, M., Kočišek, J., Slaviček, P., and Fedor, J. : 2019, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21**, 16451.
Ranković, M., Kumar T P, R., Nag, P., Kočišek, J., and Fedor, J. : accepted in 2020, *J. Chem. Phys.*



30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases

Professor Miloš Ranković

Belgrade, December 2nd, 2019

Dear Professor Ranković,

On behalf of the Scientific and Organizing Committees, we have a pleasure to invite you to attend the *30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases* (SPIG 2020) and present a **Topical invited talk**.

The SPIG 2020 will be held from August 24th to 28th, 2020 in Šabac, Serbia. The details of the conference are available at official website: <http://www.spig2020.ipb.ac.rs/> Please note that due to the limited conference budget, the SPIG2020 organizers will try to provide partial support to students and early stage researchers, as well as colleagues from economically less privileged countries. Thank you for your understanding and support.

We look forward to welcoming you to Belgrade.

Yours sincerely,

Luka Č. Popović
(Co-Chair of the Scientific Committee)

Dragana Ilić
(Co-Chair of the Loc. Org. Committee)

Duško Borka
(Co-Chair of the Scientific Committee)

Vladimir Srećković
(Co-Chair of the Loc. Org. Committee)

SPIG 2020 Organizer:
University of Belgrade, Faculty of Mathematics, Department of Astronomy

SPIG 2020 Co-organizers:
University of Belgrade, Institute of Physics
Astronomical Observatory of Belgrade



29th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases

Aug. 28 - Sep. 1, 2018, Belgrade, Serbia

CONTRIBUTED PAPERS &

ABSTRACTS OF INVITED LECTURES,
TOPICAL INVITED LECTURES, PROGRESS REPORTS
AND WORKSHOP LECTURES

Editors:

Goran Poparić, Bratislav Obradović,
Duško Borka and Milan Rajković



Vinča Institute of
Nuclear Sciences



Serbian Academy
of Sciences and Arts

**29th Summer School and International
Symposium on the Physics of Ionized
Gases**

S P I G 2018

CONTRIBUTED PAPERS

&

**ABSTRACTS OF INVITED LECTURES,
TOPICAL INVITED LECTURES, PROGRESS REPORTS
AND WORKSHOP LECTURES**

Editors

**Goran Poparić, Bratislav Obradović,
Duško Borka and Milan Rajković**

**Vinča Institute of
Nuclear Sciences**

**Serbian Academy
of Sciences and Arts**

Belgrade, 2018

CONTRIBUTED PAPERS & ABSTRACTS OF INVITED
LECTURES, TOPICAL INVITED LECTURES, PROGRESS
REPORTS AND WORKSHOP LECTURES

of the 29th Summer School and International Symposium on
the Physics of Ionized Gases

August 28 – September 1, 2018, Belgrade, Serbia

Editors:

Goran Poparić, Bratislav Obradović,
Duško Borka and Milan Rajković

Publisher:

Vinča Institute of Nuclear Sciences,
University of Belgrade,
P.O. Box 522,
11001 Belgrade, Serbia

Computer processing:

Tatjana Milovanov

Printed by

Skripta Internacional, Mike Alasa 54, Beograd

Number of copies

200

ISBN 978-86-7306-146-7

© 2018 by Vinča Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade
All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored or
transmitted in any manner without the written permission of the Publisher.

OXYGEN K-SHELL SPECTROSCOPY OF ISOLATED BARE AND SOLVATED PEPTIDE

M. Lj. Ranković^{1,2}, A. R. Milosavljević³, K. Jänkälä⁴, F. Canon⁵, J. Bozek³,
C. Nicolas³ and A. Giuliani^{3,6}

¹*Institute of Physical Chemistry J. Heyrovsky, Czech academy of sciences,
Dolejškova 3, 18223 Prague 8, Czech Republic*

²*Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118,
11080 Belgrade, Serbia*

³*SOLEIL, l'Orme des Merisiers, St Aubin, BP48, 91192 Gif sur Yvette Cedex,
France*

⁴*Nano and Molecular Systems Research Unit, University of Oulu,
P.O. Box 3000, 90014 Oulu, Finland*

⁵*INRA, UMR1324 Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation,
F-21000 Dijon, France*

⁶*INRA, UAR1008, CEPIA, Rue de la Géraudière, BP 71627, 44316 Nantes,
France*

The possibility to bring large macromolecules in the gas phase using the electrospray ionization technique along with mass spectrometry tools and synchrotron radiation sources, allows one to probe physicochemical properties of such systems. Since the complex interaction of natural surrounding water network plays a crucial role at molecular level [1], it is of great importance to study the hydration effects of peptides and proteins on both their electronic and spatial structure, in order to give more insights into radiation damage.

Recently, A. Milosavljević and coworkers demonstrated a pioneering studies of a protein in the gas phase, by coupling a VUV [2] and soft X-ray [3] synchrotron beamlines with the linear quadrupole ion trap mass spectrometer. In this talk, we will present the results from one of the following studies of hydrated SubstanceP peptide in the Oxygen K-shell energy region, performed at soft X-ray beamline PLEIADES of SOLEIL radiation facility near Paris, with focusing on the experimental techniques and details of the applied method.

Acknowledgements: This work was supported by ANR, France, under project ANR-08-BLAN-0065, MESTD of Republic of Serbia project #171020. We are grateful to SOLEIL general staff for running the beam smoothly.

REFERENCES

- [1] O. Dopfer et al, *Chem. Rev.* **116**, 9 (2016).
- [2] A. R. Milosavljević et al, *J. Synchrotron Radiat.* **19**, 2 (2012).
- [3] A. R. Milosavljević et al, *J. Phys. Chem. Lett.* **16**, 6 (2015).



29th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases

August 28 – September 1, 2018, Belgrade, Serbia

X-ray Interaction with **B**iomolecules in **G**as **P**hase (XiBiGP) workshop

Dr. Miloš Ranković

J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry v.v.i.,
Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague,
Czech Republic

Saint-Aubin, 22nd November 2017

Dear Dr. Ranković,

On behalf of the Scientific and Organizing Committees, we have the pleasure to invite you to attend the 29th *Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases* (SPIG 2018) and present a **lecture** (30 min, including questions and discussions) at the 3rd *Workshop on X-ray Interaction with Biomolecules in Gas Phase (XiBiGP)*.

The SPIG 2018 will be held from 28th August to 1st September in Belgrade, Serbia. The XiBiGP workshop is scheduled for 28th of August. The details of the conference are available at www.spig2018.ipb.ac.rs. Unfortunately, due to the limited conference budget, the organizers cannot commit to any financial support.

We hope that you will be able to accept our invitation. Please let us know by the 8th of December 2017 and, if possible, send us the title of your lecture. Please note that your talk is foreseen for a session on Action spectroscopy of trapped macromolecular ions.

We look forward to welcoming you to Belgrade in 2018.

Yours sincerely,

Goran Poparić

(Co-Chairs of the SPIG 2018 Scientific and Local Organizing Committees)

Bratislav Obradović

Duško Borka

Aleksandar R. Milosavljević

(Co-Chairs of the 3rd XiBiGP Workshop)

Sanja Tošić

Local organizing Committee:

Vinča Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade
P.O. Box 522
11000 Belgrade, Serbia

Tel: +381 11 6455451
Fax: +381 11 6308425

E-mail: spig2018@vinca.bg.ac.rs
Web: www.spig2018.ipb.ac.rs

	<i>Monday</i>	<i>Tuesday</i>	<i>Wednesday</i>	<i>Thursday</i>
8:30 - 9:00		Registration Opening 9:15	Invited 12 Jens Biegert	Invited 15 Fernando Martín
9:00 - 10:00		Invited 1 Paul Scheier	Invited 13 Jason Greenwood	Invited 16 Piero Decleva
10:00 - 11:00		Invited 2 Jana Roithová	Invited 14 Carlo Callegari	Invited 17 Armin Scrinzi
		Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
11:00 - 12:00		Invited 3 Bernard Piraux	Young Scientist Forum Part I Filippo Campi Milos Rankovic Kristina Isaković Gediminas Galinis Samuel Jenkins Carlos Marante	Invited 18 Raluca Cireasa
		Invited 4 Marcus Dahlström		Invited 19 Yoni Toker
12:00 - 13:00		Invited 5 Alexander Blättermann		Invited 20 Tatiana Marchenko
13:00 - 14:00		Lunch	Lunch	Lunch
14:00 - 15:00		Invited 6 Minna Patanen	Lunch (Conference Photo)	Invited 21 Christine Joblin
		Invited 7 Michal Fárník		Invited 22 Christian Alcaraz
15:00 - 16:00		Invited 8 Patrick Rousseau	Young Scientist Forum Part II Linda Giacomozzi Alexander Galstyan Arkadiusz Mika Sylvia Stefanowska Marta Tarkanovskaja Alexander Kaiser	Invited 23 Henning Schmidt
		Coffee Break		Concluding remarks
16:00 - 17:00		Invited 9 Ines Corral		
		Invited 10 Ágnes Vibók		
17:00 - 18:00	Registration	Invited 11 Cristina Sanz-Sanz	Coffee Break	
18:00 - 19:00		Poster Session I MC Meeting	Poster Session II	
19:00 - 20:00		Dinner	Conference Dinner	Dinner

PRAGUE 2017



COST is supported by the
EU Framework Programme
Horizon 2020

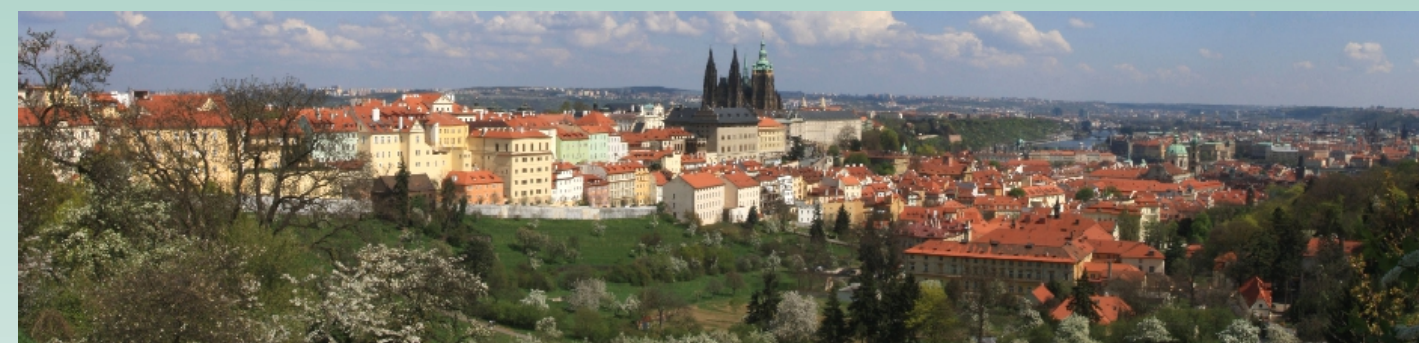
4th XLIC General Meeting

COST Action CM1204

14 - 16 March 2017

Prague, Czech Republic

4th XLIC GENERAL MEETING



BOOK OF ABSTRACTS



4th XLIC GENERAL MEETING

COST Action CM1204

14 – 16 March 2017

Prague, Czech Republic

BOOK OF ABSTRACTS

4th XLIC GENERAL MEETING

14 – 16 March 2017

Organised by: J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry of the CAS, v.v.i.
Dolejškova 2155/3
182 23 Prague 8

Venue

The Conference will be hosted by Hotel Pyramida (Bělohorská 24, 169 01 Prague 6). The hotel is located near the Prague Castle, which is only one tram stop away, and other touristic attractions as well, e.g. Strahov Monastery, Petřín Hill, the Lesser Town of Prague, etc.

Publisher: J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry of the CAS, v.v.i.

Editors: Miroslav Polášek, Věra Křížová

Printed by: 24print s.r.o. division iDigitisk, Bořivojova 818/99, 130 00 Praha 3

ISBN: 978-80-87351-41-3

Photodissociation of hydrated peptide by synchrotron radiation in the VUV region

M. Lj. Ranković^{1*}, F. Canon², L. Nahon³, A. Giuliani^{3,4} and A. R. Milosavljević^{1,3}

¹*Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia.*

²*INRA, UMR1324 Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, F-21000 Dijon, France.*

³*SOLEIL, l'Orme des Merisiers, St Aubin, BP48, 91192 Gif sur Yvette Cedex, France.*

⁴*INRA, UAR1008, CEPIA, Rue de la Géraudière, BP 71627, 44316 Nantes, France.*

*Corresponding author: mrankovic@ipb.ac.rs

Development of electrospray ionization along with already established synchrotron radiation and mass spectrometry techniques, made the studies of interaction of large biomolecules with energetic photons in the gas phase easily accessible. Combination of these techniques gave rise to action spectroscopy¹, a very powerful method, that can give more insights into fundamental physical and chemical properties of biologically relevant macromolecules such as nucleotides, amino acids, peptides² or proteins³. It is also very important to investigate the influence of the water surroundings or solvation effects on fundamental properties of these biomolecules in order to get more realistic picture of the radiation damage at molecular level.

We present the action spectroscopy results of protonated and hydrated Leucin-Enkephalin peptide, performed by coupling the VUV synchrotron radiation beamline (DESIRS, synchrotron SOLEIL) with the ion trap mass spectrometer. Results suggest that hydration with only three water molecules may have significant influence on the fragmentation pattern of this peptide, Figure 1.

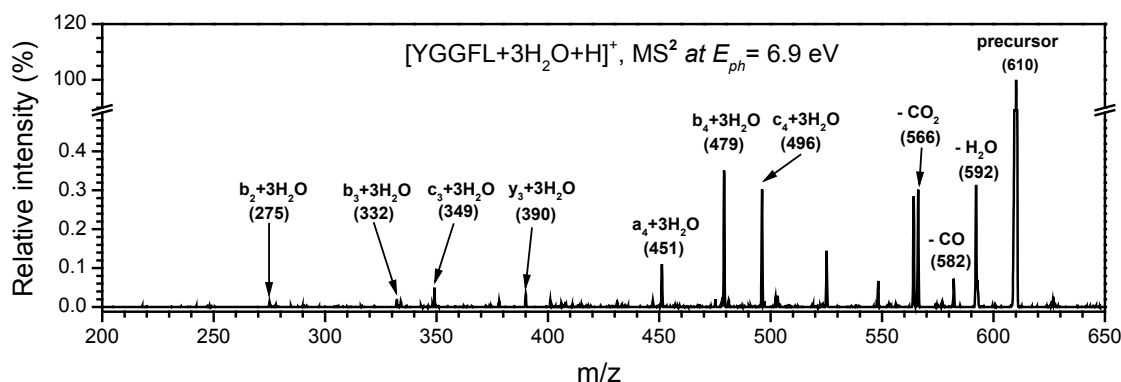


Figure 1. Tandem mass spectra (MS²) recorded for Leucin-Enkephalin (YGGFL) peptide hydrated with three water molecules, obtained at photon energy of 6.9 eV.

Acknowledgments: This work was supported by the French ANR (Project ANR-08-BLAN-0065), the “Pavle Savic” bilateral scientific project between Serbia and France (N27482TE) and the COST Action MP1002 (Nano-IBCT). M. Lj. R. and A. R. M. acknowledge support by the MESTD of Republic Serbia, project #171020. We are grateful to SOLEIL staff for smooth beamtimes under projects 20110324 and 20130388.

References

- [1] A. Giuliani et al, *Mass Spectrom. Rev.* 2014, **33**, 424-441.
- [2] A. R. Milosavljević et al, *Angew. Chem.-Int. Edit.* 2013, **52**, 7286-7290.
- [3] A. Giuliani et al, *Angew. Chem.-Int. Edit.* 2012, **51**, 9552-9556.

Oxygen K-edge action spectroscopy of isolated nanosolvated Substance P: Resolving the excitation of the peptide and the attached water network

A. R. Milosavljević^{1*}, K. Jänkälä², C. Nicolas¹, M. Lj. Ranković³, F. Canon⁴, J. Bozek¹,
and A. Giuliani^{1,5}

¹SOLEIL, l'Orme des Merisiers, St. Aubin, BP48, 91192 Gif sur Yvette Cedex, France

²Centre for Molecular Materials Research, University of Oulu, P.O. Box 3000, 90014 Oulu, Finland

³Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

⁴Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRA, Université de Bourgogne Franche-Comté, F-21000
Dijon, France

⁵INRA, UAR1008, CEPIA, Rue de la Géraudière, BP 71627, 44316 Nantes, France

*Corresponding author: milosavljevic@synchrotron-soleil.fr

The study of isolated biomolecules solvated on an atomic level is important to understand the hydrogen bonding network of water molecules and their interaction with the biomolecule that overall defines its structure and functionality [1]. Here we report preliminary results of a pioneering study of inner-shell excitation of an isolated nanosolvated peptide.

We have performed O K-edge inner-shell action spectroscopy of both bare and hydrated Substance P peptide ions isolated in the gas phase, by coupling a commercial linear quadrupole ion trap mass spectrometer (LTQ XL) to the PLEIADES soft X-ray beamline at the SOLEIL synchrotron, as previously described [2,3]. For the first time, we recorded O K-edge ion yield spectra for isolated doubly charged Substance P peptide, as well as for the same system hydrated with 11 water molecules. The present results suggest that processes upon excitation of the peptide and the attached water cluster could be resolved. We are presently performing high-level DFT calculations in order to understand the structure and the excitation processes of the solvated peptide.

Acknowledgments: Supported by ANR-08-BLAN-0065, MESTD Republic of Serbia (#171020) and COST action “XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry – XLIC”. The SOLEIL synchrotron is acknowledged for providing beamtime under Project 20160335.

References

- [1] N. S. Nagornova, T. R. Rizzo, O. V. Boyarkin, *Science*, 2012, **336**, 320.
- [2] A. R. Milosavljević, F. Canon, C. Nicolas, C. Miron, L. Nahon, and A. Giuliani, *J. Phys. Chem. Letters*, 2012, **3**, 1191.
- [3] A. R. Milosavljević, C. Nicolas, M. Lj. Ranković, F. Canon, C. Miron and A. Giuliani, *J. Phys. Chem. Letters*, 2015, **6**, 3132.

Subject invitation - 3rd Young Scientist Forum of the XLIC COST Action



From Alicja DOMARACKA <domaracka@ganil.fr>
To Milos Rankovic <mrankovic@ipb.ac.rs>
Cc Miroslav Polášek <miroslav.polasek@jh-inst.cas.cz>
Date 2016-12-07 14:21

Dear Milos Rankovic,

The 4th General Meeting of the XLIC COST Action will take place from 14th to 16th March 2017 in Prague, Czech Republic. It will include the 3rd Young Scientist Forum -- a special half-day section with talks given by PhD students and young post-docs.

It is a pleasure for us to invite you to give a talk during special section dedicated for young scientist. We invite you to present results of your STSM financed by the XLIC COST Action or/and of your PhD thesis/ post-doc. The format of the talk is 15 minutes and 5 minutes of discussion.

Could you inform us before 22nd December 2016 if you can accept the invitation?

If so, please send us a tentative title and an abstract of your talk.

You can find more information about XLIC COST Action at www.xlic.eu and information about the meeting at <http://www.jh-inst.cas.cz/xlic2017>. The meeting will have no registration fees for participants and COST Action will cover the travel, meals and accommodation expenses of invited speakers.

Best regards,

Alicja Domaracka (XLIC-Young Scientists Coordinator)

and

Miroslav Polášek (Local Chair of the meeting)

*Préservez notre environnement, n'imprimez ce mail que si nécessaire.
Preserve our environment, print this email only if necessary.*

XX International Workshop on
Low-Energy Positron and Positronium Physics

XXI International Symposium on
Electron-Molecule Collisions and Swarms

V Workshop on Non-Equilibrium Processes

18-21 July 2019, Belgrade, Serbia



POSMOL 2019

BOOK OF ABSTRACTS

XX Међународна радионица о физици
ниско енергијских позитрона и позитронијума

XXI Међународни симпозијум о
електрон-молекулским сударима и ројевима

V Радионица о неравнотежним процесима



Serbian Academy of
Sciences and Arts



UNIVERSITY OF BELGRADE |
INSTITUTE OF PHYSICS | BELGRADE

Panacomp
Wonderland Travel
Lufthansa City Center

**XX International Workshop on
Low-Energy Positron and Positronium Physics**

**XXI International Symposium on
Electron-Molecule Collisions and Swarms**

V Workshop on Non-Equilibrium Processes

POSMOL 2019

BOOK OF ABSTRACTS

Editors

David Cassidy, Michael J. Brunger,
Zoran Lj. Petrović, Saša Dujko, Bratislav P. Marinković,
Dragana Marić and Sanja Tošić

Serbian Academy
of Sciences and Arts

Institute of Physics Belgrade
University of Belgrade

Belgrade, 2019

BOOK OF ABSTRACTS of the
XX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics
XXI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms
V Workshop on Non-Equilibrium Processes

18-21 July 2019, Belgrade, Serbia

Editors:

David Cassidy, Michael J. Brunger,
Zoran Lj. Petrović, Saša Dujko, Bratislav P. Marinković,
Dragana Marić and Sanja Tošić

Publishers:

Serbian Academy of Sciences and Arts
Kneza Mihaila 35
11000 Belgrade, Serbia

Institute of Physics Belgrade
Pregrevica 118, P. O. Box 68
11080 Belgrade, Serbia

Computer processing:

Dragana Marić and Sanja Tošić

Printed by

Serbian Academy of Sciences and Arts
Belgrade

Number of copies

250

ISBN 978-86-7025-819-8

©2019 by the Serbian Academy of Sciences and Arts and Institute of Physics Belgrade, Serbia. All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored or transmitted in any manner without the written permission of the Publisher.

Dissociative Ionization Dynamics of Dielectric gas C₃F₇CN

M. Ranković¹, J. Chalabala², M. Zawadzki^{1,3}, J. Kočišek¹, P. Slaviček^{1,2} and J. Fedor¹

¹ J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Czech Academy of Sciences, Dolejškova 3, 18223 Prague, Czech Republic

² Department of Physical Chemistry, University of Chemistry and Technology, Technická 5, 166 28 Prague, Czech Republic

³ Department of Atomic, Molecular, and Optical Physics, Faculty of Applied Physics

⁴ Mathematics, Gdańsk University of Technology, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland

milos.rankovic@jh-inst.cas.cz

Due to a very high global warming potential (GWP) of 23500, a widely used insulation gas SF₆ will no longer be applicable in high-voltage equipment, such as switchgears and other high power energy distributing circuits. A big effort has been invested in finding a suitable alternative that is environmentally friendly and has good dielectric strength. One of very promising candidates that meets those criteria is heptafluoroisobutyronitrile (C₃F₇CN). While a few companies are already supplying their switchgear products with this insulating gas, the majority of equipment around the world is still using SF₆.

The electron collisions are elementary mechanism which governs the discharge chemistry and physics in an insulating medium under high-voltage switching conditions. In order to better understand discharge reactions in this gas, it is important to know its fundamental physical properties. Being quite a new replacement gas in the industry, C₃F₇CN is not well studied and there is a lack of cross sections data in the literature. Apart from one experimental study done by Li et al [1], there are only a few theoretical studies, where Xiong et al. [2] reported calculated cross sections.

In this work, we present the experimental absolute partial ionization cross sections in the range (0-100) eV and electron impact ionization mass spectra of C₃F₇CN [3]. A reflectron time-of-flight (RTOF) experimental setup was used to record the mass spectra. Second experimental setup based on trochoidal electron monochromator and equipped with time of flight ion detection was originally designed for dissociative electron attachment experiments. We modified it in order to be able to measure absolute total ionization cross sections. We show that ionization proceeds mainly through one dominant channel leading to a complete dissociation of molecule. Our computational non-adiabatic treatment is able to reproduce experimental findings with a good agreement.

References

- [1] Y. Li, X. Zhang, S. Xiao, Q. Chen, J. Tang, D. Chen and D. Wang, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **57**, (2018), 5173–5182.
- [2] J. Xiong, X. Li, J. Wu, X. Guo and H. Zhao, *J. Phys. D*, **50**, (2017), 445206.
- [3] M. Ranković, J. Chalabala, M. Zawadzki, J. Kočišek, P. Slaviček and J. Fedor, accepted in *Phys. Chem. Chem. Phys* (2019).

Vibrational Excitation and Dissociative Electron Attachment Cross Sections in Cyanoacetylene HC₃N

M. Ranković¹, P. Nag¹, M. Zawadzki^{1,2}, M. Polášek¹, J. Žabka¹, J. Kočíšek¹, J. Fedor¹

¹J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dolejškova 3, 182 23 Prague, Czech Republic

²Atomic Physics Division, Department of Atomic, Molecular and Optical Physics, Faculty of Applied Physics and Mathematics, Gdansk University of Technology, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdansk, Poland
juraj.fedor@jh-inst.cas.cz

Cyanoacetylene, HC₃N, has been attracting attention due to its abundance in a number of extraterrestrial environments, such as molecular clouds or Titan's atmosphere. It is believed, that the chemical transformation in such environments is to a large degree driven by an electron impact. At the same time, there is very little data on the electron collisions with HC₃N available, we are aware only of one experimental quantitative DEA study. [1]

We have used three electron collision setups: an electrostatic spectrometer with hemispherical analyzers, quantitative DEA spectrometer with time-of-flight analyzer, and high-resolution DEA spectrometer with quadrupole analyzer. With the first one, we probed the elastic and vibrationally inelastic cross sections at 135° scattering angle, combining the two later ones, we determined the partial DEA cross sections.

The vibrational excitation cross sections reveal presence of four shape resonances. The first one gives rise to a pronounced boomerang structure which overlaps with the threshold peak originating from the electron-dipole excitation, and thus creates an interesting pattern. This resonance is visible in all the vibrations. The other resonances are much more selective, especially the two σ^* states are prominent only in the excitation of the CH and CN stretch modes. The DEA cross sections are in an excellent qualitative agreement with the data of Gilmore and Field [1], however, the present absolute data are approximately by a factor of two lower. The comparison with the vibrational excitation data allows for assignment of the DEA bands.

References

- [1] T. D. Gilmore, T. A. Field, *J. Phys. B*, **48**, (2015), 035201.
- [2] M. Ranković et al., *Phys. Rev. A*, **98**, (2018), 052708.

MPS '18



**INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MANY PARTICLE SPECTROSCOPY
OF ATOMS, MOLECULES, CLUSTERS
AND SURFACES**



**BUDAPEST, HUNGARY
21-24 AUGUST 2018**

**PROGRAMME AND
BOOK OF ABSTRACTS**

**International Conference on Many Particle Spectroscopy of
Atoms, Molecules, Clusters and Surfaces**

Budapest, Hungary

21-24 August 2018

MPS '18



Budapest

**Programme
and
Book of Abstracts**

Local Organizing Committee

Károly Tókési (Chair)
Arnold Farkas
Henrik Haspel
Zoltán Kónya
Béla Paripás
Gábor Pszota

Web address: mpsbudapest2018.com **E-mail:** mpsbudapest2018@gmail.com

Pamir Nag

Vibrational and dissociative dynamics of resonant states in nitrobenzene

P. Nag¹, M. Rankovič^{1,2}, J. Fedor¹

¹J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Dolejškova 2155/3, Prague 8, Czech Republic

²Laboratory for atomic collision processes, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Corresponding author: pamir.nag@jh-inst.cas.cz

A standard tool for probing the dynamics of nuclear motion is by time-resolved ultrafast spectroscopy. We use a different approach by forming a resonance (temporary negative ion) in an electron-molecule collision and utilizing the fact that the competition between the electron detachment and molecular dissociation is happening on a femto- to picosecond timescale.

We have measured the 2-dimensional electron impact spectroscopy [1] to understand the vibrational excitation of nitrobenzene ($C_6H_5NO_2$) via different temporary negative ion (TNI) states. The energy loss spectra in between 0-1.5 eV recorded for 0.6 eV constant residual energy is shown in Figure 1.

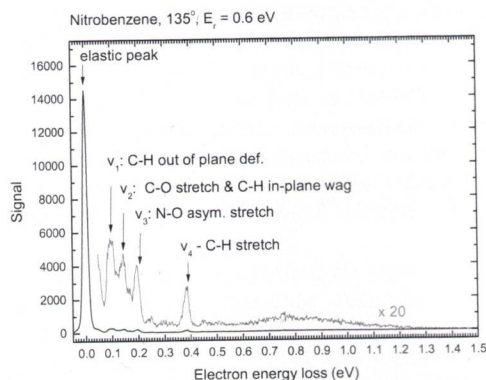


Figure 1. Energy loss-spectra of $C_6H_5NO_2$ recorded at 135° for constant residual energy of 0.6 eV

In electron impact vibrational excitation, the incoming electron resonantly captured by the molecule, forming a TNI state. The TNI ejects the electron and decays into ground and different vibrationally excited states. The cross-section of the scattered electrons with a fixed energy loss for different incident electron energies is shown in figure 2. We also have measured the absolute cross-section of all the fragments formed due to dissociative electron

attachment to nitro-benzene [2]. In the presentation we will discuss the results in detail.

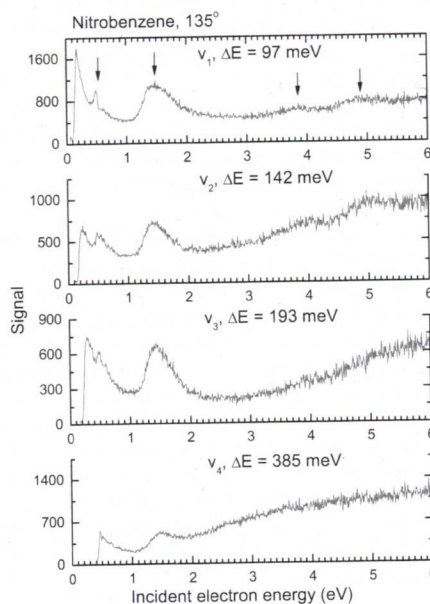


Figure 2. Vibrational excitation of nitrobenzene via different resonant states.

References

- [1] K. Regeta, M. Allan, *Phys. Rev. Lett.* (2013) 110, 203201.
- [2] A Pelc, P. Scheier, T. D. Märk, *Vacuum*, (2007) 81, 1180

CEPAS 2017

**7th Conference on Elementary Processes
in Atomic Systems**



3rd – 6th September 2017

Průhonice, Czech Republic



Local organizing comitee:

Václav Alt
Martin Čížek
Roman Čurík
Karel Houfek
Dávid Hvizdoš
Michal Tarana
Petra Votavová



International scientific committee:

Friedrich Aumayr, Austria
Joachim Burgdorfer, Austria
Robert DuBois, United States
Gustavo Garcia Gomez-Tejedor, Spain
Jiří Horáček, Czech Republic
Bratislav P. Marinkoviá, Serbia
Nigel J. Mason, United Kingdom
Ladislau Nagy, Romania
Zoran Lj. Petrović, Serbia
Otto B. Shpenik, Ukraine
Andrey Solovyov, Germany
Viorica Stancalie, Romania
John A. Tanis, United States
Károly Tókesi, Hungary
Mariusz Zubek, Poland

Editors: Michal Tarana, Roman Čurík

First published: September 2017

Published by:

J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, v.v.i.
Academy of Sciences of the Czech Republic
Dolejškova 3, 18223 Prague 8
Czech Republic



ISBN 978-80-87351-46-8

Electron transmission through steel capillary

B.P. Marinković¹, M.Lj. Ranković¹, J.B. Maljković¹, A.R. Milosavljević², D. Borka³, C. Lemell⁴, K. Tökesi⁵

¹*Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia*

²*PLÉIADES beamline, Synchrotron SOLEIL, L'orme des Merisiers, Saint-Aubin - BP48, 91192 GIF-sur-YVETTE CEDEX, France*

³*Atomic Physics Laboratory, Vinča Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*

⁴*Institute for Theoretical Physics, Vienna University of Technology, Vienna, Austria*

⁵*Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences (ATOMKI), Debrecen, Hungary and ELI-ALPS, ELI-HU Non-profit Kft., Szeged, Hungary*

The transmission of low-energy electrons through platinum [1, 2] and steel capillaries have been investigated both experimentally and theoretically. The length of the present steel capillary was $L = 19.50$ mm while the inner diameter was $d = 0.90$ mm. Kinetic energy distribution of electrons transmitted through steel capillary was recorded at two tilt angles (the angle between the incident electron beam and the capillary axis) of 2.64° and 4.0° , respectively. The experimental results were obtained by an electron spectrometer which consists of an electron gun, a double cylindrical mirror energy analyzer (DCMA) and a channeltron detector.

Electron transmission is modelled by a classical trajectory Monte Carlo simulation taking both elastic and inelastic scattering events of primary electrons colliding with the inner wall of the capillary and transport of secondary electrons into account.

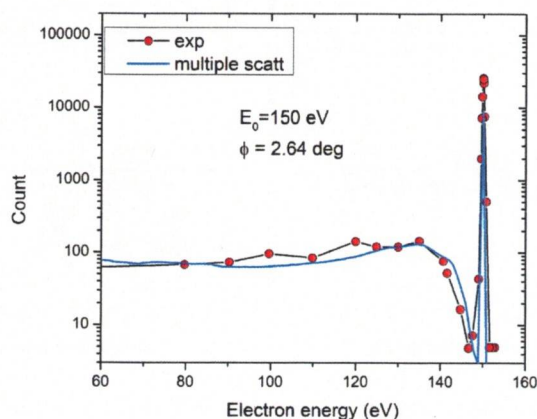


Figure 1: Energy spectra of electrons transmitted through a steel capillary.

Figure 1 shows energy spectra of 150 eV electrons passing through the steel capillary at 2.64° tilt angle. We found excellent agreement between our simulated electron-energy spectra with experimental data.

[1] A.R. Milosavljević *et al.*, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B **354** (2015) 86.

[2] D. Borka *et al.*, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B, in press (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.nimb.2017.02.024>

VUV action spectroscopy of protonated Tri-Alanine peptide

M. Ranković¹, A. Milosavljević², A. Giuliani³, F. Canon⁴ and Laurent Nahon²¹*Institute of Physics Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia*²*SOLEIL, l'Orme des Merisiers BP48, 91192, Paris, France*³*INRA, Rue de la Géraudière BP 71627, 44316, Nantes, France*⁴*CNRS, Boulevard Jeanne d'Arc 9E, F-21000, Dijon, France*

The studies of interaction of energetic photons with big macromolecules such as amino acids, peptides and proteins in the gas phase have become accessible in recent years with developments of electrospray (ESI) and mass spectrometry techniques. A wide photon energy range and high flux provided by synchrotron radiation sources in combination with these techniques gives one a very powerful tool [1] for closer investigation of radiation damage at molecular level.

We present the photodissociation results of protonated small peptide Tri-Alanine obtained at VUV beamline DESIRS of synchrotron SOLEIL near Paris, France. The experiment was performed by coupling the beamline with quadrupole ion trap mass spectrometer [2]. Electrosprayed cation precursor $[AAA+H]^+$ was selected in the ion trap and subjected to VUV photons of (6.7-9.7) eV energy range.

The backbone fragments corresponding to the peptide bond scission are visible, although neutral losses dominate the mass spectrum Fig 1. Weak energy band at about 7 eV was observed for some backbone ion yields. Moreover, ion yields from almost all fragments show strong increase after 9 eV, suggesting another energy band. For small peptides, these bands might be traced to $\pi\pi^*$ transitions as previously observed [3].

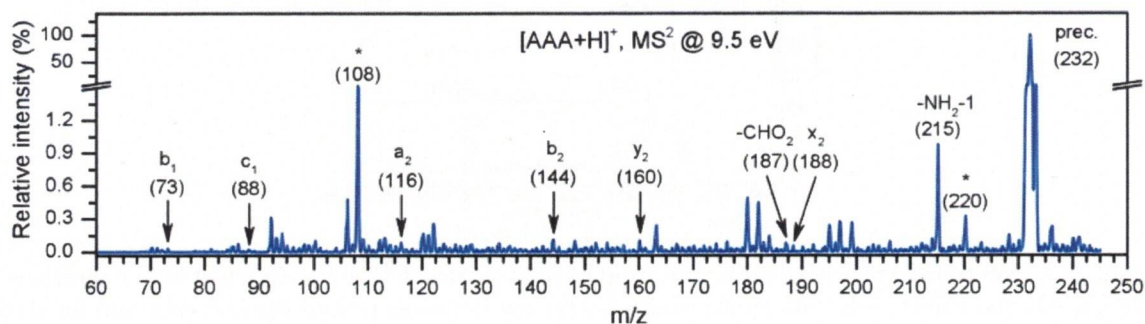


Figure 1: Tandem mass spectrum of protonated AAA peptide recorded at 9.5 eV.

Acknowledgements. This work was supported by the French ANR (project no. ANR-08-BLAN-0065), the "Pavle Savic" bilateral scientific project between Serbia and France (No. 27482TE) and the COST Action MP1002 (Nano-IBCT). A.R.M. and M.Lj.R., acknowledge support by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under project 171020. We are grateful to the SOLEIL general staff for providing beamtime under project no. 20120874 and 20130388.

[1] A. Giuliani *et al.*, *Mass Spectrom. Rev.* **33** (2014) 424.

[2] A.R. Milosavljević *et al.*, *Angew. Chem.-Int. Edit.* **52** (2013) 7286.

[3] M. Lj. Ranković *et al.*, *J. Chem. Phys.* **143** (2015) 244311, 1-8.

3rd International Workshop on
Dissociative Electron Attachment



Book of Abstracts



Villa Lanna, Prague, April 10-13, 2018

3rd International Workshop on Dissociative Electron Attachment

In honor of

E. Krishnakumar

*for his outstanding contribution to the field of dissociative
electron attachment.*

April 10.-13., 2018

Villa Lanna, Prague, Czech Republic

Local organizers:

Juraj Fedor, Jaroslav Kočíšek, Miloš Ranković, Pamir Nag, Dominika Kollárová
J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry of the Czech Academy of Sciences

Supported by The Sir John Mason Academic Trust

DISSOCIATIVE ELECTRON ATTACHMENT AND ANION-INDUCED DIMERIZATION IN PYRUVIC ACID

Ranković M.^{1,2}, Zawadzki M.³, Kočišek J.¹ and Fedor J.¹

¹*Department for dynamics of molecules and clusters, Czech academy of sciences, Dolejškova 3, 18223 Prague 8, Czech Republic*

²*Laboratory for atomic collision processes, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia*

³*Department of atomic, molecular and optical physics, Gdańsk University of Technology, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland*
milos.rankovic@jh-inst.cas.cz

Pyruvic acid ($\text{CH}_3\text{--CO--COOH}$) is the simplest α -keto acid and it is a relevant molecule for processes involving atmospheric chemistry, biochemistry and astrochemistry. Photo-oxidation of biogenic and anthropogenic precursors like isoprene emitted from trees leads to a formation of pyruvic acid in the atmosphere. In living cells, pyruvic acid is a product of glycolysis and can serve as a precursor for important species in Kerbs cycle where energy stored from fat, proteins and carbohydrates is released. Moreover, it has been suggested as a prebiotic molecule since it can be synthesized from H_2O and CO_2 in conditions of high pressures and temperatures. Such conditions are present in carbonaceous meteorites [1] where pyruvic acid has been previously observed.

We report experimental results of dissociative electron attachment (DEA) to pyruvic acid [2] in the low energy range. The data set is obtained from experiments performed on two setups equipped with trochoidal electron monochromators, recently transferred to Prague from Fribourg in Switzerland. One setup is coupled with time of flight (TOF) spectrometer providing the absolute measurements. The other setup with higher energy resolution is coupled to a quadrupole mass filter (QMS). The latter provides relative ion yields that are brought to an absolute scale by using data from the TOF setup. A rich fragmentation pattern is observed were many channels show distinct features corresponding to Feshbah resonances. Here, we present the absolute partial cross sections for all visible dissociation channels in pyruvic acid. The one observed at mass-to-charge ratio 87, originating from the cleavage of hydroxyl bond is displayed in Figure 3. Furthermore, some fragments do not originate from the DEA of a single pyruvic acid molecule, instead they are a result of secondary reactions with transient negative ion $\text{M}^{\#-}$. Such reactions most probably proceed via a fast proton transfer from neutral pyruvic acid to the anion that forms a vibrationally hot dimer complex and induces the fragmentation.

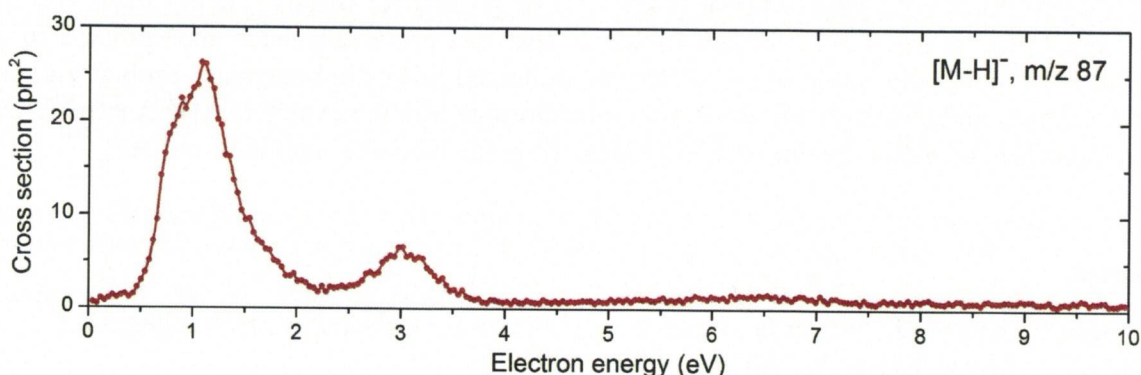


Figure 3 – Partial cross section of dehydrogenated Pyruvic acid as a function of incident electron energy.

References:

- [1] Cooper, G.; *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 108, 14015-14020, 2011
- [2] Zawadzki, M.; *Phys.Chem.Chem.Phys.* 20, 6838, 2018

Photoinduced fragmentation of gas-phase protonated leucine- enkephalin peptide in the VUV range

This content has been downloaded from IOPscience. Please scroll down to see the full text.

2015 J. Phys.: Conf. Ser. 635 012034

(<http://iopscience.iop.org/1742-6596/635/1/012034>)

View [the table of contents for this issue](#), or go to the [journal homepage](#) for more

Download details:

IP Address: 147.91.1.45

This content was downloaded on 08/09/2016 at 17:05

Please note that [terms and conditions apply](#).

Photoinduced fragmentation of gas-phase protonated leucine-enkephalin peptide in the VUV range

M Lj Ranković^{1*}, F Canon², L Nahon³, A Giuliani^{3,4} and A R Milosavljević^{1,5}

¹Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

²INRA, UMR1324 Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, F-21000 Dijon, France

³SOLEIL, L'Orme des Merisiers, St Aubin, BP48, 91192 Gif sur Yvette Cedex, France

⁴INRA, UAR1008, CEPIA, Rue de la Géraudière, BP 71627, 44316 Nantes, France

⁵Radiation Laboratory, University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556, USA

E-mail: mrankovic@ipb.ac.rs

Abstract. In this article we report new results for action spectroscopy of protonated peptide Leucine enkephalin (YGGFL). By coupling a linear ion trap mass spectrometer with a vacuum ultraviolet (VUV) synchrotron radiation beamline, we investigate photofragmentation pattern of this peptide, through the analysis of tandem mass spectra recorded over a range of VUV photon energies, below and above the ionization energy. The obtained fragmentation patterns are discussed and compared to previous results.

1. Introduction

Development of electrospray ionization (ESI) [1], along with the advances in mass spectrometry techniques in recent years, has allowed manipulation of large bio-molecular ionic species in the gas phase. Therefore, fundamental properties of peptides, proteins, and nucleic acids such as ionization energies, bond energies and electronic energy levels could be investigated through action spectroscopy methods. In the present work ESI technique is used to produce intact biomolecular ionic species in the gas phase, from liquid solutions of these molecules. Tandem mass spectrometry by using VUV as an activation method was employed to investigate targets of interest.

Leucine enkephalin (Leu-enk) peptide is formed from five amino acids joined through peptide bonds, with the sequence tyrosine-glycine-glycine-phenylalanine-leucine (or YGGFL, in one letter coding). Leu-enk is an ideal candidate to study because it is small enough to be easily manageable with mass spectrometry techniques and to allow clear analysis of fragmentation products, while still being big enough to represent peptides. Usually the site of protonation is at N-terminus of the first amino acid - tyrosine, although other protonation sites were reported in the literature, as a consequence of proton mobility (see [2] and references therein). A standard nomenclature of the backbone fragments is based on where the positive charge (proton) stays upon bond scission and which particular bond is cleaved. If the proton stays at C-terminal, fragments a, b, c are formed, while fragments x, y, z originate from the N-terminal. Numbers in the subscripts of the fragment letters indicate the number of amino acid residues left in the particular fragment. Cleavage of the peptide C-N bonds is the origin of b and y fragment ions. Figure 1 displays a schematic structure of the Leu-enk peptide and denotation of some backbone fragments relevant for the present work.



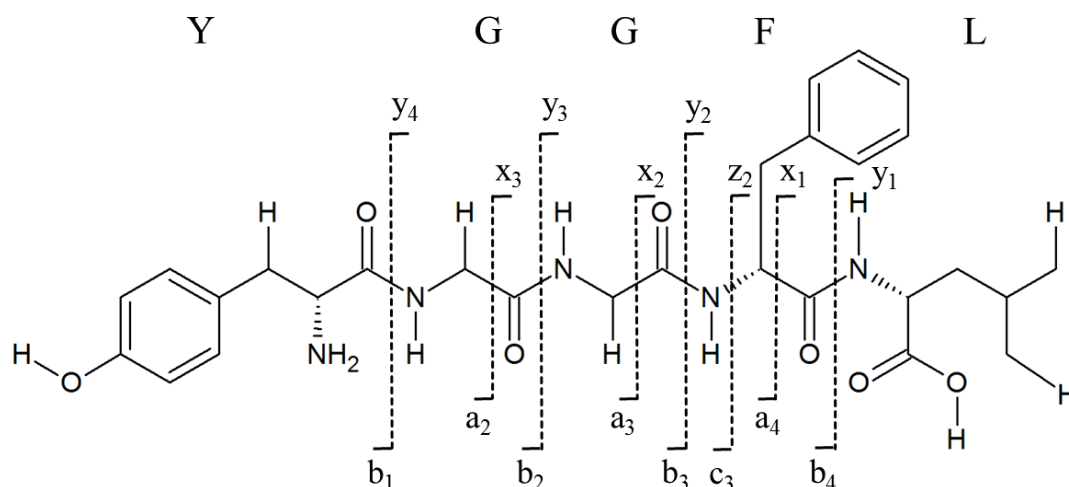


Figure 1. Schematic structure of Leucine enkephalin peptide with denoted fragments (dashed lines) and constituent amino acids (in one letter code).

Leu-enk has been probed with a vast number of different techniques, covering fragmentation pattern information and fragment yields. The reported results include collision induced dissociation (CID) [3], surface induced dissociation (SID) [4], blackbody infrared radiative dissociation (BIRD) [5] and laser-induced dissociation (LID) [6]. Each of these methods produces different conditions which favor certain decomposition pathways governed by certain fragmentation mechanisms. An extensive study of fragmentation schemes has been reported for protonated Leu-enk in the experiment involving multiple-resonance CID, by V. Rakov *et al.* in [3]. One of the reasons Leu-enk is used as a standard peptide is because it is very useful for testing and tuning new experimental setups, since it has been found that abundance ratios of some fragment ions can indicate an amount of internal energy deposited in the precursor ions [7]. Therefore, experimental parameters of a setup are adjusted in such a way that various ratios of Leu-enk's fragment intensities are kept constant. On the other hand, ratios of a_4/b_4 and b_3/y_2 can indicate at least qualitatively the degree of excitation of the precursor ions.

Amino acids and peptides strongly absorb VUV light [8]. Therefore an investigation of VUV interaction with peptides is of great interest. The only VUV light source with high enough brilliance and flexibility to continuously change the photon energy over a wide range is the synchrotron radiation source. A comprehensive study of VUV-induced fragmentation of protonated Leu-enk was reported by S. Bari *et al.* in [9]. In the present work, we extend this investigation by means of mass resolution, the number of assigned ionic fragments and the photon energy range. The obtained results are also compared with existing data.

2. Experiment

Mass spectra in this article were obtained using the experimental setup located at the synchrotron SOLEIL near Paris, France. A commercial mass spectrometer Thermo Phiningan LTQ XL (LTQ) equipped with ESI was connected to the synchrotron VUV beamline DESIRS [10], with custom made turbo differential vacuum manifold [11-13]. Leu-enk ions produced by ESI were isolated in a linear quadrupole ion trap and subjected to VUV photons. After well-defined time of irradiation (500 ms in the present experiment) at particular photon energy, tandem mass spectra (MS^2) were recorded.

The LTQ mass spectrometer was connected to the synchrotron beamline from the back side of the LTQ. A dedicated vacuum manifold has been made to accommodate the pressure difference between

the LTQ and the beamline. One side of the vacuum manifold was fixed to the beamline where the pressure is in the order of 10^{-8} mbar, while the other side was connected via flexible bellow to the back plate window of the mass spectrometer. The pressure of the Helium buffer gas inside the ion trap of LTQ is of the order of 10^{-3} mbar while the pressure in the spectrometer is of the order of 10^{-5} mbar. During the operation and photon irradiation, the pressure inside the vacuum manifold was in the order of 10^{-6} mbar. A home-made rotating mechanical shutter driven by an electric motor was built and positioned in front of the photon beam inside the vacuum manifold. Cooling of the electric motor in the vacuum was established through heat conduction through a massive copper heat sink (holder) tightly surrounding the motor [14]. Alignment of the photon beam with respect to the ion trap's axis was achieved by using a custom supporting frame, mounted under the LTQ. It has several degrees of freedom, both translational and rotational, which allow for a fine alignment of the ion trap position with respect to the incident photon beam. An optimal alignment provides the highest overlap between cylindrical ion trapping region and the photon beam and is essential for the experiment.

Leu-enk was provided from Sigma-Aldrich as a powder and it was diluted with water/acetonitrile 75:25% v/v solution to the final concentration of $10 \mu\text{M}$. The ESI source is positioned on the front side of LTQ. The ions formed by ESI source from the solution are guided by a system of ion lenses and stored in the ion trap. Parameters of ESI were optimized to obtain highest possible abundance of protonated Leu-enk cations $[\text{YGGFL}+\text{H}]^+$. A typically recorded mass spectrum (MS^1) produced by ESI is displayed in figure 2.

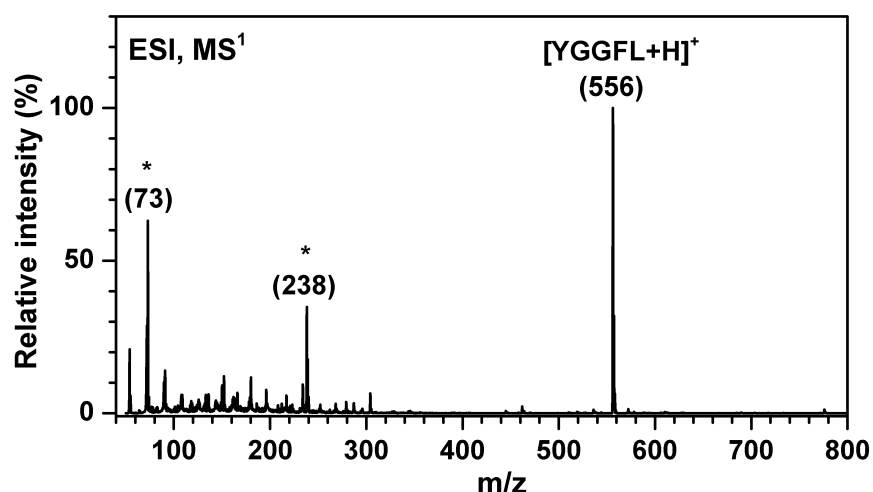


Figure 2. The mass spectrum of electro-sprayed Leu-enk ions from water/acetonitrile 75/25% solution with $10 \mu\text{M}$ concentration of peptide molecules. The peak in the spectrum at m/z 556 corresponds to the protonated Leu-enk cation $[\text{YGGFL}+\text{H}]^+$, while two peaks denoted with a star originate from pollutions.

The precursor ions of interest, in this case $[\text{YGGFL}+\text{H}]^+$, were selected and isolated in the ion trap, by means of ejecting all other ions. When enough precursor ions are accumulated in the ion trap or when a time limit for ion accumulation is reached, the mechanical shutter opens and the monochromatic VUV photon beam of defined energy irradiates the precursor ions. Synchrotron beamline DESIRS [10] is equipped with a gas filter cutting off higher order harmonics, which can create an additional signal originating from higher photon energies. If filled with Krypton, the gas filter cuts off all photon energies above 14 eV. Additionally, a MgF_2 glass filter is inserted as the part of the vacuum manifold assembly, to cut off the higher harmonics over 10.6 eV. The photon beam produced by the beamline undulator is monochromatized by using a normal incidence monochromator, resulting in final energy resolution of around 10 meV in the present case.

3. Results and discussion

J. Sztáray *et al.* in [15] performed a review of the studies about Leu-enk energetics and reaction pathways, so we will focus here only on the discussion of the most prominent fragments prevailing under our experimental conditions. Figure 3 displays the tandem mass spectra obtained for protonated Leu-enk precursor ions $[\text{YGGFL}+\text{H}]^+$ after activation with synchrotron VUV photons at three different energies. The mass spectra have been normalized to show the precursor ions $[\text{YGGFL}+\text{H}]^+$ at m/z 556 with 100 % relative intensity.

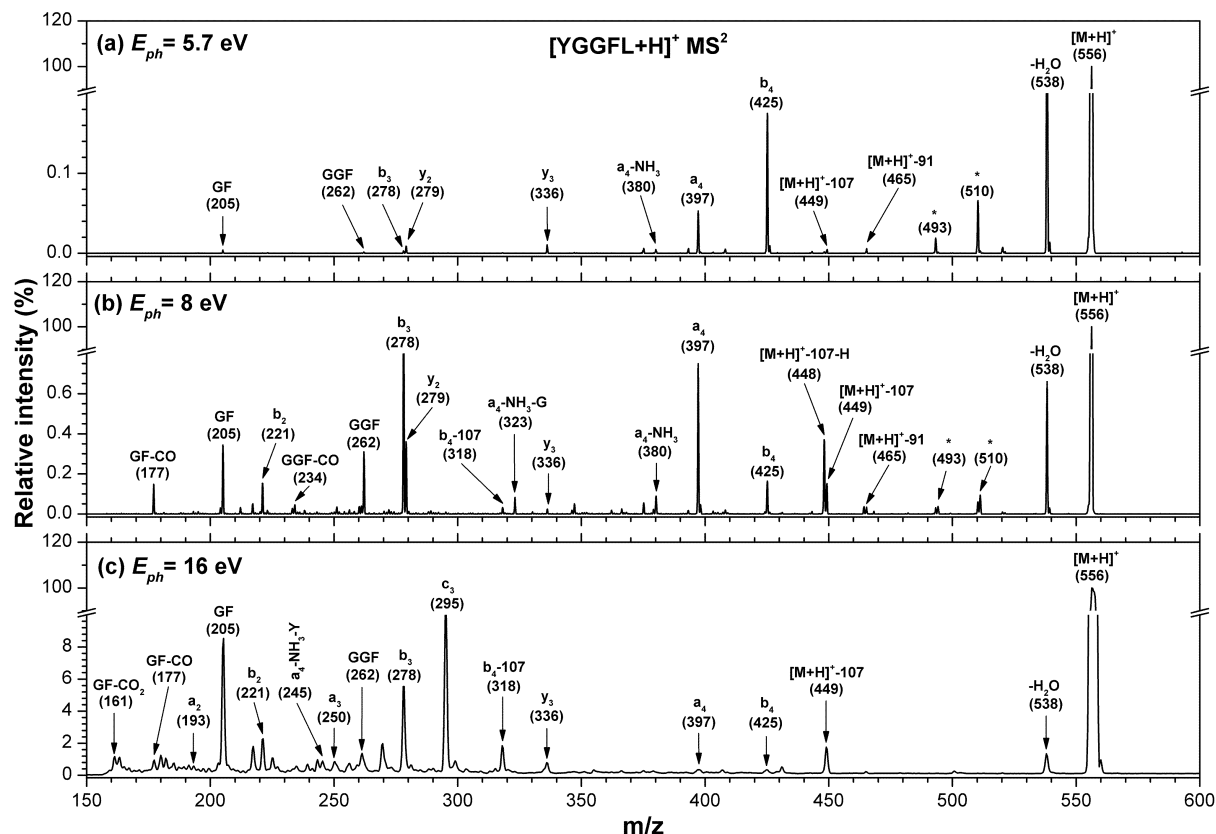


Figure 3. Tandem mass spectrum of protonated Leucine enkephalin precursor ions after irradiation with photons of a) 5.7 eV b) 8 eV and c) 16 eV.

Fragmentation patterns in our spectra are in good agreement with the ones reported in [9], which is expected considering the similar experimental conditions: VUV synchrotron photon activation of trapped ions. The lack of x and z and low abundant y-sequence ions in our spectra confirm that N-terminal ions are favoured. The ionization energy (IE) of protonated Leu-enk was determined by DFT calculations to be 8.87 eV [16]. The radical cation is not observed in our spectra and it is likely that it is not stable and fragments readily after its formation, as it has been proposed by Bari *et al.* [9]. For sub-ionisation energies absorption of photons by precursor ions leaves them in an excited electronic state. This energy may be redistributed internally via intramolecular vibrational processes, causing the weak peptide C-N bonds to break first, forming the backbone ions b and y. According to the fragmentation scheme proposed in [3], the major reaction pathway is following: $\text{YGFFL}-b_4-a_4-b_3-b_2-a_2-\text{Y}$. All these ions are present in our mass spectra, except Y (136), due to the mass cut off at m/z 150. Backbone ion b_4 (m/z 425) needs the lowest photon energy to form and it shows up as the strongest fragment at 5.7 eV in our mass spectrum. This ion is formed directly from dissociation of the precursor ions. The fragment at m/z 538 corresponds to the loss of a water molecule from the

precursor ions. Its intensity is highest among all fragments in the lowest energy region but falls quickly with the increase of the photon energy. Note that this fragment has not been discussed in the previous work by Bari et al. [9]. Following figure 1, after CO loss, b_4 forms into the fragment ion a_4 (m/z 397). Ion a_4 dissociates with the neutral loss of NH_3 into fragment at m/z 380. After Glycine residue loss (-57) near ionization energy, this ion is observed at a_4-NH_3-G (m/z 323). It is also reported and discussed in detail by a group of Glish, as a rearrangement fragment FYG (m/z 323) [17]. The intensity of the ion a_4 exceeds the b_4 intensity and peaks at around 7 eV, where it is the most prominent fragment in the mass spectrum. This energy corresponds to the peak of the absorption band coming from the $\pi-\pi^*$ peptide transition. Fragment b_3 (m/z 278) is the next in line to show up as a dominant fragment with further increase of the photon energy. Ion b_3 is formed from a_4 ion while further dissociation of b_3 forms b_2 (m/z 221). C-terminal ion y_2 (m/z 279) has a higher intensity than b_3 (278) in the low energy region. With the increase of photon energy, the internal energy of the precursor ions rises, resulting in the drop of the intensity of y_2 ions compared to the intensity of b_3 ions, similarly as for b_4 and a_4 ions, respectively. The peak designated at m/z 449 corresponds to the tyrosine side chain loss of the precursor ions while the loss of the phenylalanine side chain is responsible for a small peak at m/z 465. H loss from 449 leads to a fragment designated at m/z 448. Loss of tyrosine side chain is also noticed from backbone fragment b_4 , so fragment b_4-107 (318) is observed. As the photon activation energy goes over the IE of Leu-enk (8.87 eV) more reaction channels become open. New reaction channels above the IE lead to internal fragments GGF (m/z 262) and GF (m/z 205). These fragments are also present in the sub ionization energies, but with very small abundances. Suffering the CO loss, these ions form GGF-CO (m/z 234) and GF-CO (m/z 177). In the second channel with another CO_2 loss from GF, fragments at m/z 161 are created. Above the IE internal fragments dominate over the backbone by more than a factor of 10. At 16 eV, the most prominent fragments are c_3 (m/z 295) and GF (m/z 205). Mass-to-charge ratio of doubly ionized precursor ions $[Leu-enk+H]^{2+}$ is the same as for b_3 ion at m/z 278. According to [9], it is possible that small abundance of doubly ionized precursor ions contributes to the intensity of the m/z 278 peak. Internal C-terminal fragment a_3 (m/z 250) is formed upon CO loss from b_3 ion and along with ion a_2 (m/z 193) shows up at energies above 14 eV. Both backbone and internal fragment ions peak at around 20 eV with a very broad peak, which is also reported in [9]. At 24 eV being the final energy point in our scans, all fragments are in a decline with GF (205), b_2 (221), b_3 (278) and c_3 (295) dominating the spectra at around 1% of the precursor ion intensity.

4. Conclusions

A linear quadrupole ion trap mass spectrometer was coupled to a synchrotron beamline to study the VUV photo-induced dissociation of gas-phase protonated Leu-enk cations. The present experiment extends previous studies by means of high spectral purity of the photon beam, increased sensitivity and mass resolution (in the case of VUV/ion trap results) and increased energy range. Presented mass spectra are in good agreement with the existing fragmentation data in the literature. The fragmentation of the Leu-enk peptide shows a clear and interesting energy dependence that can be related to electronic excitation processes, which will be investigated in more details in future papers.

5. Acknowledgments

This work was supported by the French ANR (Project ANR-08-BLAN-0065), the "Pavle Savic" bilateral scientific project between Serbia and France (N27482TE) and the COST Action MP1002 (Nano-IBCT). Milosavljević A R and Ranković M Lj acknowledge support by the Ministry of education, science and technological development of Republic of Serbia under the Project 171020. We are grateful to the SOLEIL synchrotron general staff for providing the beamtime under the Projects 20110324 and 20130388.

6. References

- [1] Yamashita M, Fenn J B 1984 *J Phys Chem* **88** (20) 4451-4459
- [2] Polfer N C, Oomens J, Suhai S, Paizs B 2007 *J Am Chem Soc* **129** 5887-5897
- [3] Rakov V S, Borisov O V, Whitehouse C M 2004 *J Am Soc Mass Spectrom* **15** 1794–1809
- [4] Laskin J 2006 *J Phys Chem A* **110** 8554
- [5] Schnier P, Price W, Strittmatter E and Williams E 1997 *J Am Soc Mass Spectrom* **8** 771
- [6] Tabarin T, Antoine R, Broyer M and Dugourd P 2005 *Rapid Commun Mass Spectrom* **19** 2883
- [7] Alexander A J, Boyd R K 1989 *Int J Mass Spectrom Ion Processes* **90** 211-240
- [8] Kobayashi K, Kasamatsu T, Kaneko T, Koike J, Oshima T, Saito T, Yamamoto T and Yanagawa H 1995 *Adv Space Res* **16** 21
- [9] Bari S, Gonzalez M O, Reitsma G, Werner J, Schippers S, Hoekstra R and Schlatholter T 2011 *J Chem Phys* **134** 024314
- [10] Nahon L, Oliveira N, Garcia G, Gil J F, Pilette B, Marcouille O, Lagarde B and Polack F 2012 *J Synchrotron Radiat* **19** 508-520
- [11] Milosavljević A R, Nicolas C, Lemaire J, Déhon C, Thissen R., Bizau J M, Réfrégiers M, Nahon L and Giuliani A 2011 *Phys Chem Chem Phys* **13** 15432
- [12] Milosavljević A R, Canon F, Nicolas C, Miron C, Nahon L and Giuliani A 2012 *J Phys Chem Lett* **3** 119
- [13] Milosavljević A R, Nicolas C, Gil J F, Canon F, Réfrégiers M, Nahon L and Giuliani A 2012 *J Synchrotron Radiat* **19** 174
- [14] Milosavljević A R, Nicolas C, Gil J F, Réfrégiers M, Nahon L and Giuliani 2012 *Nucl Instrum Methods Phys Res B* **279** 34-36
- [15] Sztáray J, Memboeuf A, Drahos L and Vékey K 2010 *Mass Spectrom Rev* **30** 298
- [16] Frisch M J, Trucks G W and Schlegel H B 2004, Gaussian 03, Revision C.02 (Gaussian Inc. Wallingford CT)
- [17] Vachet R W, Bishop B M, Erickson B W and Glish G L 1997 *J Am Chem Soc* **119** 5481-5488

< BACK TO SEARCH RESULTS

Citation Report

DOI: 10.1103/PhysRevLett.124.203401 (DOI) or DOI: 10.1021/acs.jpcclett.9b03345 (DOI) or DOI: 10.1002/anie.201603464 (...)

Analyze Results

Create Alert

Export Full Report

Publications

19
Total

From 1900 to 2022

Citing Articles

134 Analyze
Total

123 Analyze
Without self-citations

Times Cited

163
Total

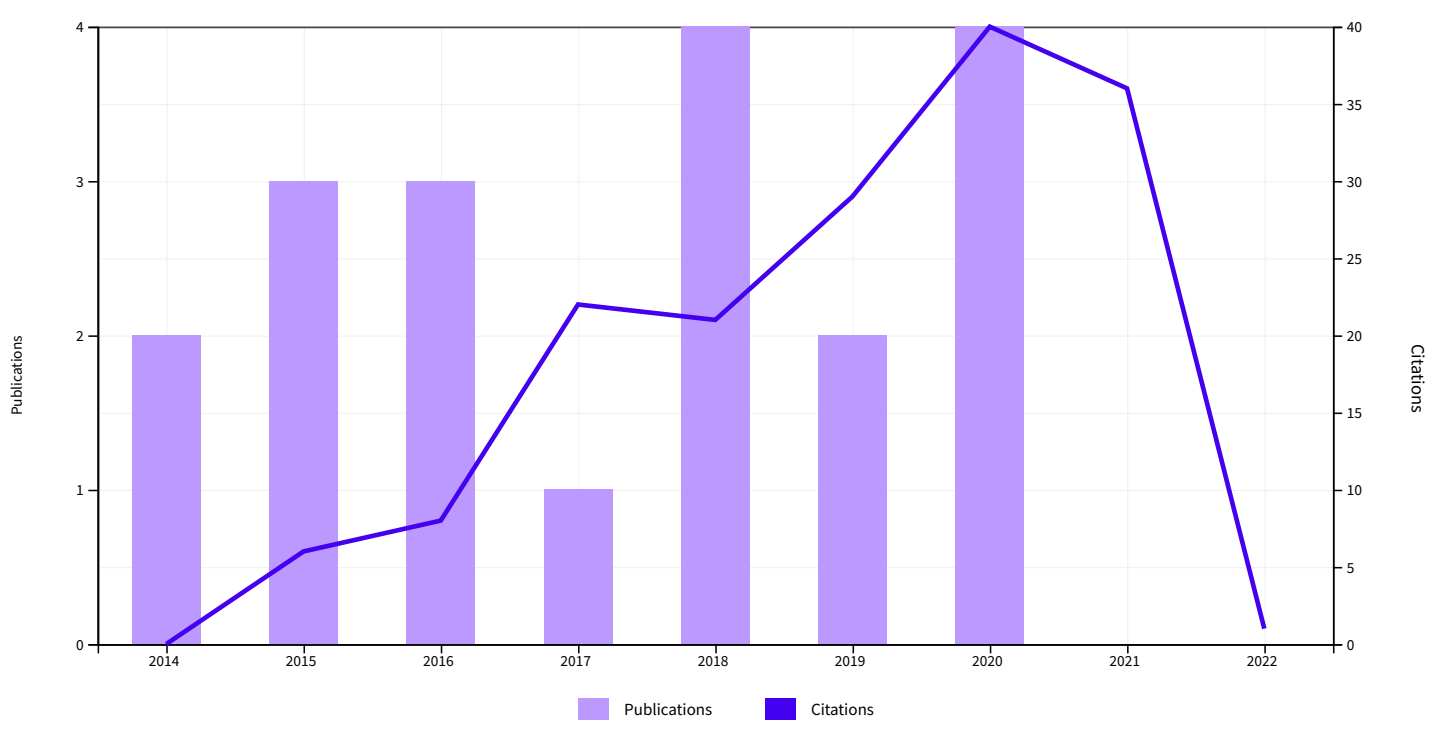
149
Without self-citations

8.58
Average per item

9
H-Index

Times Cited and Publications Over Time

DOWNLOAD



19 Publications

Sort by: Citations: highest first < 1 of 1 >

Citations

	2018	2019	2020	2021	2022	Average per year	Total
Total	21	29	40	36	1	20.38	163

1 Sensitizing DNA Towards Low-Energy Electrons with 2-Fluoroadenine
Rackwitz, J; Kopyra, J; (...); Bald, J
Aug 22 2016 | ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION 55 (35), pp.10248-10252

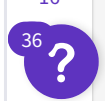
8	9	4	4	0	4.86	34
---	---	---	---	---	------	----

2 Dissociative electron attachment and anion-induced dimerization in pyruvic acid
Zawadzki, M; Rankovic, M; (...); Fedor, J
Mar 14 2018 | PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS 20 (10), pp.6838-6844

4	6	5	3	0	3.6	18
---	---	---	---	---	-----	----

3 A novel setup for the determination of absolute cross sections for low-energy electron induced strand breaks in oligonucleotides - The effect of the radiosensitizer 5-fluorouracil
Rackwitz, J; Rankovic, ML; (...); Bald, J

3	6	2	2	0	2.67	16
---	---	---	---	---	------	----



4	<p>Mode-Specific Vibrational Autodetachment Following Excitation of Electronic Resonances by Electrons and Photons</p> <p>Anstoter, CS; Mensa-Bonsu, G; (...); Verlet, JRR May 19 2020 PHYSICAL REVIEW LETTERS 124 (20)</p>	0	0	9	6	0	5	15
5	<p>K-Shell Excitation and Ionization of a Gas-Phase Protein: Interplay between Electronic Structure and Protein Folding</p> <p>Milosavljevic, AR; Nicolas, C; (...); Giuliani, A Aug 20 2015 JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS 6 (16), pp.3132-3138</p>	3	1	2	3	0	1.88	15
6	<p>Electron collisions with cyanoacetylene HC3N: Vibrational excitation and dissociative electron attachment</p> <p>Rankovic, M; Nag, P; (...); Fedor, J Nov 29 2018 PHYSICAL REVIEW A 98 (5)</p>	0	2	7	2	0	2.2	11
7	<p>VUV action spectroscopy of protonated leucine-enkephalin peptide in the 6-14 eV range</p> <p>Rankovic, ML; Canon, E; (...); Milosavljevic, AR Dec 28 2015 JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS 143 (24)</p>	1	0	1	4	0	1.25	10
8	<p>Energy-Dependent UV Photodissociation of Gas-Phase Adenosine Monophosphate Nucleotide Ions: The Role of a Single Solvent Molecule</p> <p>Milosavljevic, AR; Cеровski, VZ; (...); Giuliani, A Jun 5 2014 JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS 5 (11), pp.1994-1999</p>	0	1	1	1	0	1.11	10
9	<p>Dissociative ionization dynamics of dielectric gas C3F7CN</p> <p>Rankovic, M; Chalabala, J; (...); Fedor, J Aug 14 2019 PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS 21 (30), pp.16451-16458</p>	0	1	7	1	0	2.25	9
10	<p>Elastic electron differential cross sections for argon atom in the intermediate energy range from 40 eV to 300 eV</p> <p>Rankovic, ML; Maljkovic, JB; (...); Marinkovic, BP Feb 2018 EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL D 72 (2)</p>	0	1	2	2	1	1.2	6
11	<p>Study of electron transmission through a platinum tube</p> <p>Milosavljevic, AR; Rankovic, ML; (...); Tokesi, K Jul 1 2015 NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION B-BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS 354, pp.86-89</p>	2	0	0	0	0	0.63	5
12	<p>VUV photofragmentation of protonated leucine-enkephalin peptide dimer below ionization energy</p> <p>Milosavljevic, AR; Cеровski, VZ; (...); Giuliani, A Mar 25 2014 EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL D 68 (3)</p>	0	1	0	2	0	0.56	5
13	<p>Temporary anions of the dielectric gas C3F7CN and their decay channels</p> <p>Rankovic, M; Kumar, TPR; (...); Fedor, J Jun 28 2020 JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS 152 (24)</p>	0	0	0	2	0	0.67	2
14	<p>Oxygen K-shell spectroscopy of isolated progressively solvated peptide</p> <p>Milosavljevic, AR; Jankala, K; (...); Giuliani, A Jun 21 2020 PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS 22 (23), pp.12909-12917</p>	0	0	0	2	0	0.67	2
15	<p>Electron impact action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions: Inner-shell excitation of ubiquitin protein</p> <p>Rankovic, ML; Giuliani, A and Milosavljevic, AR Feb 8 2016 APPLIED PHYSICS LETTERS 108 (6)</p>	0	0	0	0	0	0.29	2
16	<p>Electron-impact vibrational excitation of isocyanic acid HNCO</p> <p>Kumar, TPR; Nag, P; (...); Fedor, J Dec 24 2020 PHYSICAL REVIEW A 102 (6)</p>	0	0	0	1	0	0.33	1
17	<p>Electron transmission through a steel capillary</p> <p>Maljkovic, JB; Borka, D; (...); Tokesi, K May 15 2018 NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION B-BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS 423, pp.87-91</p>	0	1	0	0	0	0.2	1
18	<p>Design and performance of an instrument for electron impact tandem mass spectrometry and action spectroscopy of mass/charge selected macromolecular ions stored in RF ion trap</p> <p>Rankovic, ML; Giuliani, A and Milosavljevic, AR Jun 2 2016 EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL D 70 (6)</p>	0	0	0	1	0	0.14	1

19

K-Shell Excitation and Ionization of a Gas-Phase Protein: Interplay between Electronic Structure and Protein Folding (vol 6, pg 3132, 2015)

[Milosavljevic, AR](#); [Nicolas, C](#); (...); [Giuliani, A](#)

Dec 5 2019 | [JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS](#) 10 (23) , pp.7397-7397

0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---

Citation Report Publications Table



Accelerating innovation

© 2021 Clarivate
Training Portal
Product Support

Data Correction
Privacy Statement
Newsletter

Copyright Notice
Cookie Policy
Terms of Use

Manage cookie preferences

Follow Us



Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
Комисија за стицање научних звања

Број: 660-01-00001/640
27.09.2017. године
Београд

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ			
ПРИМЛ. ЕНО:		26 -10- 2017	
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
0801	1451/1		

На основу члана 22. став 2. члана 70. став 4. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05, 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије", број 24/16, 21/17 и 38/17) и захтева који је поднео

Инстџиџуџ за физику у Београду

Комисија за стицање научних звања на седници одржаној 27.09.2017. године, донела је

**ОДЛУКУ
О СТИЦАЊУ НАУЧНОГ ЗВАЊА**

Др Милош Ранковић

стиче научно звање

Научни сарадник

у области природно-математичких наука - физика

О Б Р А З Л О Ж Е Њ Е

Инстџиџуџ за физику у Београду

утврдио је предлог број 1933/1 од 15.11.2016. године на седници Научног већа Института и поднео захтев Комисији за стицање научних звања број 1980/1 од 24.11.2016. године за доношење одлуке о испуњености услова за стицање научног звања **Научни сарадник**.

Комисија за стицање научних звања је по претходно прибављеном позитивном мишљењу Матичног научног одбора за физику на седници одржаној 27.09.2017. године разматрала захтев и утврдила да именовани испуњава услове из члана 70. став 4. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05, 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије", број 24/16, 21/17 и 38/17) за стицање научног звања **Научни сарадник**, па је одлучила као у изреци ове одлуке.

Доношењем ове одлуке именовани стиче сва права која му на основу ње по закону припадају.

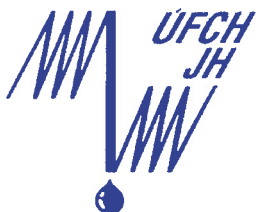
Одлуку доставити подносиоцу захтева, именованом и архиви Министарства просвете, науке и технолошког развоја у Београду.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

Др Станислава Стошић-Грујичић,
научни саветник

С. Стошић-Грујичић





The Czech Academy of Sciences
J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, v. v. i.
Dolejškova 3, 182 23 Prague 8, Czech Republic
Phone: (+420) 28658 3014, (+420) 26605 2011
Fax: (+420) 28658 2307, e-mail: director@jh-inst.cas.cz

Mr. Miloš Ranković, Ph.D.
Palmira Toljatija 48/02
Belgrade
Serbia

18. 5. 2017
Ref No UFCHJH-436/ODP/2017

Dear colleague,

I have the pleasure in informing you that with regard to the evaluation of the competition of 17 May 2017 I am prepared to engage you in the staff of the Institute. Details of your contract please specify with Dr. Juraj Fedor.

Yours sincerely,

Prof. Martin Hof, Dr. rer. nat., DSc.
Director of the Institute

February 15, 2022

Participation of Dr. Miloš Ranković on research projects in 2017-2022

This is to confirm that Dr. Miloš Ranković participated in the following research projects where I was the principal investigator:

08/2017 – 08/2018: Czech Science Foundation Project '*Cross sections and dynamics of electron scattering on molecular systems*'

Employment: 1.0 FTE

Role in the project: Measurements of cross sections for electron-molecule collisions

09/2018 – 10/2020: Technological Agency of the Czech Republic Project '*SF₆ replacement in high voltage switchgear*'

Employment: 1.0 FTE

Role in the project: (i) Measurement of cross sections for electron collisions with novel dielectric gases, (ii) Design and construction of the apparatus for determining decomposition products of partial discharges, (iii) Determining decomposition products of dielectric gases in partial discharges

11/2020 – now: Czech Science Foundation Project '*Dynamics of electron-induced nuclear motion in cold molecules*'

Employment: 0.8 FTE

Role in the project: Design of the electronics for a new apparatus measuring electron-molecule collisions

11/2020 – now: MŠMT InterCOST project '*Electronic and nuclear dynamics in molecules initiated by electron impact*'

Employment: 0.1 FTE

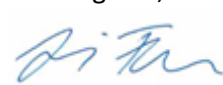
Role in the project: Preparation of missions to synchrotron light sources.

01/2022 – now: Technological Agency of the Czech Republic Project '*Streamers and surface flashover discharges on insulators in alternative gases to SF₆*'

Employment: 0.1 FTE

Role in the project: (i) Participation on the design of discharge cells for spectroscopy of dielectric gases, (ii) VUV spectroscopy of dielectric gases.

Best regards,



Juraj Fedor
Head of the Department of Molecular and Cluster Dynamics

KRAGUJEVAC JOURNAL OF SCIENCE

На лични захтев др Милоша Ранковића, истраживача сарадника на Институту за физику Београд, Универзитет у Београду, часопис KRAGUJEVAC JOURNAL OF SCIENCE издаје следећу

П О Т В Р Д У

др Милош Ранковића је на молбе уредника часописа KRAGUJEVAC JOURNAL OF SCIENCE, који издаје Природно-математички факултет Универзитета у Крагујевцу, а Матични одбор за физику категорише као М51, **рецензирао следеће радове** (сређено по годиштима публикавања):

2019 (Vol. 41)

VISUALIZATION OF THE IONIZATION YIELDS MODEL OF THE NOBLE ATOMS IN AN ELLIPTICALLY POLARIZED LASER FIELD BY USING SYMBOLIC PROGRAMMING LANGUAGE

Аутори: Христина С. Делибашић, Иван Д. Петровић и Виолета М. Петровић

Рад је на страницама 25-36, односно адреси

<https://www.pmf.kg.ac.rs/KJS/images/volumes/vpl41/kjs41delibasic25.pdf>

2020 (Vol. 42)

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE PLASMA FORMATION IN AIR GENERATED BY 355 nm Nd: YAG LASER PULSES

Аутори: Христина С. Делибашић, Константинос Калерис, Виолета М. Петровић и Иван Д. Петровић

Рад је на страницама 19-28, односно адреси

<https://www.pmf.kg.ac.rs/KJS/images/volumes/vpl42/kjs42delibasic19.pdf>

2021 (Vol. 43)

THE EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON THE TUNNELING YIELD OF AMMONIA MOLECULES

Аутори: Виолета М. Петровић, Христина С. Делибашић и Иван Д. Петровић

Рад је на страницама 5-14, односно адреси

<https://www.pmf.kg.ac.rs/KJS/images/volumes/vpl43/kjs43petrovic5.pdf>

У Крагујевцу, 07.02.2022.

Технички уредник часописа



Др Ивана Радојевић, доцент
e-mail ivana.radojevic@pmf.kg.ac.rs
Tel. 034-300-240, lok. 273

Годишњи извештај о раду на пројекту у 2019. години

Име: Братислав
Презиме: Маринковић
Број телефона: 316-0882
E-mail адреса: bratislav.marinkovic@ipb.ac.rs
Радна организација: 200024-Универзитет у Београду, Институт за физику
Град: Belgrade
Број поште: 11080
Страна 1 - Општи подаци
Програм ОСНОВНА ИСТРАЖИВАЊА
Област Физика
Број пројекта 171020
Назив Пројекта Физика судара и фотопроеца у атомским, (био)молекулским и нанодимензионим системима
Тип пројекта Б-Експериментални
Страна 2 - Опис истраживања
<p>Циљеви истраживања (према достављеном плану истраживања) остварени у 2019. години имајући у виду значај, квалитет и ниво остварених резултата. ТЕМА 1. ИНТЕРАКЦИЈЕ ЕЛЕКТРОНА, ЈОНА И ФОТОНА СА АТОМИМА И (БИО)МОЛЕКУЛИМА (КОНСТИТУЕНТИМА ИЛИ АНАЛОГНИМА ДНК МОЛЕКУЛА) РАДИ БОЉЕГ РАЗУМЕВАЊА ПРОЦЕСА РАДИЈАЦИОНОГ ОПШТЕЊЕЊА. Задатак 1.1 а) На апаратури ОНРНА (Omicron High Resolution Hemispherical Analyser) измерени су спектри избачених електрона аутојонизационих стања и Coster-Kronig прелаза у атому Ar, а публиковани у међународном часопису [P18. Energy analysis of ejected electrons in the region of the Ar L1–L2,3M Coster-Kronig transitions (25-56 eV) induced by electron impact, J. Electron Spectrosc. 237, 146898 (2019) 6pp]. б) На апаратури ESMA завршена су и публикована мерења диференцијалних пресека за еластично расејање електрона при упадним енергијама електрона од 10-100 eV на атому Zn [P12. Experimental and theoretical cross sections for elastic electron scattering from zin, Phys. Rev. A 99, 062702 (2019) 10pp]. Задатак 1.2 (руководилац задатка др Јелена Маљковић): а) Извршена су мерења еластичног расејања електрона на молекулу три-етил-фосфату. Резултати су обрађени и публиковани [P03. Elastic electron scattering cross sections for triethyl phosphate molecule at intermediate electron energies from 50 to 250 eV, Eur. Phys. J.D 73, 27 (2019) 5pp]. б) Прелиминарна мерења еластичног расејања електрона на молекулу метана су представљена на престижним међународним конференцијама ECAMP13 и XXXI ICPEAC [CI08. Integral cross sections for elastic electron scattering by methane molecule; CI01. Elastic electron scattering from methane molecule in the energy range from 50-300 eV] в) У оквиру пост доктората у сарадњи са колегама из Прага обављен је рад о дисоцијативној јонизацији молекула флуоронитрила [O02 Phys. Chem. Chem. Phys. 21(30) 16451-16458 (2019)]. Задатак 1.3 Изучавана је теорија судара тешких честица: а) Публикован је рад у коме је примењена динамичка адијабатска теорија судара у опису атома водоника у s-стању [P05. Classical representation for hydrogen atom in s-states, Quantum Stud.: Math. Found. 6(2) 225-233 (2019)]. б) (руководилац задатка др Ненад Милојевић): Истраживан је парцијални и укупни пресек за захват електрона из K-љуске вишеелектронских мета од стране потпуно огољених пројектила. Написан је и публикован прегледни рад на ову тему у реномираном часопису. [P15. State-selective and total cross sections for electron capture from the K-shell of multi-electron atoms by fully stripped projectiles. At. Data Nucl. Data Tables, (2019) 18pp]. ТЕМА 2. ИНТЕРАКЦИЈЕ СА ПОВРШИНАМА НА НАНОМЕТАРСКОЈ СКАЛИ (НАНОКАПИЛАРЕ, НАНОТАЧКЕ) КОЈЕ ВОДЕ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЈИ МАТЕРИЈАЛА ИЛИ МОДИФИКАЦИЈИ НАНОФИЛМОВА. Задатак 2.1: (руководилац задатка др Милош Ранковић): Завршена тематика. Задатак 2.2 а) (руководилац задатка др Маја Рабасовић): Извршена су мерења оптичких особина прашкастих нано материјала (Sr2CeO4:Eu, GdVO4:Sm; Gd2Zr2O7:Eu, CaWO4:Nd), као и апконверзионог материјала (Gd2O3:Er, Yb). Могућности примене материјала YVO4:Eu3+ за мерења промене температуре су публиковани [P22. J. Phys. D: Appl. Phys. 53, 015106, 10pp, online 1st Oct. 2019]. Резултати анализе и карактеризације материјала CdSe/ZnS-PMMA публиковани су у раду [P17. Optical properties CaWO4:Nd3+/PMMA composite layered structures, Opt. Mater. 96, 109361 (2019) 8pp]. Оптичке особине материјала CaWO4:Nd су представљене у раду [P11. Optical properties and fluorescence of quantum dots CdSe/ZnS-PMMA composite films with interface modifications, Opt. Mater. 92, 405-410 (2019)]. б) Настављено је изучавање ласерски индукованог пробоја и посматрани различити временски размаци узорковања [P01. Laser-Induced Plasma Measurements Using Nd:YAG Laser and Streak Camera: Timing Considerations, Atoms, 7(1), 6 (2019) 12pp]. в) Испитивана је локализација електрона у двоелектронским квантним тачкама у зависности од јачине спољашњег магнетног поља и веза са квантном преплетеношћу најнижих стања и публикован је рад. [P19. Effect of the magnetic field on electron density distributions in two-electron quantum dots. J. Phys. A. Math. Theo. 52, 435303 (2019) 21pp]. 2.3 Настављена је обрада резултата TiO2 мемристора добијених FEBID техником. ТЕМА 3. ФОТОПРОЦЕСИ ВЕЗАНИ ЗА ИНТЕРАКЦИЈЕ ЛАСЕРСКОГ И СИНХРОТРОНСКОГ ЗРАЧЕЊА СА АТОМИМА, ЈОНИМА И (БИО)МОЛЕКУЛИМА. Задатак 3.1 а) Интеракција ласерског зрачења са биомолекулима (руководилац задатка др Маја Рабасовић): Настављено је изучавање временски разложених луминесцентних спектра алкалоида биљке руса [CI10. Nonlinear microscopy and time resolved fluorescence spectroscopy of Chelidonium majus L. Proc. PHOTONICA2019]. б) Интеракција синхротронског зрачења са (био)молекулима (руководилац задатка др Сања Топић): Проучавани су могући механизми фрагментације молекула као директне последице апсорпције X зрачења помоћу подесивог синхротронског зрачења у комбинацији са различитим експерименталним техникама (PES, XPS, NEXAFS, PEPICO, PIPICO, масена спектрометрија) на различитим молекулима: i) нитроимидазолима [P10. Radiation Damage Mechanisms of Chemotherapeutically Active Nitroimidazole Derived Compounds, Front. Chem. 7, 329 (2019) 14pp; P06. Core shell investigation of 2-nitroimidazole, Front. Chem. 7, 151 (2019) 13pp]; ii) Титанијум-изо-пропоксид (органометалик, прекурсор за хемичку депозицију и ФЕБИД технику високе резолуције која омогућава стварање и уређивање наноструктурних материјала) [CI13. Photo-induced fragmentation of the titanium (IV) iso-propoxide molecule, VEIT 2019; CI12. Inner-shell spectroscopy of titanium (IV) iso-propoxide, PHOTONICA2019]. Ова истраживања су представљена и на уводном предавању у оквиру прве европске радионице корисника синхротрона одржане у Београду ESUO Organization [IT02. Core Shell Investigation and Radiation Damage Mechanisms of Nitroimidazole Compounds studies at the Gasphase Beamline @ Elettra, Photonica 2019 and 1st ESUO Regional Meeting, Belgrade, 28.08.2019] Задатак 3.2 (руководилац задатка др Предраг Коларж): Истражена ефективна доза озрачености појединих делова Балкана [O01. Effective Doses Estimated from the Results of Direct Radon and Thoron Progeny Sensors (DRPS/DTPS), Exposed in Selected Regions of Balkans, Radiation</p>

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF PHYSICS

INNER-SHELL ACTION SPECTROSCOPY OF TRAPPED
SUBSTANCE P PEPTIDE IONS AND THEIR
NANOSOLVATED COMPLEXES

Iva Bačić, 7047/2014

Master Thesis
Belgrade, 2015

Acknowledgements

Firstly, I would like to express my sincere gratitude to my advisor dr. Aleksandar R. Milosavljević, who provided me an opportunity to participate in this work, and guided me through the whole course of this research with excellent help and great patience in correcting my writing. I would also like to thank my co-supervisor dr. Bratislav Marinković, for his assistance in the writing of this paper, along with dr. Aleksandar R. Milosavljević. My sincere thanks also go to mr. Miloš Ranković for great help in performing the experiment and processing the data, and dr. Alex Giulliani and dr. Cristophe Nicolas, with whom I worked during the experiment at the research facility SOLEIL for admitting me to their team and advising me during the beamtime. I am also grateful to dr. Viktor Cerovski for his help during the measurements and to the general SOLEIL staff for running the overall facility. Besides those who directly participated in the making of this work, I would like to thank the rest of my thesis committee: dr. Jelena Maljković, prof. dr. Goran Poparić, and prof. dr. Dragoljub Belić for their critical reading of the thesis and useful suggestion. Finally, I also thank dr. Sanja Tošić for useful advises and help with preparing the thesis.

This work was performed under the project 20140023 “Inner-shell spectroscopy of nanosolvated protein ions isolated in gas phase” at the SOLEIL synchrotron radiation facility and also supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Serbia, under the project numbers 171020. The experimental setup has been developed with the support from the Agence Nationale de la Recherche Scientifique, France, under the project number ANR-08-BLAN-0065.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Јелена Вуковић

**Апсолутни диференцијални пресеци за
еластично расејање електрона на молекулу
триетил фосфата**

Мастер рад

Београд, 2018.

Резултати приказани у овом мастер раду добијени су у Лабораторији за атомске сударне процесе, Института за физику у Земуну. Радом на експерименту и на изради рада је руководила др Јелена Маљковић и овом приликом се много захваљујем Јелени на великој помоћи и подршци.

Захваљујем се и др Братиславу Маринковићу, директору Лабораторије за атомске сударне процесе, на указаном поверењу.

Захваљујем се и члановима комисије за преглед и оцену мастер рада, др Драгољубу Белићу, др Горану Попарићу и др Бранку Предојевићу.

Такође се захваљујем др Karoly Tókési на урађеном теоријском прорачуну пресека.

Захваљујем се и др Милошу Ранковићу на великој помоћи и сугестијама у експерименталном раду.

Захваљујем се пуно својим родитељима, сестри, пријатељима и Гогију.

У Београду, 2018. год.



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
PRIRODNO – MATEMATIČKI FAKULTET
STUDIJSKI PROGRAM ZA FIZIKU

DIPLOMSKI RAD

Apsolutni diferencijalni presjeci za
elastično rasijanje elektrona na atomu
argona

Mentor:
prof. dr Branko Predojević

Student:
Jelena Vuković, 23/10

BANJA LUKA, 2015.

Ovaj diplomski rad urađen je u Laboratoriji za fiziku atomskih sudara, Instituta za fiziku u Zemunu, Beograd. Ovom prilikom se zahvaljujem dr Aleksandru Milosavljeviću koji mi je omogućio rad u Laboratoriji i na konsultacijama tokom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se svome mentoru prof. dr Branku Predojeviću za pomoć, savjete i sugestije prilikom pisanja rada.

Takođe se zahvaljujem dr Jeleni Maljković i mr Milošu Rankoviću na velikoj pomoći u eksperimentalnom radu.

Zahvaljujem se puno roditeljima i sestri na podršci, pomoći i strpljenju.

U Banjoj Luci, 2015. godine