

# 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 да у складу са Правилником о стицању истраживачких и научних звања покрене поступак за мој избор у научно звање виши научни сарадник.

Достављам следеће:

- Мишљење руководиоца са предлогом чланова Комисије за избор у звање
- Биографију
- Преглед научне активности
- Елементе за квалитативну оцену научног доприноса
- Елементе за квантитативну оцену научног доприноса
- Списак објављених научних радова и других публикација разvrстаних по важећим категоријама прописаним Правилником
- Копије објављених радова и других публикација након претходног избора у звање
- Податке о цитирањости радова
- Фотокопију решења о избору у претходно звање
- Уверење о одбрањеној докторској дисертацији
- Прилог

У Београду,

24.02.2022.

---

др Ненад Сакан, научни сарадник  
Институт за физику у Београду

## **Научном већу Института за физику у Београду**

### **Предмет: Мишљење руководиоца**

Др Ненад Сакан је запослен у Институту за физику од 1998. године. Научне активности кандидата углавном су усмерене на теоријско испитивање карактеристика густе неидеалне водоничне плазме и експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме. Др Ненад Сакан је до сада објавио 27 научних радова, при чему је 13 радова категорије M21, 8 радова категорије M22 и 6 радова категорије M23. Након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник објавио је 17 радова (5 радова категорије M21, 6 радова категорије M22 и 6 радова категорије M23). Радови др Сакана су цитирани 384 пута уз h-индекс 11 (база Scopus), без аутоцитата 337 пута. Збир поена на основу објављених радова и учешћа на конференцијама знатно премашује услове за избор кандидата у звање виши научни сарадник.

Др Ненад Сакан је учесник пројекта Фонда за науку Републике Србије из програма *Идеје* и пројекта Српске Академије наука и уметности и Бугарске академије наука. Рецензирао је радове у међународним часописима и одржао предавања по позиву. Руководио је пројектним задатком у оквиру пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој бр. 176002. Др Ненад Сакан је руководио је израдом једног мастер и једног магистарског рада.

С обзиром да колега испуњава све квантитативне и квалитативне критеријуме прописане Правилником о стицању истраживачких и научних звања, предлажем Научном већу Института за физику да покрене поступак за избор др Ненада Сакан у звање **виши научни сарадник**.

За састав Комисије за избор др Ненада Сакан у звање **виши научни сарадник** предлажем:

1. Др Владимира Срећковић, научни саветник, Институт за физику, Београд
2. Др Љубинко Игњатовић, научни саветник, Институт за физику, Београд
3. Др Драган Маркушев, научни саветник, Институт за физику, Београд
4. Проф. др Срђан Буквић, редовни професор, Физички факултет, Београд
5. Др Зоран Симић, научни саветник, Астрономска опсерваторија, Београд

У Београду,  
24.02.2022.

---

др Миливоје Ивковић, научни саветник

## **1. Биографски и стручни подаци о кандидату**

Др Ненад Сакан је рођен 04. марта 1972. године у Скопљу. Након завршене основне и средње школе, школске 1990/1991 године уписао се на Физички факултет Универзитета у Београду (Смер Примењена физика). Дипломирао је 6. јула 1998. године. Одлуком Одбора фонда "Проф. др Љубомир Ђирковић", др Ненад Сакан је добитник награде за најбољи дипломски рад одбрањен на Физичком факултету у 1997/1998. Последипломске студије на смеру "Експериментална физика јонизованих гасова" уписао је школске 1998/1999. године. 1. априла 2004. године стекао је звање магистра физичких наука на Физичком факултету Универзитета одбраном магистратског рада под називом "Разрада метода прорачуна оптичких карактеристика плазме базираног на моделним екранираним потенцијалима", под менторством др Анатолија Михајлова, научног саветника Института за физику. Кандидат је 1. јула 2009. године стекао звање доктора физичких наука на Физичком факултету Универзитета у Београду одбраном докторског рада под називом "Моделирање оптичког континуираног спектра густе јако јонизоване плазме у апроксимацији одсеченог Кулоновог потенцијала" под менторством др Анатолија Михајлова, научног саветника Института за физику.

У периоду од 23.10.1998. године до сада је запослен у Институту за физику. Одлуком Научног већа Института за физику, која је донета на седници одржаној 19.10.2004. године изабран је у научно звање истраживач сарадник. У научно звање научни сарадник је изабран 19.05.2010. на основу одлуке Комисије за стицање научних звања. У звање научни сарадник је реизабран 28.10.2015. и 27.09.2017. године. До сада је објавио 27 научних радова, од којих 17 после избора у звање научни сарадник. Радови публиковани током целокупне каријере кандидата су до сада цитирани 384 пута уз h-индекс 11 (база Scopus), без аутоцитата 337 пута. Укупан збир импакт фактора за радове објављене током целокупне каријере износи 60,492 док за радове објављене у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник износи 38,776.

Све време рада на Институту за физику је био ангажован на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Тренутно је учесник пројекта Фонда за науку Републике Србије из програма *Идеје* чији је руководилац др Миливоје Ивковић и

проекта Српске Академије наука и уметности и Бугарске академије наука, чији је руководилац др Зоран Симић (Астрономска опсерваторија, Београд).

## **2. Преглед научне активности**

Истраживања Др Ненада Сакана у досадашњем раду су била усмерена на теоријско испитивање карактеристика густе неидеалне водоничне плазме и експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме. У периоду након претходнох избора у звање, његова научно-истраживачка активност се одвија у оквиру следећих тематских целина:

### **2.1. Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме**

Након избора у звање научни сарадник, кандидат наставља рад на изучавању оптичких карактеристика густе неидеалне плазме. У том циљу је у оквиру раније развијеног метода прорачуна додат процес фотоапсорције за прелазе међу везаним стањима, и др Сакан активно ради на моделима проширења и профилима спектралних линија апсорције густе неидеалне плазме при испитиваним условима. Успешно је проверен метод нумеричког решавања Шредингерове једначине који је омогућио да се модел примени на произвољне форме потенцијала атома и јона у плазми. Ово је успешно примењено на модел аргоновог атома у плазми. Ради се на дањем усавршавању модела.

Обзиром на то да овакав модел успешно описује плазму средњих и виших неидеалности која је битна за описе процеса у звездама, активно се ради на проширењу модела. Оваква плазма је битна и у врло брзом прелазном режиму ласерски постигнуте фузије.

Овај тип теоријског описа плазме је примењив на системе са јаким Кулоновским везама, и показало се да овакви јако спрегнути системи могу веома лепо да се опишу простим моделним потенцијалима. Дати опис је омогућио увођење свих додатних интеракција у потпуно квантно-механички опис емитера у плазми. Од самог почетка примене оваквог модела на оптичке карактеристике густе неидеалне плазме кандидат је

развио комплетан математички модел и софтвер под руководством др Анатолија Михајлова.

Најважнији до сада постигнути резултати из ове области су приказани у наведеним радовима:

A.A. Mihajlov, N.M Sakan, V.A. Srećković, Y. Vitel (2011): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 44, 095502 (17pp)

<http://dx.doi.org/10.1088/1751-8113/44/9/095502>

Srećković V. A., Sakan N., Šulić D., Jevremović D., Ignjatović Lj. M. and Dimitrijević M. S. (2018) Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dense hydrogen-like stellar plasma. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 475 (1), 1131-1136; <http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stx3237>

A.A. Mihajlov, N.M Sakan, V.A. Srećković, Y. Vitel (2011): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense hydrogen plasma. Baltic Astronomy 17, 1-6; <https://doi.org/10.1515/astro-2017-0345>

A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, N.M. Sakan (2015): Inverse Bremsstrahlung in astrophysical plasmas: the absorption coefficients and Graunt factors. Journal of Astrophysics and Astronomy 36, 635-642 (прегледни чланак); <https://doi.org/10.1007/s12036-015-9350-0>

M. S. Dimitrijević, V. A. Srećković, N. M. Sakan, N. N. Bezuglov, A. N. Klyucharev (2018) Free-Free Absorption in Solar Atmosphere, Geomagnetism and Aeronomy, 2018, Vol. 58, No. 8, pp. 1067–1072, <https://doi.org/10.1134/S0016793218080054>

Из сродне области је и рад:

A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, Lj.M. Ignjatović, A.N. Klyucharev, M.S. Dimitrijević, N.M. Sakan (2015): Non-elastic processes in atom Rydberg-atom collisions: review of art and

problems. Journal of Astrophysics and Astronomy 36, 623-634 (прегледни чланак)  
<https://doi.org/10.1007/s12036-015-9364-7>

У овом раду је показано да радиациони преноси енергије не могу да буду заобиђени у разматрању и да би требало да се укључе у оквиру стандардних модела атмосфера Сунца.

## 2.2. Експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме

У оквиру ове тематике, кандидат се бавио проблематиком везаном за аквизицију података, прикључио се раду на спектроскопији импулсних пражњења и учествовао је у испитивању модела фитовања спектралних линија Балмерове серије водоника. Радио је на развијању експеримента за интерферометријско мерење концентрације електрона нискотемпературске, ретке плазме, базираног на интерферометрији зрачења угљен-диоксидног ласера. Циљ овог експеримента је обезбеђивање независног метода одређивања електронске концентрације нискотемпературних плазми мале електронске концентрације ради изучавања облика спектралних линија при таквим условима. На основу тога треба да се добије експериментална апаратура која је у стању да обједини податке о електронској концентрацији добијеној интерферометријским методом, као независним, са спектроскопским изучавањем плазме. Ово би омогућило да се добије експериментална база спектроскопских података са независно одређеним концентрацијама електрона. Оваква база експерименталних података би имала примену како у провери постојећих спектроскопских емпиријских формула за одређивање електронске концентрације и температуре плазме, тако и код развоја нових формула и процедура за дијагностику плазме са малим електронским концентрацијама и ниским температурама.

Најзначајнији до сада постигнути резултати из ове области су приказани у раду:

N. Konjević, M. Ivković, N. Sakan (2012). Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics (Review). Spectrochimica Acta Part B 76, 16-26 (прегледни чланак);  
<https://doi.org/10.1016/j.sab.2012.06.026>

### **2.3. Теоријско разматрање Штарковог проширења спектралних линија атома и јона у плазми**

Потреба за испитивањем Штарковог проширења спектралних линија Nb III се јавила због појаве Nb у врућим атмосферама звезда A типа, као и у атмосферама белих патуљака типа DA и DB. У овој области експериментална база резултата је веома слаба, а за неке од елемената и непостојећа, тако да теоријско разматрање проширења често мора да иде испред експерименталног познавања тог процеса. Ово је један од случајева када за већину анализираних линија постоји недостатак експерименталних података. Обзиром на заступљеност елемената ретких земаља у поменутим звездама и патуљцима отворено је обимно подручје рада за даље испитивање понашања Штаркових параметара ове групе елемената. Као резултат сарадње са колегама са Астрономске опсерваторије у Београду, проистекле су и заједничке публикације при чemu су најзначајнији резултати публиковани у раду:

Simić Z., Sakan N. (2020) The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d transitions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 491 (3), 4382-4386.  
<https://doi.org/10.1093/mnras/stz3362>

### **2.4. Примена статистичке обраде података у екохемији и процена еколошког ризика на основу вероватноће догађаја**

У оквиру обраде података добијених хемијским анализа земљишта и седимента кандидат је помогао у развоју и употреби специфичног метода нормирања резултата мерења на процењени средњи статистички нормиран природни фон датог терена. Кандидат је развио и софтвер за процену ризика загађења токсичним елементима користећи Монте Карло симулацију. Развијајући ове методе, др Ненад Сакан је остварио сарадњу са колегама из Института за хемију, технологију и металургију и најзначајнији резултати добијени применом датих метода су публиковани у следећим радовима:

S. Sakan, A. Popović, S. Škrivanj, N. Sakan, D. Đorđević (2016) Comparison of single extraction procedures and the application of an index for the assessment of heavy metal bioavailability in river sediments. Environmental Science and Pollution Research, 23 (21), 21485-21500; <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7341-6>

S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Andelković, N. Sakan, D. Đorđević (2014): Risk assessment of trace element contamination in river sediments in Serbia using pollution indices and statistical methods: a pilot study. Environmental Earth Sciences 73, 6625-6638; <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3886-1>

S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Andelković, N. Sakan, D. Đorđević (2015): Environmental assessment of heavy metal pollution in freshwater sediment, Serbia. Clean - Soil, Air, Water 43, 838-845. <https://doi.org/10.1002/clen.201400275>

S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Andelković, N. Sakan, D. Đorđević (2015) Evaluation of sediment contamination with heavy metals: the importance of determining appropriate background content and suitable element for normalization. Environmental Geochemistry and Health 37, 97-113. <https://doi.org/10.1007/s10653-014-9633-4>

Sakan S, Sakan N., Andelković, I., Trifunović, S., Đorđević, D. (2017) Study of potential harmful elements (arsenic, mercury and selenium) in surface sediments from Serbian rivers and artificial lakes. Journal of Geochemical Exploration 180, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.jgeexplo.2017.06.006>

S. Sakan, N. Sakan, A. Popović, S. Škrivanj, D. Đorđević (2019) Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ecological risk of potential toxic elements in sediments using Monte Carlo Simulations. Molecules 24, 2145; <https://doi.org/10.3390/molecules24112145>

S. Sakan, S. Frančišković-Bilinski, D. Đorđević, A. Popović, N. Sakan, S. Škrivanj, H. Bilinski (2021) Evaluation of Element Mobility in River Sediment Using Different Single Extraction

Procedures and Assessment of Probabilistic Ecological Risk. Water 13, 1411.  
<https://doi.org/10.3390/w13101411>

S.M. Sakan, N.M. Sakan, D.S. Đorđević (2013) Trace element study in Tisa River and Danube alluvial sediment in Serbia. International Journal of Sediment Research 28, 234-245.  
[https://doi.org/10.1016/S1001-6279\(13\)60034-7](https://doi.org/10.1016/S1001-6279(13)60034-7)

## **2.5. Примена програмабилне логике на развој система управљања**

Познавање програмабилне логике и микроконтролера, као и управљања системима је резултовало сарадњом са Катедром за системе наоружања са Машинског факултета Универзитета у Београду на развоју система управљања групом активних летелица или муниције. Кандидат је направио косимулатор управљања који је активно радио у складу са моделом симулираним на рачунару. Најзначајнији резултати ове сарадње су објављени у раду:

M.A. Boulahlib, M. Milinović, M. Bendjaballah, O. Jeremić, N.M. Sakan (2017): Software/hardware design of decision-making controllers for object navigation in horizontal plane. Technical Gazette 30(3), 307-314. <https://doi.org/10.17559/TV-20160408195923>

## **3. Елементи за квалитативну оцену научног доприноса кандидата**

### **3.1. Квалитет научних резултата**

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

Др Ненад Сакан је до сада објавио 27 научних радова, при чему је 13 радова категорије M21, 8 радова категорије M22 и 6 радова категорије M23. Након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник објавио је 17 радова (5 радова категорије M21, 6 радова категорије M22 и 6 радова категорије M23). Сума импакт фактора радова које је објавио

др Ненад Сакан износи 60,492, а за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776.

Као пет најзначајнијих радова др Сакана у овом изборном периоду могуће је издвојити:

1. Mihajlov A., Sakan N., Srećković V., Vitel Y. (2011) Modeling of continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas. *Journal of Physics A - Mathematical and Theoretical*, 44 (9), (**DOI:10.1088/1751-8113/44/9/095502**) (**M21**)
2. Simić Z., Sakan N. (2020). The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d transitions. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 491 (3), 4382-4386. (**DOI:10.1093/mnras/stz3362**) (**M21**)
3. Konjević N., Ivković M., Sakan N. (2012). Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics (pregledni članak). *Spectrochimica Acta Part B* 76, 16-26. (**DOI:10.1016/j.sab.2012.06.026**) (**M21**)
4. Mihajlov A.A., Sakan N.M., Srećković V.A., Vitel Y. (2011): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense hydrogen plasma. *Baltic Astronomy* 17, 1-6 (**DOI:10.1515/astro-2017-0345**) (**M23**)
5. Mihajlov A.A., Srećković V.A., Sakan N. (2015). Inverse Bremsstrahlung in astrophysical plasmas: the absorption coefficients and Graunt factors (pregledni članak). *Journal of Astrophysics and Astronomy* 36, 635-642 (**DOI: 10.1007/s12036-015-9350-0**) (**M23**)

Рад бр. 1 припада тематској области *Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме*. Главни циљ у овом раду је био постављање новог модела за прорачун процеса континуалне апсорпције електромагнетног зрачења. Приказани резултати имају примену како на опис лабораторијских, тако и на плазме у атмосферама звезда. Овај рад се заснива на коришћењу резултата прорачуна у много ширем опсегу параметара, а основ рада су принципи који су представљени у оквиру магистарског рада и докторској дисертацији

кандидата. Др Ненад Сакан је дао допринос у свим фазама реализације овог рада, од концепције, па до писања рада.

Рад бр. 2 припада области *Теоријско разматрање Штарковог проширења спектралних линија атома и јона у плазми*. Потреба за испитивањем Штарковог проширења спектралних линија Nb III се јавила због појаве Nb у врућим атмосферама звезда A типа као и у атмосферама белих патуљака типа DA и DB. Обзиром на заступљеност елемената ретких земаља у поменутим звездама и патуљцима отворено је обимно подручје рада за даље испитивање понашања Штаркових параметара ове групе елемената. Кандидат је дао значајан допринос у тумачењу добијених резултата, као и у припреми текста рада. Овај рад је настало као резултат сарадње са др Зораном Симићем на покушају увођења Штарковог ширења у модел оптичких карактеристика плазме развијен од стране кандидата, као последица детаљнијег упознавања са процесима Штарковог ширења.

Рад бр. 3 припада области *Експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме*. У овом раду су представљени резултати анализе метода деконволуције експерименталних профиле линија Балмерове серије водоника. Анализа је извршена на великом опсегу експерименталних и теоријских профиле линија. На основу опсежне анализе дата је препорука коришћења одговарајућих формула, као и коришћења виших чланова Балмерове серије код плазми низких електронских концентрација, где год је то могуће.

Провера валидности деконволуционих формула и процедура захтева велики низ резултата са познатим параметрима, и они су добијени као резултат нумерички симулираног експеримента. У том циљу референтни спектрални профили су нумерички модификовани тако да одговарају реалним условима мерења, са познатим инструменталним профилом и нивоом шума. Кандидат је на бази теоријских профиле њима нумерички додавао Гаусова проширења инструменталног профиле реалног инструмента и термалног Доплеровог Гаусовог проширења. Такође, додаван је и шум и константна компонента да се што боље симулира реални профил спектралне линије који би се добио мерењем на стварном експерименту. Познавање свих параметара симулираних услова у плазми и мерења су омогућили да овакви профили са предефинисаним компонентама доприноса свих

симулираних процеса буду кориштени за проверу метода деконволуције. Током овог процеса кандидат је успео да направи сопствене методе и програме за конволуцију профиле који су математичку грешку генерисања свели на минимум. Потом је из овако генерисаних спектралних линија на основу аутоматске процедуре деконволуције као и фитовања Вojтовим профилом добијено низ параметара који су поређени са познатим почетним вредностима. Како је требало да се оваква процедура изврши на великом броју симулираних профиле, кандидат је аутоматизовао употребу програма за фитовање спектралних линија плазме. Такође кандидат је развио методе аутоматског одлучивања о квалитетима резултата деконволуције сваком од метода на основу чега је доношен суд о области примене сваке од коришћених метода.

Рад бр. 4 припада тематској области *Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме*. У овом раду је испитан нови модел за описивање континуиране апсорпције електромагнетног (ЕМ) зрачења у густој парцијално јонизованој водониковој плазми са густином електрона око  $5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  –  $1,5 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  и температуре око  $1,6 \cdot 10^4 \text{ K}$  –  $2,5 \cdot 10^4 \text{ K}$  у области таласних  $300 \text{ nm} < \lambda < 500 \text{ nm}$ . Добијени резултати се могу применити на плазме делимично јонизованих слојева различитих звезданих атмосфера. Овај рад се заснива на коришћењу резултата прорачуна у много ширем опсегу параметара, на принципима који су представљени у магистарском раду и докторској дисертацији кандидата. Др Ненад Сакан је дао допринос у свим фазама реализације овог рада, од концепције, па до писања рада.

Рад бр. 5 припада тематској области *Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме*. У овом раду се разматра фото-апсорпција на слободним електронима, инверзни Bremsstrahlung, у разним атмосферама звезда и другим астрофизичким плазмама. Поред показане примењивости на астрофизичке плазме, резултати су такође примењиви на лабораторијске плазме. Др Ненад Сакан је дао допринос у свим фазама реализације овог рада, од концепције, па до писања рада.

### *3.1.2. Позитивна цитираност научних радова кандидата*

Радови др Сакана су на дан 22.02.2022. цитирани 384 пута уз h-индекс 11 (база Scopus), без аутоцитата 337 пута. Укупан збир импакт фактора за радове током целокупне каријере износи 60,492, док за радове објављене након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање звања научни сарадник износи 38,776. Просечна вредност импакт фактора по раду кандидата у изборном периоду периоду износи 2,281. (докази у Прилогу)

### *3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа*

У досадашњој каријери др Ненад Сакан је као аутор или коаутор објавио и презентовао 89 библиографских јединица публикованих као поглавља у монографским студијама међународног значаја, у часописима међународног значаја и домаћим часописима, и саопштио на међународним и домаћим конференцијама. До сада је објавио 27 научних радова, од којих 17 после избора у звање научни сарадник. Од 17 радова који су публиковани у овом изборном периоду, 5 радова су категорије M21, 6 радова су категорије M22 и 6 радова су категорије M23. Сума импакт фактора свих радова које је до сада објавио др Ненад Сакан износи 60,492, односно за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776. У прилогу је дата листа научних радова са одговарајућом категоријом и ИФ.

У категоријама M21, M22 и M23 објављени су радови у следећим часописима (као параметар квалитета часописа дат је импакт фактор који је подвучен за радове објављене након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања):

У категорији **M21 (врхунски међународни часопис)**, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

**Monthly Notices of the Royal Astronomical Society** (ИФ=5,103 (2009); ИФ=5,194 (2017); ИФ=5,359 (2020)) – укупно 3 рада, 2 у актуелном изборном периоду

**Astronomy & Astrophysics** (ИФ=4,259 (2007))

**Spectrochimica Acta Part B** (ИФ=3,552 (2010)) – прегледни рад

**Environmental Science and Pollution Research** (ИФ=2,828 (2014))

**Journal of Applied Physics (ИФ=2,072 (2009))**

**Journal of Physics B-Atomic Molecular and Optical Physics (ИФ=1,761 (2001))**

**Journal of Physics A-Mathematical and General (ИФ=1,566 (2006)) 2 рада**

**Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical (ИФ=1,564 (2009))**

**Journal of Physics D-Applied Physics (ИФ=1,260 (2001)) 2 рада**

У категорији **M22 (истакнути међународни часопис)**, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

**Molecules (ИФ=3,098 (2017))**

**Journal of Geochemical Exploration (ИФ=2,858 (2017))**

**Environmental Geochemistry and Health (ИФ=2,566 (2014))**

**Water (ИФ=2,544 (2014))**

**Soil, Air, Water (ИФ=1,945 (2014))**

**Environmental Earth Sciences (ИФ=1,765 (2014))**

**Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical (ИФ=1,577 (2009))**

**New Astronomy Reviews (ИФ= 1,080 (2007))**

У категорији **M23 (рад у међународном часопису)**, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

**Baltic Astronomy (ИФ=1,032 (2009))**

**International Journal of Sediment Research (ИФ=1,082 (2011))**

**Journal of Astrophysics and Astronomy (ИФ=0,711 (2014)) – 2 рада, оба су прегледни радови и оба рада су објављена у актуелном изборном периоду**

**Technical Gazette (ИФ=0,464 (2015))**

**Geomagnetism and Aeronomy (ИФ=0,555 (2017))**

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидата након одлуке о претходном избору у звање

	<b>ИФ</b>	<b>М</b>	<b>СНИП</b>
<b>Укупно</b>	38,776	88	15,675
<b>Усредњено по чланку</b>	2,281	5,176	0,980
<b>Усредњено по аутору</b>	9,827	22,164	4,121

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

Према резултатима које је до сада остварио, др Ненад Сакан је показао висок степен самосталности, одговорности и професионалности у свим фазама научноистраживачког рада, почев од планирања, идејног решавања и извођења експеримента, па до анализе резултата, дискусије и уобличавања радова у коначни облик за публиковање. Кандидат је научну зрелост показао кроз препознавање научно актуелних тема и у оквиру њих је отворио питања и проблеме које је неопходно истражити, односно решити. У реализацији радова, кандидат је учествовао у експерименталном раду, анализи и дискусији добијених резултата, као и у писању радова.

Научне активности др Ненада Сакан у периоду након претходног избора у звање углавном су биле усмерене на следеће области: експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме и теоријско испитивање карактеристика густе неидеалне водоничне плазме. Др Сакан је дао кључни допринос у развоју и примени моделовања оптичких карактеристика густе неидеалне водоникове плазме одсеченим Кулоновим потенцијалом. Наставак рада кандидата на изучавању карактеристика густе неидеалне плазме се односио на то да је раније развијеном методу прорачуна додат процес фотоапсорпције за прелазе међу везаним стањима. Успешно је проверен метод нумеричког решавања Шредингерове једначине који је омогућио да се модел примени на произвољне форме потенцијала атома и јона у плазми. Ово је успешно примењено на модел аргоновог атома у плазми. Кандидат ради и на дањем усавршавању модела. Од самом почетка примене оваквог модела на оптичке карактеристике густе неидеалне плазме кандидат је развио комплетан математички модел и софтвер.

Др Ненад Сакан је био ментор, односно руководио је израдом мастер рада под називом "Унапређење интерферометрије методом сопственог мешања сигнала ласерске диоде" кандидата Неде Бабуцић која је одбранјена на Физичком факултету Универзитета у Београду у септембру 2021. године. У овом раду је успешно примењена интерферометрија методом сопственог мешања на диоди. Овакав метод спада у напредене технике коришћене у уређајима који раде на принципу интерферометријског одређивања различитих параметара, као што су промене растојања, брзине, промене концентрације и сл. (доказ у Прилогу уз тачку 3.2.)

Кандидат је учесник пројекта Фонда за науку Републике Србије из програма *Идеје* чији је руководилац др Миливоје Ивковић (доказ у Прилогу).

Др Ненад Сакан се активно укључио и у проблематику теоријског разматрања Штартовог проширења спектралних линија атома и јона у плазми кроз сарадњу са колегама са Астрономске опсерваторије у Београду.

Поред наведених научних активности, кандидат је активно укључен и у примену статистичке обраде података у екохемијским истраживањима. У оквиру ове проблематике, др Сакан је помогао у развоју и употреби специфичног метода нормирања резултата мерења на процењени средњи статистички нормиран природни фон датог терена. Кандидат је развио и софтвер за процену ризика загађења токсичним елементима користећи Монте Карло симулацију.

У току досадашњег рада, кандидат је у оквиру истраживачке групе у којој ради заједно са колегама и руководиоцима пројеката на којима је био ангажован остварио међународну сарадњу са више истраживачких група и појединача, што је резултовало већим бројем заједничких публикација које су наведене у списку објављених радова (у Списку објављених радова, публикације означене бројевима: 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 18, 19, 26 и 28). Међународна научна сарадња је остварена са следећим научницима и њиховим истраживачким групама: V.M. Adamyan, A.M. Ermolaev, A. Metopoulos, Y. Vitel, I.M. Tkacenko, N. Gnedin, M.Y. Zakharov, N.N. Bezgulov и A.N. Klycharev. У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник су публиковани радови који су у списку објављених радова обележени бројевима 13, 26 и 28.

Др Ненад Сакан је тренутно ангажован на међународном пројекту под називом "Активни догађаји на Сунцу. Каталози протонских и електронских догађаја у X – зрацима, UV и радио

области. Утицај судара и оптичка својства густе водоничне плазме". Руководилац овог пројекта је Др Зоран Симић (Астрономска опсерваторија, Београд), а финансијери пројекта су Српска академија наука и уметности и Бугарска академија наука (доказ у Прилогу). Као резултат ове сарадње, кандидат је презентовао рад на конференцији под називом *16<sup>th</sup> ESPM – European Solar Physics meeting* која је одржана 2021. године (у списку референци облежена бројем 77):

*Sakan, N.M., Simić, Z., Dechev, M (2021) The optical properties of hydrogen plasma described in the frame of the fully quantum method based on a cut-off Coulomb model potential. 16<sup>th</sup> ESPM – European Solar Physics meeting, 6-10 September, online*

Такође, др Сакан остварује сарадњу са колегама из Русије и резултат те сарадње је рад презентован на конференцији у Елбрusu (референца број 76):

*Bogomaz, A.A., Pinchuk, M.E., Budin, A.V., Leks, A.G., Sakan, N.M (2020) Comparison of megaampere channel temperature value measured by different methods at its maximal contraction in high density gas. XXXIV International Conference on interaction of Intense Energy Fluxes with Matter, March 1-6, 2019. Elbrus, Kabardino-Balkaria, Russia. Book of Abstracts,*

као и рад публикован у *Journal of Physics: Conference Series* (референца број 83):

*Bogomaz, A.A., Pinchuk, M.E., Budin, A.V., Leks, A.G., Sakan, N.M (2020) Comparison of megaampere channel temperature value measured by different methods at its maximal contraction in high density hydrogen. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1556(1), 012082.*

Др Ненад Сакан је одржао неколико предавања по позиву, од којих посебно треба истаћи предавање по позиву под насловом „Моделовање оптичких карактеристика водоникове плазме средње и велике неидеалности одсеченим Кулоновим потенцијалом – додавање нових процеса“ које је одржано 21.12.2016. године на Одељењу за механику Математичког института САНУ и предавање по позиву на међународном скупу: XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas" PDP-13 које је одржано 13-17 децембра 2021. године у Минску (Белорусија), под називом: "The introduction of more complex atoms in a cut-off Coulomb model potential, the Ar I model", што указује на значај и актуелнот пробеламатике којом се бави, а такође и на препознатљивост његових научноистраживачких резултата, како на домаћем, тако и на међународном нивоу. (Докази за наведена предавања су приказани уз тачку 3.8).

### *3.1.5 Nagrade*

- Одлуком Одбора фонда "Проф. Др Љубомир Ђирковић", др Ненад Сакан је добитник награде за најбољи дипломски рад одбрањен на Физичком факултету у 1997/1998. (доказ у Прилогу)
- Др Ненад Сакан је коаутор рада који је био номинован у избору за рад године у часопису *Spectrochimica. Acta B* (импакт фактор 3.552 за 2010 годину) за рад: N. Konjević, M. Ivković and N. Sakan, Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics, *Spectrochimica. Acta B* 76, 16–26 (2012). (доказ у Прилогу)

### *3.1.6. Елементи примењивости научних резултата*

Практична применљивост научних резултата др Сакана је детаљно описана у делу 2 (Преглед научне активности), затим 3.1.1. (Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова) и 3.1.4. (Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству). Овде ће бити наведени неки од значајнијих примена резултата научно-истраживачког рада кандидата.

На основу резултата приказаних у раду *Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics(Review)* дата је препорука коришћења одговарајућих формула, као и коришћења виших чланова Балмерове серије код плазми низких електронских концентрација, где год је то могуће.

Приказани резултати у раду *Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas* имају примену како на опис лабораторијских, тако и на плазме у атмосферама звезда.

У раду *Rydberg atoms in astrophysics* су разматрани основни процеси у Ридберговим атомима. Из поређења теоријских и експерименталних података је показано да се такав вид динамики хаотичног понашања јавља и код појединачних судара.

У раду *Inverse Bremsstrahlung in Astrophysical Plasmas: The Absorption Coefficients and Gaunt Factors* је разматрана фото апсорпција на слободним електронима, инверзни Bremsstrahlung, у разним атмосферама звезда и другим астрофизичким плазмама. Поред

показане примењивости на астрофизичке плазме, резултати су такође примењиви на лабораторијске плазме.

У раду *Non-elastic processes in atom Rydberg-atom collisions: review of art and problems* је показано да радиациони преноси енергије не могу да буду заобиђени у разматрању и да би требало да се укључе у оквиру стандардних модела атмосфера Сунца.

Своје интересовање везано за полупроводничке ласере, кандидат је успешно применио на интерферометрију методом сопственог мешања на диоди. Овакав метод спада у напредене технике коришћене у уређајима који раде на принципу интерферометријског одређивања различитих параметара, као што су промене растојања, брзине, промене концентрације и сл.

### **3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова**

Др Ненад Сакан је активан у педагошком раду и формирању научног подмладка:

- Др Ненад Сакан је био ментор, односно руководио је израдом мастер рада под називом "Унапређење интерферометрије методом сопственог мешања сигнала ласерске диоде" кандидата Неде Бабуцић која је одбрањена на Физичком факултету Универзитета у Београду у септембру 2021. године. (доказ у Прилогу).
- Др Ненад Сакан је био ментор, односно руководио је израдом једног магистарског рада под називом "Процјена утицаја електромагнетног зрачења са базних станица мобилне телефоније на људе и животну средину на подручју града Бања Лука", кандидата Горана Тешановића (доказ у Прилогу).
- Ангажован је у реализацији наставе на Независном Универзитету Бања Лука (НУБЛ) на Факултету за екологију, студијски програм Екологија и Заштита животне средине и заштита на раду од дана 02.10.2009. године па све до данас у својству универзитетског професора на предметима: Физика животне средине, Физика 1, Физика 2, Електромагнетизам и Електромагнетна зрачења. (доказ у Прилогу).
- Учествује у Комисијама за састављање и прегледање задатака на републичким такмичењима ученика средњих и основних школа од 2012. године до данас.

- Са др Мићом Митровићем у име Друштва физичара био је вођа екипе Србије на 45. Међународној олимпијади из физике која је одржана у Астани (Казахстан) 13-21. Јула 2014, где су ученици освојили медаље и похвале (доказ у Прилогу).
- Био је члан комисије за избор у звање Николе Бошковића, др Милоша Влаинића и Биљане Станков на Институту за физику (доказ у Прилогу).
- Објавио је уџбеник под насловом: Sakan N. Fizičke metode merenja (2019). Urednik: Prof.dr Milovan Milutinović NUBL–Nezavisni Univerzitet Banja Luka, Banja Luka, ISBN: 978-99976-43-18-6 који у настави користе студенти Независног Универзитета Бања Лука.

### **3.3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења**

Од избора у претходно звање кандидат има 17 публикованих радова са ISI листе. Теоријски радови др Сакана објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања су базирани на аналитичким прорачунима и комплексним нумеричким симулацијама и имају углавном пет аутора или више, док експериментални радови подразумевају шире колаборације и имају углавном 7 аутора. Бодови за ове радове су нормирани по формули датој у Правилнику, и нормирани број M поена је приказан у табели у прегледу квантитативних резултата. Нормирањем се укупан број бодова M20 радова смањио веома мало, што не мења на битан начин процену резултата кандидата.

### **3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и проектним задацима**

У оквиру пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој бр. 176002, чији је руководилац био др Зоран Симић и који је трајао од 2011 до 2019. године, др Ненад Сакан је руководио пројектним задатком под називом "Оптичке особине густих неидеалних плазми".

### **3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

- Др Ненад Сакан је члан друштва физичара Србије. (доказ у Прилогу)

- Кандидат учествује у раду Државне Комисије за такмичења из физике за ученике основних и средњих школа у оквиру Друштва физичара Србије.
- Учествује у Комисијама за састављање и прегледање задатака на републичким такмичењима ученика средњих и основних школа од 2012. године до данас.
- Са др Мићом Митровићем у име Друштва физичара био је вођа екипе Србије на 45. Међународној олимпијади из физике која је одржана 13-21. Јула 2014, где су ученици освојили медаље и похвале. (доказ у Прилогу)
- Др Ненад Сакан је рецензирао радове у следећим међународним часописима: *Atoms* (издавач MDPI), *Entropy* (издавач MDPI) и *Photonics* (издавач MDPI) – укупно 15 радова у наведена три часописа, затим *Water, Air, & Soil Pollution* (издавач Springer, један рад) и *International Journal of Sediment Research* (издавач Elsevier, један рад). (доказ у Прилогу)
- Кандидат је био члан организационог одбора 25<sup>th</sup> Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August, 30 - September, 3, 2010, Donji Milanovac, Serbia (доказ у Прилогу).

### **3.6. Утицај научних резултата**

У досадашњој каријери др Ненад Сакан је као аутор или коаутор објавио и презентовао 89 библиографских јединица публикованих као поглавља у монографским студијама међународног значаја, у часописима међународног значаја и домаћим часописима, и саопштио на међународним и домаћим конференцијама. До сада је објавио 27 научних радова, од којих 17 после избора у звање научни сарадник. Од 17 радова који су публиковани у овом изборном периоду, 5 радова су категорије M21, 6 радова су категорије M22 и 6 радова су категорије M23. Сума импакт фактора свих радова које је до сада објавио Др Ненад Сакан износи 60,492, односно за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776. У прилогу је листа научних радова са одговарајућом категоријом и ИФ. Треба истаћи и да је рад: Y. N. Gnedin, A.A. Mihajlov, Lj.M. Ignjatović, N.M.Sakan, V.A. Srećković, M.Y. Zakharov, N.N. Bezuglov, A.N. Klycharev (2009): Rydberg atoms in astrophysics. New Astronomy Reviews, 53 (7-10), 258-265, наведен као референца на Википедији под појмом Rydberg atom ([https://en.wikipedia.org/wiki/Rydberg\\_atom](https://en.wikipedia.org/wiki/Rydberg_atom)).

За остале податке видети 2 и 3.1.1.

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

Допринос др Ненада Сакана реализацији радова обухвата све фазе њихове припреме и публиковања, од дефинисања проблема који се истражује, преко концепције и методологије истраживања, учешћа у теоријском и експерименталном истраживању, обради и анализи резултата, до доношења закључака, писања текста рада и вођења коресподенције са часописом. Допринос кандидата реализацији коауторских научних резултата је детаљно описан у деловима 2, 3.1.1. и 3.1.4.

### **3.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности**

Пре одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је одржао следећа предавања:

- Предавање по позиву на међународном скупу: SCSLSA 2005 Vrsac, Serbia, June 06-10, 2005 Nenad Sakan: "The application of the cut-off Coulomb potential for the calculation of a continuous spectra of dense hydrogen plasma" Memorie della Societa' Astronomica Italiana Supplementi (доказ у Прилогу)
- Предавање по позиву на међународном скупу: VI Serbian-Belarusian Symp. on Phys. and Diagn. of Lab. & Astrophys. Plasma, Belgrade, Serbia, 22 - 25 August 2006 eds. M. Ćuk, M.S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 82 (2007), 171-181; Sakan i dr.: "The methods for determination of HF characteristics of nonideal plasma" (доказ у Прилогу)

Након након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је одржао следећа предавања:

- Предавање по позиву на међународном скупу: 25<sup>th</sup> Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases - SPIG 2010, под називом: The calculation of the photo absorption processes in dense hydrogen plasma with the help of Cut-off Coulomb potential model, штампано у: Journal of Physics: Conference Series 257, 012036 (doi:10.1088/1742-6596/257/1/012036). (доказ у Прилогу)
- предавање по позиву под насловом „Моделовање оптичких карактеристика водоникове плазме средње и велике неидеалности одсеченим Кулоновим потенцијалом – додавање нових процеса“ на Одељењу за механику Математичког института САНУ које је одржано 21.12.2016. године (доказ у Прилогу)
- предавање по позиву на међународном скупу: XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas" PDP-13, December 13-17, 2021. Minsk, Belarus, под називом: "The introduction of more complex atoms in a cut-off Coulomb model potential, the Ar I model", штампано у: Proceedings of the XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas". (доказ у Прилогу)

#### 4. Елементи за квантитативну оцену научног доприноса кандидата

Остварени резултати у периоду након претходног избора у звање

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M14	4	4	16	16
M21	8	5	40	38,67
M22	5	6	30	30
M23	3	6	18	17,5
M31	3,5	1	3,5	3,5
M32	1,5	1	1,5	1,5
M33	1	10	10	9,833
M34	0,5	13	6,5	6,357
M51	2	8	16	16
M63	1,0	1	1,0	1,0
M64	0,2	2	0,4	0,4
<b>Сума</b>			<b>143,4</b>	<b>140,76</b>

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање виши научни сарадник

Диференцијални у претходних десет година			
		Неопходно	Остварено
<b>Виши научни сарадник</b>	<b>Укупно</b>	50	<b>140,76</b>
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	40	<b>117,003</b>
Обавезни (2)	M11+M12+M21+M22+M23	30	<b>86,17</b>

## **СПИСАК ОБЈАВЉЕНИХ РАДОВА ДР САКАН НЕНАДА**

Списак објављених радова за период од 2001 до 2021. године (радови објављени у периоду након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање звања научни сарадник су посебно означени са знаком "\*".

### **1. Монографска студија/поглавље у књизи М12 или рад у тематском зборнику међународног значаја - М14**

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања\* (4 × 4 = 16)

\*1. Sakan S, Sakan N, Đorđević D (2015) Evaluation of the possibility of using normalization with cobalt in detection of anthropogenic heavy metals in sediments, in Advances in Chemistry Research, Volume 26, 167-183, Editor: James C. Taylor. Nova Science Publishers, New York, **ISBN: 978-1-63482-508-5**

\*2. Sakan S, Sakan N, Đorđević D (2015) Pollution characteristics and potential ecological risk assessment of heavy metals in river sediments based on calculation of pollution indices, in Advances in Environmental Research, Volume 41, 63-84, Editor: Justin A. Daniels. Nova Science Publishers, New York, **ISBN: 978-1-63482-885-7**

\*3. Sakan, S., Sakan, N., Đorđević, D (2018). Identification, evaluation, and estimation of the levels of potentially harmful trace elements in sediments based on the application of different methods. In Biogeochemistry of Trace elements, Editors: Pokrovsky, O., and Viers, J., Nova Science Publishers, New York, **ISBN: 978-1-53614-244-0**

\*4. Sakan N. Fizičke metode merenja (2019). Urednik: **Prof. dr Milovan Milutinović** NUBL–Nezavisni Univerzitet Banja Luka, Banja Luka,  
**ISBN: 978-99976-43-18-6**

### **2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја; научна критика; уређивање часописа**

#### **2.1. Рад у врхунском међународном часопису – М21**

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (8 × 8 = 64 )

5. A.A. Mihajlov, Z.G. Djuric, V.M. Adamyan, N.M Sakan (2001): High-frequency characteristics of weakly and moderately non-ideal plasmas in an external electric field. Journal of Physics D-Applied Physics, 34 (21), 3139-3144.

Импакт фактор: **1,260 (2001)**

Област: Physics, Applied

6. A.A. Mihajlov, A.M. Ermolaev, Lj.M. Ignjatovic, N.M Sakan (2004): Radiative charge exchange in ion-atom collisions at intermediate impact velocities: spectral characteristics and possibilities of experimental studies, Journal of Physics B-Atomic Molecular and Optical Physics, 37 (18), 3563-3569.

Импакт фактор: **1,761 (2001)**

Област: Optics

7. V.M. Adamyan, Z.G. Djuric, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, I.M. Tkachenko (**2004**): Dynamic characteristics of non-ideal plasmas in an external high frequency electric field. Journal of Physics D-Applied Physics, 37 (14), 1896-1903.

Импакт фактор: **1,642 (2004)**

Област: Physics, Applied

8. V.M. Adamyan, D. Grubor, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Sreckovic, I.M. Tkachenko (**2006**): Optical HF electrical permeability, refractivity and reflectivity of dense non-ideal plasmas. Journal of Physics A-Mathematical and General, 39 (17), 4401-4405.

Импакт фактор: **1,566 (2006)**

Област: Physics, Multidisciplinary

9. I.M. Tkachenko, V.M. Adamyan, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, D.M. Sulic, V.A. Sreckovic (**2006**): Electrical conductivity of dense non-ideal plasmas in external HF electric field. Journal of Physics A-Mathematical and General, 39 (17), 4693-4697.

Импакт фактор: **1,566 (2006)**

Област: Physics, Multidisciplinary

10. A.A. Mihajlov, Lj.M. Ignjatovic, N.M Sakan, M.S. Dimitrijevic (**2007**): The influence of H-2(+) -photo-dissociation and (H+H+)-radiative collisions on the solar atmosphere opacity in UV and VUV regions, Astronomy & Astrophysics, 469 (2), 749-754.

Импакт фактор: **4,259 (2007)**

Област: Physics, Applied

11. S. Jovicevic, N.M Sakan, M.R. Ivkovic, N.M. Konjevic (**2009**): Spectroscopic study of hydrogen Balmer lines in a microwave-induced discharge. Journal of Applied Physics, 105 (1), (<http://dx.doi.org/10.1063/1.3046587>)

Импакт фактор: **2.072 (2009)**

Област: Physics, Applied

12. Lj.M. Ignjatovic, A.A. Mihajlov, N.M Sakan, M.C. Dimitrijevic, A. Metopoulos (**2009**): The total and relative contribution of the relevant absorption processes to the opacity of DB white dwarf atmospheres in the UV and VUV regions, 6. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 396 (4), 2201-2210.

Импакт фактор: **5.103 (2009)**

Област: Astronomy & Astrophysics

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања\* (5 × 8 = 40, односно нормирано 38.67)

\*13. A.A. Mihajlov, N.M Sakan, V.A. Srećković, Y. Vitel (**2011**): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 44, 095502 (17pp)

Импакт фактор: **1.564 (2009)**

Област: Physics, Mathematical и Physics, Multidisciplinary

\*14. N. Konjević, M. Ivković, N. Sakan (**2012**). Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics (Review). Spectrochimica Acta Part B 76, 16-26. (pregledni članak)

Импакт фактор: **3.552 (2010)**

Област: Physics, Mathematical и Physics, Multidisciplinary

\*15. S. Sakan, A. Popović, S. Škrivanj, N. Sakan, D. Đorđević (2016) Comparison of single extraction procedures and the application of an index for the assessment of heavy metal bioavailability in river sediments. Environmental Science and Pollution Research, 23 (21), 21485-21500, DOI 10.1007/s11356-016-7341-6)

Импакт фактор: **2.828 (2014)**

Област: Environmental Sciences

\*16. Srećković V. A., Sakan N., Šulić D., Jevremović D., Ignjatović Lj. M. and Dimitrijević M. S. (2018) Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dense hydrogen-like stellar plasma. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 475 (1), 1131-1136  
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stx3237>; **норм. 6.67**

Импакт фактор: **5.194 (2017)**

Област: Astronomy & Astrophysics

\*17. Simić Z., Sakan N. (2020) The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d transitions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 491 (3), 4382-4386 .

Импакт фактор: **5.356 (2020)**

Област: Astronomy & Astrophysics

## **2.2. Рад у истакнутом међународном часопису – М 22**

Објављени пре претходног избора у звање (2 × 5 = 10, односно нормирано 9,17 )

18. V.M. Adamyan, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Sreckovic, I.M. Tkachenko (2009): The dynamic conductivity of strongly non-ideal plasmas: is the Drude model valid? Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical, 42, doi: 10.1088/1751-8113/42/21/214005

Импакт фактор: **1.577 (2009)**

Област: Physics, Mathematical и Physics, Multidisciplinary

19.Y. N. Gnedin, A.A. Mihajlov, Lj.M. Ignjatović, N.M. Sakan, V.A. Srećković, M.Y. Zakharov, N.N. Bezuglov, A.N. Klycharev (2009): Rydberg atoms in astrophysics. New Astronomy Reviews, 53 (7-10), 258-265. **норм. 4.17**

Импакт фактор: **1.080 (2007)**

Област: Astronomy & Astrophysics

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (6 × 5 = 30)

\*20. S. Sakan, G.Dević, D. Relić, I. Anđelković, N. Sakan, D. Đorđević (2014): Risk assessment of trace element contamination in river sediments in Serbia using pollution indices and statistical methods: a pilot study. Environmental Earth Sciences 73, 6625-6638

Импакт фактор: **1.765 (2014)**

Област: Environmental Sciences, Geosciences, Multidisciplinary и Water Resources

\*21. S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Andelković, N. Sakan, D. Đorđević (2015): Environmental assessment of heavy metal pollution in freshwater sediment, Serbia. Clean - Soil, Air, Water 43, 838-845.

Импакт фактор: **1.945 (2014)**

Област: **Environmental Sciences 100/223 (M22); Water Resources 23/83 (M21)**

\*22. S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Andelković, N. Sakan, D. Đorđević (2015): Evaluation of sediment contamination with heavy metals: the importance of determining appropriate background content and suitable element for normalization. Environmental Geochemistry and Health 37, 97-113

Импакт фактор: **2.566 (2014)**

Област: **Environmental Sciences 70/223 (M22); Water Resources 12/83 (M21)**

\*23. Sakan S, Sakan N., Andelković, I., Trifunović, S., Đorđević, D. (2017) Study of potential harmful elements (arsenic, mercury and selenium) in surface sediments from Serbian rivers and artificial lakes. Journal of Geochemical Exploration 180, 24-34

Импакт фактор: **2.858 (2017)**

Област: **Geochemistry & Geophysics**

\*24. S. Sakan, N. Sakan, A. Popović, S. Škrivanj, D. Đorđević (2019) Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ecological risk of potential toxic elements in sediments using Monte Carlo Simulations. Molecules 24, 2145; doi:10.3390/molecules24112145

Импакт фактор: **3.098 (2017)**

Област: **Chemistry, Multidisciplinary**

\*25. S. Sakan, S. Francišković-Bilinski, D. Đorđević, A. Popović, N. Sakan, S. Škrivanj, H. Bilinski (2021) Evaluation of Element Mobility in River Sediment Using Different Single Extraction Procedures and Assessment of Probabilistic Ecological Risk. Water 13, 1411.

Импакт фактор: **3.103 (2020)**

Област: **Environmental Science 135/274 (M22)**

### **2.3. Рад у међународном часопису – M23**

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (6 × 3 = 18, односно нормирано 17,5)

\*26. A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Srećković, Y. Vitel (2011): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense hydrogen plasma. Baltic Astronomy 17, 1-6

Импакт фактор: **1.032 (2009)**

Област: **Astronomy & Astrophysics**

\*27. S.M. Sakan, N.M. Sakan, D.S. Đorđević (2013): Trace element study in Tisa River and Danube alluvial sediment in Serbia. International Journal of Sediment Research 28, 234-245.

Импакт фактор: **1.082 (2011)**

Област: **Environmental Science 138/205 – (M23); Water Resources 40/78 (M22)**

\*28. A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, Lj.M. Ignjatović, A.N. Klyucharev, M.S. Dimitrijević, N.M. Sakan (2015): Non-elastic processes in atom Rydberg-atom collisions: review of art and problems. Journal of Astrophysics and Astronomy 36, 623-634; **норм. 2.50**

Импакт фактор: **0.711 (2014)**  
Област: Astronomy & Astrophysics

\*29. A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, N.M. Sakan (2015): Inverse Bremsstrahlung in astrophysical plasmas: the absorption coefficients and Graunt factors. Journal of Astrophysics and Astronomy 36, 635-642 (pregledni članak)

Импакт фактор: **0.711 (2014)**  
Област: Astronomy & Astrophysics

\*30. M.A. Boulahlib, M. Milinović, M. Bendjaballah, O. Jeremić, N.M. Sakan (2017): Software/hardware design of decision-making controllers for object navigation in horizontal plane. Technical Gazette 30(3), 307-314. DOI: 10.17559/TV-20160408195923

Импакт фактор: **0.686 (2017)**  
Област: Engineering, Multidisciplinary

\*31. M. S. Dimitrijević, V. A. Srećković, N. M. Sakan, N. N. Bezuglov, A. N. Klyucharev (2018) Free-Free Absorption in Solar Atmosphere, Geomagnetism and Aeronomy, 2018, Vol. 58, No. 8, pp. 1067–1072, (IF=0.555) DOI: 10.1134/S0016793218080054

Импакт фактор: **0.555 (2017)**  
Област: Geomagnetism and Aeronomy

### **3. Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини - М31**

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (1 × 3,5 = 3,5) од тога

\*32. N.M. Sakan, Z. Simić (2021). The introduction of more complex atoms in a cut-off Coulomb model potential, the Ar I model. Proceedings of the XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas" PDP-13, December 13-17, 2021. Minsk, Belarus, 38-41

### **4. Предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу – М32**

Објављени пре претходног избора у звање (1 × 1,5 = 1,5)

33. N.M. Sakan, V.A. Sreckovic, V.M. Adamyan, I.M. Tkachenko, A.A. Mihajlov (**2007**): The methods for determination of HF characteristics of nonideal plasma. VI Serbian-Belarus Symp. Plasma, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006. Eds. M. Ćuk, M.S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 82, 171-181

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (1 × 1,5 = 1,5)

\*34. N.M. Sakan (2010). The calculation of the photo absorption processes in dense hydrogen plasma with the help of Cut-off Coulomb potential model. 25<sup>th</sup> Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases—SPIG 2010. Published in Journal of Physics: Conference Series 257, 012036 (doi:10.1088/1742-6596/257/1/012036)

### **5. Саопштење са међународног скупа штампано у целини – М33**

Објављени пре претходног избора у звање (10 × 1 = 10)

35. N.M. Sisovic, B. Kantar, N.M. Sakan, M. Platisa (2002) The determination of isotope composition of inert gas plasma by the deconvolution of Fabry-Perot interferograms, APPLIED PHYSICS IN SERBIA-APS, Belgrade , 27-29. May, 151-154 (Proceedings Paper)
36. V.M. Adamyan, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Srećković, I.M. Tkackenko (2004): The modified RPA conductivity of dense two-component strongly ionized plasma, 22nd SPIG
37. N.M. Sakan, A.A. Mihajlov (2004): The calculation of optical properties of dense hydrogen plasma on the based on cut-off Coulomb potential, 22<sup>nd</sup> SPIG
38. N.M. Sakan, V.A. Srećković, A.A. Mihajlov (2005): The application of the cut-off Coulomb potential for the calculation of a continuous spectra of dense hydrogen plasma, 5<sup>th</sup> SCSLSA, Vršac, Serbia, June -6-10. Mem. S.A.It. Suppl. Vol. 7, 221
39. S. Jovičević, N. Sakan, M. Ivković, N. Konjević (2006): Excess broadening of a hydrogen Balmer lines in a microwave induced discharge, 23<sup>rd</sup> SPIG, 2006
40. V.M. Adamyan, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Srećković, I.M. Tkackenko (2006): The conductivity of extremely dense fully ionized hydrogen plasmas in an external HF electric field, 23<sup>rd</sup> SPIG, 2006
41. Mihajlov Anatolij A, Sakan Nenad M, Sreckovic Vladimir A (2007) The modeling of the continuous emission spectrum of a dense non-ideal plasma in optical region, 6<sup>th</sup> SCSLSA Sremski Karlovci, Serbia, June 11-15, str. 262-267 (Proceedings Paper)
42. N.M. Sakan, V.A. Sreckovic, V.M. Adamyan, I.M. Tkachenko, A.A. Mihajlov (2007) The methods for determination of HF characteristics of non-ideal plasma. PDP Symp. On Phys. And Diagn. Of Lab. & Astrophys. Plasma, belgrade, serbia, 22-25 August 2006 (Eds. M. Ćuk, MS Dimitrijević, J. Purić, N.Milovanović), Publ. Astron. Obs. Belgrade No 82 (2007), p.171-181
43. N.M. Sakan, A.A. Mihajlov, V.A. Sreckovic (2007): Cut-off Coulomb Potential As A Model Potential For Dense Hydrogen Plasma Free-free And Bond-free Photoabsorption Calculations, XVIIITH SYMPOSIUM ON PHYSICS OF SWITCHING ARC, VOL 1: CONTRIBUTED PAPERS, September 10-13, str. 185-188 (Proceedings Paper)
44. I.M. Tkachenko, V.M. Adamyan, N.M. Sakan, A.A. Mihajlov, V. Srećković (2008) The HF characteristics of strongly non ideal plasma in an external HF electric field. PDP Symposium on Physics and Diagnostic of Laboratory and Astrophysical Plasma, Minsk, Belarusia

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (10 × 1 = 10; норм. = 9,833)

\*45. Lj.M. Ignjatović, A.A. Mihajlov, A. Metopoulos, N. M. Sakan, M.S. Dimitrijević (2010). The contribution of the absorption processes to the opacity of DB white dwarf atmospheres in UV and VUV regions. AIP Conference Proceedings 1203, 121-126 (7th International Conference of the Balkan Physical Union; Alexandroupolis; Greece; 9 September 2009 through 13 September 2009; Code 79345)

\*46. N. M. Sakan, A. A. Mihajlov, V. A. Srećković (2014): Inverse Bremsstrahlung absorption coefficients for dense hydrogen plasma in cut-off Coloumb potential model. str. 513-516. 27<sup>th</sup> Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases. August 26-29, Belgrade, Serbia

\*47. S. Marković, M. Milinović, N. Sakan (2014): Software and hardware simulator for the discrete multi-parametric decision flight system. 6<sup>th</sup> International Scientific Conference of Deffensive technologies, OTEH 2014, Belgrade, Serbia, 9-10. October 2014

\*48. S. Sakan, D. Đorđević, N. Sakan (2015) Assessment of pollution with toxic elements in river sediments by calculating factors of contamination and application of statistical methods. Izazovi razvoja do 2020. Godine. Međunarodna naučna konferencija. Maj 2015, štampano u tematskom broju Svaroga, časopisa za društvene i prirodne nauke

\*49. N. M. Sakan, V. A. Srećković, A. A. Mihajlov (2016): Bond-bound state transitions in the frame of Coloumb cut-off model potential. 28<sup>th</sup> Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases. Aug. 29-Sep.2, Belgrade, Serbia, Book of Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports (Eds. Dragana Marić, Aleksandar R. Milosavljević, Bratislav Obradović and Goran Poparić) p. 425-428 ISBN 978-86-84539-14-6  
<http://spig2016.ipb.ac.rs/spig2016-book-online.pdf>

\*50. S. Marković, M. Milinović, N. Sakan (2016): Strategy implementation of dual-semi-active radar homing guidance with coupling of tandem guided and leading missile of air defence missile system on real maneuvering target. 7<sup>th</sup> International scientific conference on defensive technologies OTEH 2016, Belgrade, Serbia, 6-7. October 2016

\*51. A A Mihajlov, V A Srećković, N M Sakan, Lj M Ignjatovic, Z Simic and M S Dimitrijevic The inverse bremsstrahlung absorption coefficients and Gaunt factors in astrophysical plasmas 23rd ICSLS, Torun, 2017 Journal of Physics: Conference Series, Volume 810, Number 1 012058(4pp), doi:10.1088/1742-6596/810/1/012059 **норм. 0.833**

\*52. Nenad M. Sakan, Vladimir A. Srećković, Zoran J. Simić and Milan S. Dimitrijević Photoabsorption Cross Section of a Dense Hydrogen Plasma, Model Method, 29 Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases: SPIG, Belgrade, August 2018, Book of Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures and Progress Reports (Eds G. Poparić, B. Obradović, D. Borka and M. Rajković), p. 297-300, ISBN 978-86-7306-146-7,  
<http://spig2018.ipb.ac.rs/SPIG2018book-online.pdf>

\*53. Nenad M. Sakan, Vladimir A. Srećković, Zoran J. Simić and Milan S. Dimitrijević. The work on inclusion of the bound-bound optical transition process within the frame of the cut-off coulomb potential model – main numerical error sources, August 2018, Conference XII PDP: Belgrade, Serbia 27-31 August 2018, p.75-78, ISBN: 978-86-84539-21-4

\*54. Nenad M. Sakan, Zoran J. Simić. Numerov method analysis with a goal of application of complex plasma models, Contributed papers & abstracts of invited lectures and progress reports, 99, pp. 311 - 314, 0373-3742, 978-86-80019-94-9, Šabac, 24. Aug - 28. Apr, 2020

## 6. Саопштење са међународног скупа штампано у изводу – М34

Објављени пре претходног избора у званије (9 × 0,5 = 4,5)

55. A. Mihajlov, N. Sakan (2003): Modelling of the optical spectrum of absorption for the non ideal hydrogen or quasi-hydrogen plasma within cut-off coulomb potential approximation, IV SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES (IV SCSLS), 10-15 October, Arandjelovac, Serbia, 45-45 (Proceedings Paper)

56. I.M. Tkachenko, V.M. Adamyan, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, D. Šulić, V.A. Sreckovic (2005) Electrical conductivity of dense non-ideal plasmas in external HF electric field. International Conference on Strongly Coupled Coulomb Systems. Moscow, Russia. Book of Abstracts, p.93

57. V.M. Adamyan, Grubor D, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Sreckovic, I.M. Tkachenko (2005) Optical HF electrical permeability, refractivity and reflectivity of dense non-ideal plasmas. International Conference on Strongly Coupled Coulomb Systems. Moscow, Russia. Book of Abstracts, p.93

58. N.M. Sakan, A.A. Mihajlov, V.A. Sreckovic (2006) Dynamic conductivity of extremly dense plasmas. Twelfth Conference on Physics of non-ideal plasmas (PNP12); Darmstadt, Germany

59. V.A. Sreckovic, I.M. Tkachenko, V.M. Adamyan, N.M. Sakan, D. Šulić, A.A. Mihajlov (2007) Electrical conductivity of strongly non-ideal plasma in external HF electric field. SCCS 2008. International Conference on strongly coupled Coulomb Systems. Camerino Italy, Book of Abstracts p.15

60. V.A. Sreckovic, V.M. Adamyan, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, I.M. Tkachenko (2007) High-frequency characteristics of strongly non-ideal plasma in external HF electric field. SCCS 2008. International Conference on strongly coupled Coulomb Systems. Camerino Italy, Book of Abstracts p.15

61. Srećković V.A., Tkachenko I.M., Adamyan V.M., Sakan N.M., Šulic D., Mihajlov A.A. Electrical conductivity of strongly non-ideal plasma in external HF electric field. SCCS2008, International Conference on Strongly Coupled Coulomb Systems; 2008; Camerino Italy, Book of Abstracts p.15

62. N.M. Sakan, A.A. Mihajlov, Lj.M. Ignjatović, V.A. Srećković (2009): The modeling of continuous absorption spectra of dense hydrogen plasma on the base of the cut-off Coulomb potential. PNP 13, Moscow, Chernogolovka, Russia, September 13-18

63. Lj.M. Ignjatović, A.A. Mihajlov, N. M. Sakan, V. A. Srećković, M.S. Dimitrijević, D. Jevremović (2009) The chemi-ionization processes in the solar photosphere (IL) VII SCSLSA, Conference on spectral line shapes in astrophysics; Zrenjanin, Serbia. Book of Abstracts, p.18

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног званија (13 × 0,5 = 6,5; норм. = 6,357)

\*64. N. M. Sakan, M. Ivković, J.D. Drake, S. Popović, L. Vuskovic (2010): Flowing discharges in Ar-H<sub>2</sub> mixtures. 20<sup>th</sup> ESCAMPING, 13-17 July, Novi Sad, Serbia, P3.39

\*65. Mihajlov A.A., Sakan N.M., Srećković V.A., Vitel Y.V. (2011) The modeling of the continuous absorption of EM radiation in hydrogen plasmas with electron densities about 5 10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup> - 1.5 10<sup>19</sup>cm<sup>-3</sup> and temperatures about 1.6 10<sup>4</sup> K - 2.5 10<sup>4</sup> K. VIII SCSLSA, Conference on spectral line shapes in astrophysics 6-10 June 2011, Divcibare, Serbia Book of Abstracts, (Eds L.C Popovic, D Jevremovic and D Ilic) Astronomical Observatory Belgrade 2011. p. 56. ISBN 978-86-80019-44-4

\*66. N. Sakan (2014): HF characteristics of the astrophysical plasmas of the astrophysical plasmas. XVII National Conference of astronomers of Serbia. str. P.85 23-27 September 2014, Belgrade, Serbia

\*67. A. A. Mihajlov, N. M. Sakan and V. A. (2015) Srećković, The Inverse bremsstrahlung in astrophysical plasmas: the absorption coefficients and Gaunt factors, The book of abstracts 10th SCSLSA, June 15-19, Srebrno jezero, 2015, Eds. L.C. Popović, M.S. Dimitrijević, Sasa Simić, p.49, ISBN 978-86-80019-70-3

\*68. A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, N.M.Sakan, M.S. Dimitrijević (2016) Inverse bremsstrahlung in characteristic in DWARF atmospheres: the absorption coefficients and Gaunt factors. X Serbian-Bulgarian Astronomical Conference (X SBAC). May 30-June 3, Belgrade, Serbia. Book of Abstracts, Eds. M.S. Dimitrijević and M.K. Tsetkov, Astronomical Observatory, P.72

\*69. V.A. Srećković, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, Lj.M. Ignjatović, M.S. Dimitrijević, D. Jevremović, V. Vujičić (**2016**) HF electric properties of the astrophysical plasmas. X Serbian-Bulgarian Astronomical Conference (X SBAC). May 30-June 3, Belgrade, Serbia. Book of Abstracts, Eds. M.S. Dimitrijević and M.K. Tsetkov, Astronomical Observatory, P. 81 **норм. 0.357**

\*70. A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, N.M. Sakan, M.S. Dimitrijević (**2016**) The inverse bremsstrahlung absorption coefficients and Gaunt factors in astrophysical plasmas. 23<sup>rd</sup> International Conference on Spectral Line Shapes. June 19-24, Torun, Poland, P.183

\*71. Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković, Nenad M. Sakan, Free-free absorption coefficients in solar atmosphere (#103) EWASS 2017, 26-30 June, Prague, Czech Republic <http://ewass.kuoni-congress.info/programme/pdf/EWASS-2017-programme.pdf>

\*72. N.M. Sakan, V.A. Srećković, Z. Simic and M.S. Dimitrijevic The application of the cut-off coulomb model potential for the calculation of bound - bound state transitions, 11th SCSLSA Šabac, Serbia, August 21-25, 2017, The book of abstracts Eds. Luka Č. Popović, Andjelka Kovačević and Saša Simić, ISBN 978-86-80019-82-6, p. 79

\*73. V.A. Srećković, M.S. Dimitrijevic, Z. Simic and N.M. Sakan The cross sections and the rate coefficients of the free-free absorption processes in stellar atmospheres, 11th SCSLSA Šabac, Serbia, August 21-25, 2017, The book of abstracts Eds. Luka Č. Popović, Andjelka Kovačević and Saša Simić, p. 80, ISBN 978-86-80019-82-6

\*74. N. M. Sakan, V. A. Srećković, Z. Simić, M. S. Dimitrijević, Free-free absorption coefficients in white dwarf atmosphere, International Conference Strongly Coupled Coulomb Systems 30 July – 4 August 2017, Kiel, Germany, The book of abstracts p.133

\*75. V. A. Srećković, N. M. Sakan, Z. Simić, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević, HF electric properties of the astrophysical plasmas under extreme conditions, International Conference Strongly Coupled Coulomb Systems 30 July – 4 August 2017, Kiel, Germany, The book of abstracts p.134

\*76. Bogomaz, A.A., Pinchuk, M.E., Budin, A.V., Leks, A.G., Sakan, N.M (2019) Comparison of megaampere channel temperature value measured by different methods at its maximal contraction in high density gas. XXXIV International Conference on interaction of Intense Energy Fluxes with Matter, March 1-6, 2019. Elbrus, Kabardino-Balkaria, Russia. Book of Abstracts, 336, **ISBN 978-5-6040595-9-3**

\*77. Sakan, N.M., Simić, Z., Dechev, M (**2021**) The optical properties of hydrogen plasma described in the frame of the fully quantum method based on a cut-off Coulomb model potential. 16<sup>th</sup> ESPM – European Solar Physics meeting, 6-10 September, online

## 7. Рад у часопису националног значаја - М51

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног званија (8 × 2 = 16)

\*78. A. A. Mihajlov, N. M. Sakan and V. A. Sreković (2017) HF characteristics of the astrophysical plasmas, Publ AOB, No. 96, p. 179-182 <http://publications.aob.rs/96/pdf/179-182.pdf>

\*79. N. Sakan, Vladimir A. Srećković, Z. Simic, Milan S. Dimitrijević (2018) The Application of the CutOff Coulomb Model Potential for the Calculation of Bound-Bound State Transitions, Atoms, MDPI, 6,4, <https://doi.org/10.3390/atoms6010004> Special Issue: Spectral Line Shapes in Astrophysics and Related Topics

\*80. N. M. Sakan, V. A. Srećković, Z. Simić and M. S. Dimitrijević (2018) The spectral coefficients of absorption processes in dense strongly ionized astrophysical plasmas Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 98, p. 325-328 <http://publications.aob.rs/98/pdf/325-328.pdf>

\*81. V.A. Srećković, A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, Lj.M. Ignjatovic, M.S. Dimitrijevic, D. Jevremovic, V. Vujsic (2018) HF electric properties of the astrophysical plasmas Astronomical and Astrophysical Transactions (AApTr) ISSN: 10556796, Vol. 30, Issue 3, pages 307 - 314 норм. 1.429

\*82. A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, N.M. Sakan, M.S. Dimitrijevic (2018) Inverse bremsstrahlung in dwarf atmospheres: the absorption coefficients and Gaunt factors Astronomical and Astrophysical Transactions (AApTr) ISSN: 10556796 Vol. 30, Issue 3, pages 291 – 298

\*83. Bogomaz, A.A., Pinchuk, M.E., Budin, A.V., Leks, A.G., Sakan, N.M. (2020) Comparison of megaampere channel temperature value measured by different methods at its maximal contraction in high density hydrogen. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1556(1), 012082

\*84. Simić, Z., Sakan, N.M., Milovanović, N., Martinović, M (2021) Singly ionized Iridium spectral lines in the atmosphere of hot stars. International Astronomy and astrophysics Research Journal. 3(2), 33-47.

\*85. Simić, Z., Sakan, N.M. (2021) Stark widths and shifts of Rh II in chemically peculiar stars. International Astronomy and astrophysics Research Journal. 3(3), 37-48.

## 8. Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини – М 63

Објављени пре претходног избора у звање (1 × 1,0 = 1,0)

86. N. Sakan, A.A. Mihajlov, V.A. Srećković (2004) Određivanje HF karakteristika potpuno jonizovane plazme povećane neidealnosti. XI Kongres fizicara Srbije i Crne Gore, Petrovac na moru.

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (1 × 1,0 = 1,0)

\*87. S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Andđelković, N. Sakan, D. Đordjević (2013): Faktor obogaćenja i indeks geoakumulacije u proceni kontaminacije rečnih sedimenata. str. 43–52, Naučno–stručna konferencija sa međunarodnim učešćem: "Zaštita životne sredine između nauke i prakse–stanje i perspektive", Zbornik radova, Banja Luka 13. decembar 2013. ISBN 978–99938–846–6–8; COBISS: BH–ID 4038424

## 9. Саопштења са скупова националног значаја штампано у изводу – М 64

Објављени пре претходног избора у звање (1 × 0,2 = 0,2)

88. Sakan N.M., Mihajlov A.A., Srećković V.A. Odredjivanje HF karakteristika potpuno jonizovane plazme povećane neidealnosti. XI kongres fizicara Srbije i Crne Gore; 2004; Petrovac na Moru (Eds. Nikola Konjević, Borko Vujićić and Predrag Miranović)

Објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (2 × 0,2 = 0,4)

\*89. N. M. Sakan, V. A. Srećković, Z. Simic and M. S. Dimitrijevic, The spectral coefficients of absorption processes in dense strongly ionized astrophysical plasmas XVIII SAC 17-21 October 2017,

Belgrade, Serbia Book of abstracts, eds. L. ·C. Popovic, D. Urosevic and R. Pavlovic Astronomical Observatory and Faculty of Mathematics, Belgrade, 2017, p.95, ISBN 978-86-80019-85-7

\*90. N. M. Sakan, V. A. Srećković, Z. Simić and M. S. Dimitrijević, The optical characteristics of dense, strongly ionized hydrogen plasma, applicable in astrophysical objects, XVIII SAC 17-21 October 2017, Belgrade, Serbia Book of abstracts, eds. L. ·C. Popovic, D. Urosevic and R. Pavlovic Astronomical Observatory and Faculty of Mathematics, Belgrade, 2017, p.96, ISBN 978-86-80019-85-7

## **10. Одбрањена докторска дисертација – М 70**

91. N. Sakan (**2009**): Modeliranje optičkog kontinuiranog spektra guste jako jonizovane plazme u aproksimaciji odsečenog Kulonovog potencijala. Fizički fakultet, Univerzitet u Beogradu

*\* радови објављени након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања (2010)*

*\*\* радови објављени у претходних 10 година*

### **Импакт фактори часописа у којима су публиковани радови**

Целокупна истраживачка каријера: **60,492**

Након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања: **38,776**



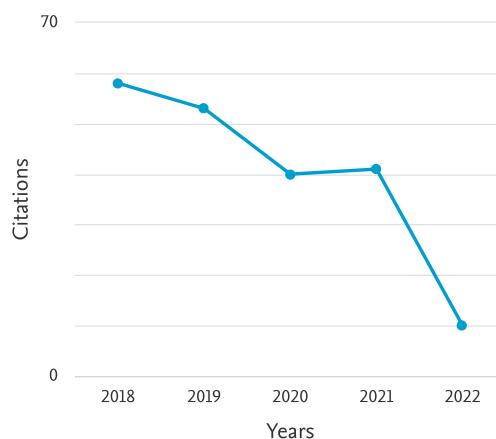
# Citation overview

[Back to author results](#)[Export](#) [Print](#)

This is an overview of citations for this author.

Author *h*-index : 11 [View \*h\*-graph](#) [?](#)

## 39 Cited Documents from "Sakan, Nenad M." [+ Add to list](#)

Date range: 2018 [▼](#) to 2022 [▼](#) Exclude self citations of selected author Exclude self citations of all authors Exclude citations from books[Update](#)Sort on: [Date \(newest\)](#) [▼](#) Page  Remove

Documents	Citations	<2018		2018		2019		2020		2021		2022		Subtotal		>2022		Total
		Total	182	58	53	40	41	10	202	0	2	2	0	202	0	384		
<input type="checkbox"/> 1 Evaluation of element mobility in river sediment using diffe...	2021													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 2 Comparison of megaampere channel temperature value measured ...	2020													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 3 The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d trans...	2020													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 4 Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ec...	2019													2		2	2	
<input type="checkbox"/> 5 Free-Free Absorption in Solar Atmosphere	2018													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 6 Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dens...	2018													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 7 The application of the cut-offCoulomb model potential for th...	2018													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 8 HF electric properties of the astrophysical plasmas	2018													0		0	0	
<input type="checkbox"/> 9 Inverse bremsstrahlung in dwarf atmospheres: The absorption ...	2018													0		0	0	

Documents		Citations	<2018	2018	2019	2020	2021	2022	Subtotal	>2022	Total
			Total	182	58	53	40	41			
<input type="checkbox"/> 10	[Software/hardware design of decision-making controllers for...	2017							0	0	0
<input type="checkbox"/> 11	Study of potential harmful elements (arsenic, mercury and se...	2017		2			3	1	<b>6</b>	<b>6</b>	
<input type="checkbox"/> 12	The inverse bremsstrahlung absorption coefficients and Gaunt...	2017		1					0	1	
<input type="checkbox"/> 13	Comparison of single extraction procedures and the applicati...	2016		2	4	4	1	4		<b>13</b>	<b>15</b>
<input type="checkbox"/> 14	Inverse Bremsstrahlung in Astrophysical Plasmas: The Absorpt...	2015		2	4				4	6	
<input type="checkbox"/> 15	Non-Elastic Processes in Atom Rydberg-Atom Collisions: Revie...	2015		1	4				4	5	
<input type="checkbox"/> 16	Pollution characteristics and potential ecological risk asse...	2015						1	1	1	
<input type="checkbox"/> 17	Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution in Freshwa...	2015	6	1	2	1	1		5	11	
<input type="checkbox"/> 18	Risk assessment of trace element contamination in river sedi...	2015	7	2	6	3	3		14	21	
<input type="checkbox"/> 19	Evaluation of sediment contamination with heavy metals: the ...	2015	14	6	8	3	8	1	<b>26</b>	<b>40</b>	
<input type="checkbox"/> 20	Evaluation of the possibility of using normalization with co...	2015		1	1	4			5	6	
<input type="checkbox"/> 21	Hf characteristics of the astrophysical plasmas	2014							0	0	
<input type="checkbox"/> 22	Trace element study in Tisa River and Danube alluvial sedime...	2013	12	1	3	3	5		<b>12</b>	<b>24</b>	
<input type="checkbox"/> 23	Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma...	2012	47	12	19	18	12	5	<b>66</b>	<b>113</b>	
<input type="checkbox"/> 24	Modeling of continuous absorption of electromagnetic radiati...	2011		7	4	1	2		7	14	
<input type="checkbox"/> 25	Modeling of the continuous absorption of electromagnetic rad...	2011		6	3	1	1		5	11	
<input type="checkbox"/> 26	The contribution of the absorption processes to the opacity ...	2010							0	0	
<input type="checkbox"/> 27	The calculation of the photo absorption processes in dense h...	2010			1				1	1	
<input type="checkbox"/> 28	The dynamic conductivity of strongly non-ideal plasmas: Is t...	2009		4	2				2	6	
<input type="checkbox"/> 29	Spectroscopic study of hydrogen Balmer lines in a microwave-...	2009		7		1		1	2	9	
<input type="checkbox"/> 30	Rydberg atoms in astrophysics	2009	11	7	4	5	3	1	<b>20</b>	<b>31</b>	
<input type="checkbox"/> 31	The total and relative contribution of the relevant absorpti...	2009	13	1		1			2	15	
<input type="checkbox"/> 32	The modeling of the continuous emission spectrum of a dense ...	2007							0	0	
<input type="checkbox"/> 33	The influence of H <sub>2</sub> <sup>+</sup> -photo-dissociati...	2007	19	1		1			2	21	
<input type="checkbox"/> 34	Cut-off Coulomb potential as a model potential for dense hyd...	2007							0	0	
<input type="checkbox"/> 35	Electrical conductivity of dense non-ideal plasmas in extern...	2006		4	1				1	5	
<input type="checkbox"/> 36	Optical HF electrical permeability, refractivity and reflect...	2006		3	1		1		2	5	
<input type="checkbox"/> 37	Radiative charge exchange in ion-atom collisions at intermed...	2004							0	0	
<input type="checkbox"/> 38	Dynamic characteristics of non-ideal plasmas in an external ...	2004		8					0	8	
<input type="checkbox"/> 39	High-frequency characteristics of weakly and moderately non-...	2001		7					0	7	

Display:  ▼ results per page

1

^ Top of page

## About Scopus

[What is Scopus](#)

[Content coverage](#)

[Scopus blog](#)

[Scopus API](#)

[Privacy matters](#)

## Language

[日本語に切り替える](#)

[切换到简体中文](#)

[切換到繁體中文](#)

[Русский язык](#)

## Customer Service

[Help](#)

[Tutorials](#)

[Contact us](#)

---

**ELSEVIER**

[Terms and conditions](#) ↗ [Privacy policy](#) ↗

Copyright © Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.

We use cookies to help provide and enhance our service and tailor content. By continuing, you agree to the use of cookies.





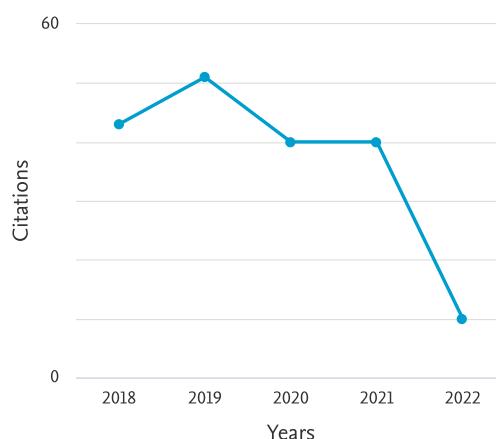
# Citation overview

Self citations of selected authors are excluded. X[Back to author results](#)[Export](#) [Print](#)

This is an overview of citations for this author.

Author *h*-index : 9 View *h*-graph [?](#)

## 39 Cited Documents from "Sakan, Nenad M." [+ Add to list](#)

Date range: 2018 to 2022
 Exclude self citations of selected author  
  Exclude self citations of all authors  
  Exclude citations from books Update
Sort on: Date (newest) ▼
 Page  Remove

Documents	Citations	<2018	2018	2019	2020	2021	2022	Subtotal	>2022	Total
	Total	153	43	51	40	40	10	184	0	337
<input type="checkbox"/> 1 Evaluation of element mobility in river sediment using diffe...	2021							0	0	0
<input type="checkbox"/> 2 Comparison of megaampere channel temperature value measured ...	2020							0	0	0
<input type="checkbox"/> 3 The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d trans...	2020							0	0	0
<input type="checkbox"/> 4 Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ec...	2019					2		2	2	2
<input type="checkbox"/> 5 Free-Free Absorption in Solar Atmosphere	2018							0	0	0
<input type="checkbox"/> 6 Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dens...	2018							0	0	0
<input type="checkbox"/> 7 The application of the cut-offCoulomb model potential for th...	2018							0	0	0

Documents		Citations	<2018	2018	2019	2020	2021	2022	Subtotal	>2022	Total
			Total	153	43	51	40	40			
<input type="checkbox"/> 8	HF electric properties of the astrophysical plasmas	2018							0	0	0
<input type="checkbox"/> 9	Inverse bremsstrahlung in dwarf atmospheres: The absorption ...	2018							0	0	0
<input type="checkbox"/> 10	[Software/hardware design of decision-making controllers for...	2017							0	0	0
<input type="checkbox"/> 11	Study of potential harmful elements (arsenic, mercury and se...	2017		2			3	1	6	6	6
<input type="checkbox"/> 12	The inverse bremsstrahlung absorption coefficients and Gaunt...	2017		1					0	1	1
<input type="checkbox"/> 13	Comparison of single extraction procedures and the applicati...	2016		2	4	4	1	3	12	14	14
<input type="checkbox"/> 14	Inverse Bremsstrahlung in Astrophysical Plasmas: The Absorpt...	2015		1					0	1	1
<input type="checkbox"/> 15	Non-Elastic Processes in Atom Rydberg-Atom Collisions: Revie...	2015		1	4				4	5	5
<input type="checkbox"/> 16	Pollution characteristics and potential ecological risk asse...	2015						1	1	1	1
<input type="checkbox"/> 17	Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution in Freshwa...	2015		3	1	2	1	1	5	8	8
<input type="checkbox"/> 18	Risk assessment of trace element contamination in river sedi...	2015		5	2	5	3	3	13	18	18
<input type="checkbox"/> 19	Evaluation of sediment contamination with heavy metals: the ...	2015		11	6	8	3	8	1	26	37
<input type="checkbox"/> 20	Evaluation of the possibility of using normalization with co...	2015		1	1	4			5	6	6
<input type="checkbox"/> 21	Hf characteristics of the astrophysical plasmas	2014							0	0	0
<input type="checkbox"/> 22	Trace element study in Tisa River and Danube alluvial sedime...	2013		12	1	2	3	5	11	23	23
<input type="checkbox"/> 23	Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma...	2012		47	11	19	18	12	5	65	112
<input type="checkbox"/> 24	Modeling of continuous absorption of electromagnetic radiati...	2011		5		1	2		3	8	8
<input type="checkbox"/> 25	Modeling of the continuous absorption of electromagnetic rad...	2011		4		1	1		2	6	6
<input type="checkbox"/> 26	The contribution of the absorption processes to the opacity ...	2010							0	0	0
<input type="checkbox"/> 27	The calculation of the photo absorption processes in dense h...	2010							0	0	0
<input type="checkbox"/> 28	The dynamic conductivity of strongly non-ideal plasmas: Is t...	2009		4	2				2	6	6
<input type="checkbox"/> 29	Spectroscopic study of hydrogen Balmer lines in a microwave-...	2009		7		1		1	2	9	9
<input type="checkbox"/> 30	Rydberg atoms in astrophysics	2009		11	7	4	5	3	1	20	31
<input type="checkbox"/> 31	The total and relative contribution of the relevant absorpti...	2009		13	1		1		2	15	15
<input type="checkbox"/> 32	The modeling of the continuous emission spectrum of a dense ...	2007							0	0	0
<input type="checkbox"/> 33	The influence of H <sub>2</sub> <sup>+</sup> -photo-dissociati...	2007		16	1		1		2	18	18
<input type="checkbox"/> 34	Cut-off Coulomb potential as a model potential for dense hyd...	2007							0	0	0
<input type="checkbox"/> 35	Electrical conductivity of dense non-ideal plasmas in extern...	2006		2					0	2	2
<input type="checkbox"/> 36	Optical HF electrical permeability, refractivity and reflect...	2006		1			1		1	2	2
<input type="checkbox"/> 37	Radiative charge exchange in ion-atom collisions at intermed...	2004							0	0	0
<input type="checkbox"/> 38	Dynamic characteristics of non-ideal plasmas in an external ...	2004		3					0	3	3
<input type="checkbox"/> 39	High-frequency characteristics of weakly and moderately non-...	2001		3					0	3	3

## About Scopus

[What is Scopus](#)

[Content coverage](#)

[Scopus blog](#)

[Scopus API](#)

[Privacy matters](#)

## Language

[日本語に切り替える](#)

[切换到简体中文](#)

[切換到繁體中文](#)

[Русский язык](#)

## Customer Service

[Help](#)

[Tutorials](#)

[Contact us](#)

---

**ELSEVIER**

[Terms and conditions](#) ↗ [Privacy policy](#) ↗

Copyright © Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.

We use cookies to help provide and enhance our service and tailor content. By continuing, you agree to the use of cookies.



РЕПУБЛИКА СРБИЈА



ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

ДИПЛОМА  
О СТЕЧЕНОМ НАУЧНОМ СТЕПЕНУ  
ДОКТОРА НАУКА

САКАН (Момчило) НЕНАД

РОЂЕН 4. МАРТА 1972. ГОДИНЕ У СКОПЉУ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА,  
ДАНА 1. АПРИЛА 2004. ГОДИНЕ СТЕКАО ЈЕ АКАДЕМСКИ НАЗИВ  
МАГИСТРА ФИЗИЧКИХ НАУКА, А 2. ЈУЛА 2009. ГОДИНЕ ОДБРАНИО ЈЕ  
ДОКТОРСКУ ДИСЕРТАЦИЈУ НА ФИЗИЧКОМ ФАКУЛТЕТУ ПОД НАЗИВОМ  
„МОДЕЛИРАЊЕ ОПТИЧКОГ КОНТИНУИРАНОГ СПЕКТРА ГУСТЕ, ЈАКО  
ЈОНИЗОВАЊЕ ПЛАЗМЕ У АПРОКСИМАЦИЈИ ОДСЕЧЕНОГ КУЛОНОВОГ  
ПОТЕНЦИЈАЛА”.

НА ОСНОВУ ТОГА ИЗДАЈЕ МУ СЕ ОВА ДИПЛОМА О СТЕЧЕНОМ НАУЧНОМ  
СТЕПЕНУ

ДОКТОРА ФИЗИЧКИХ НАУКА

Редни број из евиденције о издатим дипломама 13454

у Београду, 2. септембра 2010. године

(М. П.)

ДЕКАН  
*Момчило*  
др Љубиша Зековић

РЕКТОР

*Бранко*  
др Бранко Ковачевић

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

Број: 660-01-00006/81

27.09.2017. године

Београд

ПРИМЉЕНО:				26 -10- 2017
Рад. јед.	бр. о.	Архивира	Брилог	
9801	1454/1			

На основу члана 22. став 2. члана 70. став 4. и члана 86. ст. 1. и 2. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05 и 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3., члана 32. став 1., члана 35. став 1. 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

*Институција за физику у Београду*

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

**ОДЛУКУ  
О СТИЦАЊУ НАУЧНОГ ЗВАЊА**

*Др Ненад Сакан*

стиче научно звање

*Научни сарадник*

Реизбор

у области природно-математичких наука - физика

**ОБРАЗЛОЖЕЊЕ**

*Институција за физику у Београду*

утврдио је предлог број 180/1 од 07.02.2017. године на седници Научног већа Института и поднео захтев Комисији за стицање научних звања број 198/1 од 13.02.2017. године за доношење одлуке о испуњености услова за реизбор у научно звање *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. и члана 86. ст. 1. и 2. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05 и 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3., члана 32. став 1., члана 35. став 1. 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 реизбор у научно звање *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-Грујићић,

научни саветник

*С. Стошић-Грујићић*



Младен Шарчевић

**Коначна ранг-листа пројекта за подпрограм научних истраживања у области природних наука у оквиру Програма ИДЕЈЕ који се одобравају за финансирање**

Р.бр	Шифра	Акроним	Назив пројекта	Руководилац пројекта (PI)	Научно-истраживачка организација (НИО)*	Матични број (НИО)	ПИБ (НИО)	Буџет (€)	Буџет (РСД)	Финални Резултат
1	7730810	BioECOLogics	Value-added biologics through eco-sustainable routes	Јасмина Никодиновић-Рунић	Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, Универзитет у Београду	07093977	101736673	€ 468,129.33	RSD 55,239,260.94	93.75
					Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу	07232721	101041593			
					Институт за информационе технологије, Универзитет у Крагујевцу	17922238	111601132			
2	7749433	NEPETOME	Omics-guided disentangling of the iridoid diversity in the genus Nepeta L. for in planta metabolic engineering towards sustainable exploitation	Данијела Мишић	Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитет у Београду	07032609	100205581	€ 477,965.45	RSD 56,399,923.10	93.30
3	7699827	HIGHTONE-P	HIGGS BOSON: A PORTAL TO NEW PHYSICS	Иванка Божовић Јелисавчић	Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду	07035250	101877940	€ 193,201.41	RSD 22,797,766.38	93.19
					Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу	07232721	101041593			
4	7721972	B-HEALTH	Implications of dietary and endogenous polyamines for the health and longevity of honey bees	Јелена Пураћ	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду	08104620	101635863	€ 226,526.89	RSD 26,730,173.02	92.86
					Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду	08608369	100239025			
					Институт за низијско шумарство и животну средину Нови Сад	08865248	104706702			
					Институт БиоСенсе	08953643	109015886			
5	7683961	ELEVATE	Experimental evolution approach in developing insect pest control methods	Урош Савковић	Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитет у Београду	07032609	100205581	€ 262,254.45	RSD 30,946,025.10	92.69
					Биолошки факултет, Универзитет у Београду	07048599	100043776			
					Медицински факултет, Универзитет у Београду	07048157	100221404			
					Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу	07232721	101041593			
					Институт за физику Београд, Универзитет у Београду	07018029	100105980			
6	7739780	APPerTAin-BIOM	Atmospheric pressure plasmas operating in wide frequency range – a new tool for production of biologically relevant reactive species for applications in biomedicine	Невена Пуач	Медицински факултет, Универзитет у Београду	07048157	100221404	€ 289,609.35	RSD 34,173,903.30	91.75
					Стоматолошки факултет, Универзитет у Београду	07001991	100125119			
					Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитет у Београду	07032609	100205581			
					Хемијски факултет, Универзитет у Београду	07053681	101823040			
7	7750119	New SMART Synthesis	New Synthetic Methods and their Applications for Rapid Total Syntheses of Complex Natural Products and Bioactive Molecules	Радомир Н. Саичић	Иновациони центар Хемијског факултета у Београду	20550872	106185588	€ 350,500.00	RSD 41,359,000.00	91.66
					Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду	07805497	100160355			
					Биолошки факултет, Универзитет у Београду	07048599	100043776			
8	7750294	q-bioBDS	Biophysics and Bioinformatics of CRISPR/Cas and Toxin-Antitoxin Regulation	Марко Ђорђевић	Институт за физику Београд, Универзитет у Београду	07018029	100105980	€ 198,462.36	RSD 23,418,558.48	91.24
					Медицински факултет, Универзитет у Београду	07048157	100221404			
					Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду	07045735	100206244			
9	7744807	RECON TETHYS	Reconstruction of the Tethys' waning in the Balkans	Дејан Прелевић	Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитет у Београду	07032609	100205581	€ 453,196.36	RSD 53,477,170.48	91.15
					Биолошки факултет, Универзитет у Београду	07048599	100043776			
					Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду	08113599	100451043			
10	7750238	REFRAME	Exploring New Avenues in Breast Cancer Research: Redox and Metabolic Reprogramming of Cancer and Associated Adipose Tissue	Бато Корач				€ 282,778.49	RSD 33,367,861.82	90.44

Р.бр	Шифра	Акроним	Назив пројекта	Руководилац пројекта (PI)	Научно-истраживачка организација (НИО)*	Матични број (НИО)	ПИБ (НИО)	Буџет (€)	Буџет (РСД)	Финални Резултат
11	7744592	MEGIC	Integrability and Extremal Problems in Mechanics, Geometry and Combinatorics	Владимир Драговић	Математички институт САНУ	07017871	100056973	€ 269,237.38	RSD 31,770,010.84	89.50
					Математички факултет, Универзитет у Београду	07048211	100046603			
					Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду	07032552	100123813			
12	7743343	SIW4SE	Serbian Industrial Waste towards Sustainable Environment: Resource of Strategic Elements and Removal Agent for Pollutants	Александра Перић Грујић	Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду	07032552	100123813	€ 365,070.13	RSD 43,078,275.34	89.45
					Институт за нуклеарне науке „Винча”, Универзитет у Београду	07035250	101877940			
13	7750112	BalkBioDrivers	Balkan biodiversity across spatial and temporal scales - patterns and mechanisms driving vascular plant diversity	Дмитар Лакушић	Биолошки факултет, Универзитет у Београду	07048599	100043776	€ 310,475.00	RSD 36,636,050.00	89.39
					Фармацеутски факултет, Универзитет у Београду	07001975	101746950			
					Пољопривредни факултет у Крушевцу, Универзитет у Нишу	17906674	110101600			
14	7714356	CompsLight	Control and manipulation of light in complex photonic systems	Драгана Јовић Савић	Институт за физику Београд, Универзитет у Београду	07018029	100105980	€ 233,435.86	RSD 27,545,431.48	89.34
					Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду	07002068	101012100			
15	7744906	ExplOMV	Exploring Bacterial OMV (Outer Membrane Vesicles)- sRNAs Mediated Interkingdom Communication with Plants and Fungi	Драгана Николић	Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, Универзитет у Београду	07093977	101736673	€ 212,704.35	RSD 25,099,113.30	89.19
16	7750185	QUAM	QUANTITATIVE AUTOMATA MODELS: FUNDAMENTAL PROBLEMS AND APPLICATIONS	Мирослав Ђирић	Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу	17267906	100668023	€ 271,875.60	RSD 32,081,320.80	89.05
					Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу	07181779	101123484			
					Педагошки факултет у Врању, Универзитет у Нишу	06876617	102188151			
					Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу	07232721	101041593			
17	7750277	ATTOPLASMAS	Attosecond VUV-XUV-SXR Beamline for Ultrafast Spectroscopies of Electron Dynamics in Gases and Plasmas	Предраг Ранитовић	Физички факултет, Универзитет у Београду	07048190	100039173	€ 499,535.17	RSD 58,945,150.06	88.99
					Електротехнички факултет, Универзитет у Београду	07032498	100206130			
18	7753287	NOVA2LIBS4fusion	Novel approach to laser induced breakdown spectroscopy diagnostics of fusion reactor plasma facing components	Миливоје Ивковић	Институт за физику Београд, Универзитет у Београду	07018029	100105980	€ 369,096.43	RSD 43,553,378.74	88.96
					Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду	07426976	101821157			
					Институт за нуклеарне науке „Винча”, Универзитет у Београду	07035250	101877940			
					Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу	07151314	101576499			
19	7737504	SPAS	Serbian Pollinator Advice Strategy - for the next normal	Снежана Раденковић	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду	08104620	101635863	€ 346,861.97	RSD 40,929,712.46	88.95
					Институт БиоСенсе	08953643	109015886			
20	7749560	EGWIn	Exploring ultra low global warming potential gases for insulation in high-voltage technology: Experiments and modelling	Саша Дујко	Институт за физику Београд, Универзитет у Београду	07018029	100105980	€ 269,065.81	RSD 31,749,765.58	88.91
21	7741955	PHOTOGUN4MICROBES	Are photoactive nanoparticles salvation for global infectious treat?	Биљана Тодоровић Марковић	Институт за нуклеарне науке „Винча”, Универзитет у Београду	07035250	101877940	€ 473,407.98	RSD 55,862,141.64	88.34
22	7743504	NES	Physicochemical aspects of rhythmicity in neuroendocrine systems: Dynamic and kinetic investigations of underlying reaction networks and their main compounds	Желько Чупић	Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду	07805497	100160355	€ 367,916.71	RSD 43,414,171.78	88.21
					Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду	07426976	101821157			
					Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу	07345496	101042779			
					Институт за општу и физичку хемију	07013388	100120737			

Р.бр	Шифра	Акроним	Назив пројекта	Руководилац пројекта (PI)	Научно-истраживачка организација (НИО)*	Матични број (НИО)	ПИБ (НИО)	Буџет (€)	Буџет (РСД)	Финални Резултат
23	7749891	GWORDS	Graphical Languages	Марко Стошић	Математички институт САНУ Математички факултет, Универзитет у Београду	07017871 07048211	100056973 100046603	€ 277,810.41	RSD 32,781,628.38	88.10
24	7739807	ZEBARR	Zebrafish ankrd1a as a common player in heart regeneration and skeletal muscle repair - a new prospect for unlocking regenerative potential of human heart	Снежана Којић	Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, Универзитет у Београду	07093977	101736673	€ 436,543.45	RSD 51,512,127.10	88.04
25	7749676	SCSG-ctct	Spectrally constrained signed graphs with applications in coding theory and control theory	Зоран Станић	Математички факултет, Универзитет у Београду Електротехнички факултет, Универзитет у Београду	07048211 07032498	100046603 100206130	€ 67,943.75	RSD 8,017,362.50	87.99
26	7750288	TMMagCat	Tailoring Molecular Magnets and Catalysts Based on Transition Metal Complexes	Матија Златар	Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду Хемијски факултет, Универзитет у Београду Иновациони центар Хемијског факултета у Београду	07805497 07053681 20550872	100160355 101823040 106185588	€ 250,443.53	RSD 29,552,336.54	87.81
27	7742318	EMIPLAST-SoS	Evaluation of the Microplastic in the Soils of Serbia	Слободан Крњајић	Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду Институт за земљиште Београд Институт за примену науке у пољопривреди Факултет за примењену екологију "Футура", Универзитет Метрополитан	07002068 07017561 06196357 17642332	101012100 100349057 100123400 104273900	€ 243,288.77	RSD 28,708,074.86	87.64
28	7739840	InfCanPlay	Utilization of interplay between inflammation and cancer in the development of compounds with anticancer activity	Владимир Добричић	Фармацеутски факултет, Универзитет у Београду Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду	07001975 07035250	101746950 101877940	€ 284,759.87	RSD 33,601,664.66	87.45
29	7744507	NextGenBiotics	The use of integrative multi-omics approach in cultivation and characterization of gut bacteria related to microbiota-gut-brain axis as a source for Next Generation Probiotics	Наташа Голић	Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, Универзитет у Београду Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду	07093977 07035250	101736673 101877940	€ 336,990.43	RSD 39,764,870.74	87.35
30	7739571	Si4Crop	Silicon for Crops in the 21st Century	Љиљана Костић Крављанац	Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду	07002068	101012100	€ 461,853.39	RSD 54,498,700.02	87.21
31	7726976	RECAP	Integrated Strategy for Rehabilitation of Disturbed Land Surfaces and Control of Air Pollution	Зорица Свирчев	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитет у Нишу Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду Институт за општу и физичку хемију Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета, Универзитет у Београду Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду	08104620 07282273 07032552 07013388 20551992 08113599	101635863 100107686 100123813 100120737 106189098 100451043	€ 281,944.39	RSD 33,269,438.02	87.01
32	7750027	SMART	Set-theoretic, Model-theoretic and Ramsey-theoretic Phenomena in Mathematical Structures: Similarity and Diversity	Милош Курилић	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду Математички институт САНУ Математички факултет, Универзитет у Београду	08104620 07017871 07048211	101635863 100056973 100046603	€ 273,936.03	RSD 32,324,451.54	86.86
33	7753609	BEuSED	Research reinforcement within environmental aspects: step forward to beneficial use of sediment	Драгана Томашевић Пилиповић	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду	08104620 08067104	101635863 100724720	€ 274,593.89	RSD 32,402,079.02	86.85

Р.бр	Шифра	Акроним	Назив пројекта	Руководилац пројекта (РI)	Научно-истраживачка организација (НИО)*	Матични број (НИО)	ПИБ (НИО)	Буџет (€)	Буџет (РСД)	Финални Резултат
34	7739802	AdCatFC	Advanced Catalysts for Low Temperature Fuel Cells: From Model System to Sustainable Catalysts	Сања Стевановић	<b>Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду</b>	07805497	100160355	€ 150,272.37	RSD 17,732,139.66	86.81
35	7730230	GENOVA	Factors of the BRCA2-mediated Homologous Recombination: Uncovering New Players, Their Interplay, and Contribution to Genome Integrity and Stress Response	Мира Милисављевић	<b>Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, Универзитет у Београду</b>	07093977	101736673	€ 194,500.00	RSD 22,951,000.00	86.71
36	7751676	AIAQUAMI	Application of deep learning in bioassessment of aquatic ecosystems: toward the construction of automatic identifier of aquatic macroinvertebrates	Ђурађ Милошевић	<b>Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу</b> Електронски факултет, Универзитет у Нишу Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу Биолошки факултет, Универзитет у Београду	17267906 07215240 07232721 07048599	100668023 100232259 101041593 100043776	€ 177,346.89	RSD 20,926,933.02	86.56
37	7750219	AdConPolyMat	Advanced Conducting Polymer-Based Materials for Electrochemical Energy Conversion and Storage, Sensors and Environmental Protection	Гордана Ђирић-Марјановић	<b>Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду</b> Фармацеутски факултет, Универзитет у Београду <b>Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду</b>	07426976 07001975 07035250	101821157 101746950 101877940	€ 363,044.07	RSD 42,839,200.26	86.46
38	7745968	QGHG-2021	Quantum Gravity from Higher Gauge Theory	Марко Војиновић	<b>Институт за физику Београд, Универзитет у Београду</b>	07018029	100105980	€ 270,000.00	RSD 31,860,000.00	86.36
39	7732457	SmartSun	Creating climate smart sunflower for future challenges	Сандра Цвејић	<b>Институт за ратарство и повртарство Нови Сад</b> Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду	08055092 08104620 08067104	101705343 101635863 100724720	€ 284,403.63	RSD 33,559,628.34	86.26

\*Називи НИО означени "болд" фонтом представљају НИО које су Носиоци пројекта



**ЗАЈЕДНИЧКИ ПРОЈЕКТИ**  
**СРПСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА И УМЕТНОСТИ И БУГАРСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА**  
**ЗА ПЕРИОД 2020-2022. ГОДИНЕ**

Ред бр.	Назив теме	Наша институција	Бугарска институција
1.	РАЗВОЈ КОМБИНОВАНИХ ИМУНОТЕРАПИЈСКИХ ПРИСТУПА У ЛЕЧЕЊУ МЕЛАНОМА ЗАСНОВАНИХ НА ПОБОЉШАНИМ ВАКЦИНАМА НА БАЗИ ДЕНДРИТСКИХ ЂЕЛИЈА И БЛОКАДИ ИМУНОГЛОБУЛИНИМА-СЛИЧНИХ РЕЦЕПТОРА	Српска академија наука и уметности, САНУ Институт за примену нуклеарне енергије (ИНЕП), Универзитет у Београду руководилац: академик Миодраг Чолић	Одељење за имунологију, Институт за микробиологију Stephan Angelov (IMSA) Бугарска академија наука руководилац: проф. Андреј Чорбанов
2.	ОПЕРАТОРИ, ДИФЕРЕНЦИЈАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ И СПЕЦИЈАЛНЕ ФУНКЦИЈЕ ФРАКЦИОНОГ РАЧУНА - НУМЕРИКА И ПРИМЕНЕ	Департман за метаматику и информатику, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, Српска академија наука и уметности руководилац: академик Стеван Пилиповић	Институт за математику и информатику БАН руководилац: проф. др Вирџинија Кирјакова
3.	ПОЛАРИЗАЦИОНА ПОСМАТРАЊА КВАЗАРА	Катедра за астрономију, Математички факултет Универзитета у Београду (ФМУБ) руководилац: др Драгана Илић	Институт за астрономију и Национална астрономска опсерваторија БАН руководилац: Љуба Славчева-Михова
4.	GAIA CELESTIAL REFERENCE FRAME (CRF) И БРЗО ПРОМЕНЉИВИ АСТРОНОМСКИ ОБЈЕКАТА	Астрономска опсерваторија руководилац: др Горан Дамљановић	Институт за астрономију и Национална астрономска опсерваторија БАН руководилац: Румен Банчев
5.	АСТРОМЕТРИЈА И ФОТОМЕТРИЈА ВИЗУЕЛНО ДВОЈНИХ И ВИШЕСТРУКИХ ЗВЕЗДА	Астрономска опсерваторија руководилац: др Зорица Цветковић	Институт за астрономију са Националном астрономском опсерваторијом БАН руководлац: др Георги Латев
6.	АКТИВНИ ДОГАЂАЈИ НА СУНЦУ. КАТАЛОЗИ ПРОТОНСКИХ И ЕЛЕКТРОНСКИХ ДОГАЂАЈА У Х-ЗРАЦИМА, UV И РАДИО ОБЛАСТИ. УТИЦАЈ СУДАРА И ОПТИЧКА СВОЈСТВА ГУСТЕ ВОДОНИЧНЕ ПЛАЗМЕ	Астрономска опсерваторија руководилац: др Зоран Симић	Институт за астрономију са Националном астрономском опсерваторијом БАН руководлац: др Момчил Дечев
7.	ФИТОХЕМИЈСКО ИСПИТИВАЊЕ СЕКУНДАРНИХ МЕТАБОЛИТА ИЗ БИЉАКА И ГЉИВА И БИОТРАНСФОРМИСАНИХ ПРОИЗВОДА	Институт за хемију, технологију и металургију руководилац: академик Слободан Милосављевић	Институт за органску хемију БАН, Центар за фитохемију руководилац: др Антоанета Трендафилова
8.	ОПТИЧКА ДЕТЕКЦИЈА ОСТАТАКА СУПЕРНОВИХ И НП РЕГИОНА У БЛИСКИМ ГАЛАКСИЈАМА (IC342 И NGC5585)	Математички факултет Универзитета у Београду руководилац: др Милица Вучетић	Институт за астрономију са Националном астрономском опсерваторијом БАН руководилац: др Никола Петров
9.	ДИЈАГНОСТИКА РФ ПРАЖЊЕЊА КОЈА СЕ	Српска академија наука и уметности	Бугарска академија наука, Институт за

	КОРИСТЕ ЗА МОДИФИКАЦИЈУ ПОВРШИНА ТЕКСТИЛА, СЕМЕНА И ПОЛИМЕРА УЗ ПОМОЋ СОНДИ	руководилац: Зоран Љ. Петровић	електронику руководилац: др Павлина Иванова
10.	СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НАНОСТРУКТУРНИХ ПОЛУПРОВОДНИЧКИХ ТАНКИХ ФИЛМОВА ЗА СЕНЗОРСКЕ ПРИМЕНЕ	Српска академија наука и уметности руководилац: академик Зоран В. Поповић	Институт за физику чврстог стања БАН руководилац: проф. др Хасан Чамати
11.	АНАЛИЗА BIG DATA У АСТРОФИЗИЦИ, ПОСМАТРАЊИМА ЗЕМЉЕ И ПРИМЕНА	Институт за физику У Београду руководилац: др Владислав Срећковић	Институт за математику и информатику БАН руководилац: проф.др Огњан Коунчев
12.	ПОУЗДАНОСТ И РАДИЈАЦИОНА ОТПОРНОСТ METAL/OXIDE/HIGH-K/OXIDE/SI (МОНОС) СТРУКТУРА СА РАЗЛИЧИТИМ ТУНЕЛСКИМ ОКСИДИМА И ЛАМИНИРАНИМ И МЕШОВИТИМ СЛОЈЕВИМА	Српска академија наука и уметности руководилац: академик Нинослав Стојадиновић	Институт за физику чврстог стања БАН руководилац: проф.др Албена Паскаleva
13.	МОНО- И ПОЛИ-КОМПОНЕНТНИ КАТАЛИТИЧКИ СИСТЕМИ ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ОТПАДНИХ ВОДА И ЗАГАЂЕНОГ ВАЗДУХА ОД МОДЕЛНИХ КОНТАМИНАНата	Институт за хемију, технологију и металургију руководилац: др Грабић Бошко	Институт за општу и неорганску хемију БАН руководилац: др Даниела Стојанова
14.	„ЗЕЛЕНА“ СИНТЕЗА НАПРЕДНИХ КАТАЛИТИЧКИХ МАТЕРИЈАЛА У ЗАШТИТИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	Институт за хемију, технологију и металургију руководилац: др Јасмина Достанић	Институт за катализу БАН руководилац: др Зара Черкезова-Желева
15.	ИНОВАТИВАН ПРИСТУП У ДИЗАЈНИРАЊУ КАТАЛИЗатора ЗА ПАРЦИЈАЛНУ ХИДРОГЕНИЗАЦИЈУ БИЉНОГ УЉА	Институт за хемију, технологију и металургију руководилац: др Југослав Крстић	Институт за катализу БАН руководилац: др Димитринка Николова
16.	ПРОБЛЕМИ ЕТИМОЛОГИЗирања БУГАРСКЕ И СРПСКЕ ЛЕКСИКЕ	Институт за српски језик САНУ руководилац: академик Александар Лома	Институт за български език „Проф. Любомир Андрейчин“ руководилац: Христина Дейкова
17.	СРПСКО – БУГАРСКИ ОДНОСИ И ВЕЛИКЕ СИЛЕ У 19. И 20. ВЕКУ	Балканолошки институт САНУ руководилац: академик Михајло Војводић	Институт за балканске студије и центар за тракологију БАН руководилац: проф. Александар Костов
18.	СРПСКО-БУГАРСКЕ КЊИЖЕВНЕ И КУЛТУРНЕ ВЕЗЕ У КОНТЕКСТУ ВИЗАНТИЈСКЕ ЦИВИЛИЗАЦИЈЕ	Византолошки институт САНУ руководилац: академик Љубомир Максимовић	Институт за књижевност БАН руководилац: др Елка Трајкова-Станкова
19.	СЕКУЛАРНИ И РЕЛИГИЈСКИ ЖИВОТ НА СРЕДЊЕВЕКОВНОМ БАЛКАНУ	Византолошки институт САНУ руководилац: академик Љубомир Максимовић	Балканолошки институт и Центар за тракологију БАН руководилац: проф. Лилиана Симеонова

20.	КУЛТУРНИ КОНТАКТИ НА ЦЕНТРАЛНОМ БАЛКАНУ ПРЕМА ИЗУЧАВАЊИМА АРХЕОЛОШКИХ КОНТЕКСТА ОД КАСНЕ ПРАИСТОРИЈЕ ДО 18. ВЕКА	Одељење историјских наука САНУ, Археолошки институт руководилац: дописни члан Вујадин Иванишевић	Археолошки институт и Музеј БАН руководилац: доп. члан Васил Николов
21.	СТАРОСТ И ГЕНЕРАЦИЈЕ УСРБИЈИ И БУГАРСКОЈ: АНТРОПОЛОШКЕ СТУДИЈЕ	Етнографски институт САНУ руководилац: др Драгана Радојчић координатор: др Јадранка Ђорђевић Црнобрња	Институт за етнологију и студије фолклора са Етнографским музејем при БАН руководилац: др Петко Христов координатор: др Ана Лулева

BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES  
International Scientific Cooperation

Форма <b>B1</b>	Country: <b>Serbia</b>	Partner of BAS: <b>Astronomical Observatory Belgrade</b>	Reg.№: <b>(попълва се от БАН- Администрация)</b>
--------------------	---------------------------	---	---

## JOINT RESEARCH PROJECT

**Title:**

ACTIVE EVENTS ON THE SUN. CATALOGS OF PROTON EVENTS AND ELECTRON  
SIGNATURES IN X-RAY, UV AND RADIO DIAPASON  
INFLUENCE OF COLLISIONS ON OPTICAL PROPERTIES OF DENSE HYDROGEN PLASMA.

Research partners:

<b>Institute of BAS:</b>  <b>Institute of Astronomy with NAO</b>	<b>Partner institute:</b>  <b>Astronomical Observatory Belgrade</b>
<u>Postal code and address:</u> 72, Tsarigradsko Chaussee Blvd. Sofia 1874, Bulgaria	<u>Postal code and address:</u> Volgina 7, 11060 Belgrade, Serbia
<u>Director:</u> <b>Prof. Evgeni Semkov</b>	<u>Director:</u> <b>Dr. Gojko Djurašević</b>
<u>Project coordinator:</u>  <b>Dr. Momchil Dechev</b>	<u>Project coordinator:</u>  <b>Dr. Zoran Simić</b>
00359 2 9741910	00381 11 308 9072
Fax: 00359 2 9741910	Fax: 00381 11 2419 553
e-mail: mdechev@astro.bas.bg	e-mail: zsimic@aob.rs

**Beginning: 2020**

**Duration: 3 years**

## SUMMARY

### Present state of knowledge in the field, significance and objectives of the joint research:

Active processes on the Sun, such as prominence eruptions, solar flares, coronal mass ejections (CME), etc. are different manifestations of a single physical process whose source and motor are the free energy stored in the coronal magnetic fields. These various manifestations of solar activity have a significant impact on the cosmic climate as well as many processes on Earth and human activity. The study and forecasting of the eruptive solar phenomena, their initiation, propulsion mechanisms and evolution, provide an important physical understanding of the dynamic processes occurring in the solar atmosphere, significant for space weather and geospatial climate.

The prominence eruptions (EPs) are one of the Sun's most energetic phenomena. During this process, about  $10^{12}$  kg of plasma is ejected from the chromosphere and low corona into the interplanetary space. Observations at the early stages of the EP, i.e. their pre-eruptive activation are essential for the understanding this processes and therefore their earlier prediction. CMEs are large-scale eruptions of the plasma and the magnetic field from the Sun that propagate in the heliosphere. They are one of the main mechanisms that influence the cosmic weather in the solar system. CMEs can have a profound effect on the interplanetary environment by injecting solar plasma, increasing magnetic flux and accelerating high energy ions and electrons. EPs are often associated with CME.

A number of radio signatures are associated with the shock waves generated by CME, which accelerate electrons and protons in the interplanetary space. The study of CME properties, their propagation, and their associated X-ray, ultraviolet and radio signatures are essential for predicting space weather.

Solar flares are phenomena in the low solar atmosphere associated with the release of a huge amount of energy that affect all layers of the atmosphere. Energy released during solar bursts produces radiation across the entire electromagnetic spectrum, from radio waves to gamma rays. This energy heats the plasma to tens of millions of degrees Kelvin and contributes to the acceleration of electrons, protons and ions. There are two main sources of acceleration of solar high energy particles (SEP): solar flares and shock waves generated by CME in the corona and interplanetary space.

Impact broadening parameters for spectral lines are of interest for astrophysical, laboratory, and technological plasma, will be determined within the frame of modified semiempirical approach and other methods. Obtained results will be used for investigation of the Stark broadening influence in stellar plasma of hot stars and the Sun. Theoretical data and observations will be compared.

The calculations of the plasma parameters within the cut-off Coulomb for the optical properties of low and high non-ideality hydrogen plasma give us the results which are proven in wide area of electron densities and temperatures, particularly interesting in the atmosphere of the Sun. Models for plasma of small, as well as extreme, non-ideality are not applicable. The calculation of optical parameters of pure hydrogen with the influence of plasma is conducted using an complete quantum mechanical method and can be included for understanding physical processes at the Sun surface.

The main goals of this project are to exchange the experience gained in modeling spectral lines at the Belgrade Observatory and to apply them in studying observable active processes of the Sun, creating catalogs of electronic and proton

events, X-ray, ultraviolet and radio signatures and presenting them by means of the Virtual Observatory.

<b>Keywords (up to 4):</b>	Active processes on the Sun, Space Weather, Proton and Electron Catalogs, Spectral Lines and Optical properties of Stellar plasma,
----------------------------	--

#### **Background of cooperation and envisaged results and benefit:**

There is a tradition at the Institute of Astronomy with the National Astronomical Observatory (IANAO) in the study of the active processes on the Sun, especially in the kinematics and dynamics of eruptive prominences and CMEs. A new area of research is currently cataloging solar proton events, as well as electromagnetic signatures from solar flares (in the X-ray, ultraviolet and radio bands) associated with electronic events during solar cycles of numbers 23 and 24.

On the other hand, at Belgrade Astronomical Observatory there are traditions in the theoretical modeling of a number of spectral lines. There is also a database entitled STARK-B (developed in collaboration with the Paris Observatory), with which the Belgrade Observatory participated in the FP7 project, now the European Virtual Atomic and Molecular Data Center (VAMDC) Consortium, which also covers the results obtained from the Belgrade Observatory.

Within the time frame of this project, one astronomical conference will be organized - the XIII Bulgarian-Serbian (BSAC 2022). The results will be presented and further cooperation with other areas will be encouraged. It also aims to increase the interest in the field of study by PhD students and young people.

The web site will be enriched for catalogs of solar energy particles and related X-ray, ultraviolet and radio signatures. Integration with the formats of the Virtual Observatory will be sought.

At a later stage, it is planned to develop electronic astronomical educational resources and related documentation.

#### **Relation to other projects (partners, titles, duration, and funding):**

Project 176002 "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes", leader Z. Simić supported by Ministry of Education, Science and Technological Development of Serbia;

#### **Research plan for the first year:**

1. Introducing to the Serbian colleagues the areas of expertise of the Bulgarian team.  
- Deadline: first half of 2020.
2. Introducing Bulgarian colleagues to the areas of expertise of the Serbian team. - Deadline: first half of 2020.
3. Exchange of experience and software tools in the field of spectral line modeling. - term: 1 year from the project.
4. Participation of the XII SBAC Serbo-Bulgarian Astronomical Conference. - Deadline: first half of 2020.
5. Preparation and presentation on the web site of the catalogs of proton events, as well as of X-ray, ultraviolet and radio signatures from electronic events. - term 2020, 2021
6. Presentation of the joint results of XII SBAC and XIII BSAC. - term 2020 -2022.

7. Preparation and holding of the XIII BSAC Bulgarian-Serbian Astronomical Conference. - term: 2022.
8. Final editing and publication of selected articles from the 13th Bulgarian-Serbian Astronomical Conference. - term: 2022.

**Preliminary research plan for the second year:**

Preparation and presentation on the site of catalogs of proton events, as well as of X-ray, ultraviolet and radio signatures from electronic events. - term 2020, 2021.

Continue work on modeling certain spectral lines of mutual interest.

Processing and publishing the submitted XII SBAC reports.

Joint publications.

**Preliminary research plan for the third year:**

Continuation of work on the catalogs of X-ray, ultraviolet and radio signatures of solar electronic events.

Continue work on modeling certain spectral lines of mutual interest.

Preparation and implementation of the XII SBAC.

Processing and publishing the submitted reports of the XIII BSAC.

**Scientific staff involved in the project:**

**From the Bulgarian side:**

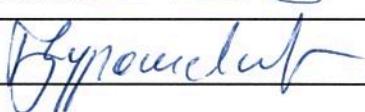
Momchil Dechev  
Rositsa Miteva  
Petar Duchlev  
Kostadinka Koleva  
Kamen Kozarev

**From the partner side:**

Zoran Simić  
Nenad Sakan  
Edi Bon  
Rade Pavlović  
Jovan Aleksić

**Annexes:**

## SIGNATURES

On behalf of BAS:	On behalf of
Project coordinator:	Project coordinator: 
Director:	Director: 
Signed in:	Signed in:
Date:	Date: 03.12.2019.

Forma-B-last-  
2019-11-  
27.doc

**СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ**  
**Сектор за међународну сарадњу**

**ПРЕДЛОГ  
ЗАЈЕДНИЧКОГ ИСТРАЖИВАЧКОГ ПРОЈЕКТА**

**Назив пројекта**

Активни догађаји на Сунцу. Каталози протонских и електронских догађаја у X-зрацима, UV и радио области. Утицај судара и оптичка својства густе водоничне плазме.

**Учесници у истраживању**

Установа носилац сарадње (назив, адреса, контакт информације)	Партнерска установа (назив, адреса, контакт информације)
Астрономска опсерваторија, Волгина 7 11060 Београд, Србија	Institute of Astronomy with NAO 72, Tsarigradsko Chaussee Blvd. Sofia 1874, Bulgaria
Друге установе учеснице	Остале партн尔斯ке установе

**Руководиоци пројекта**

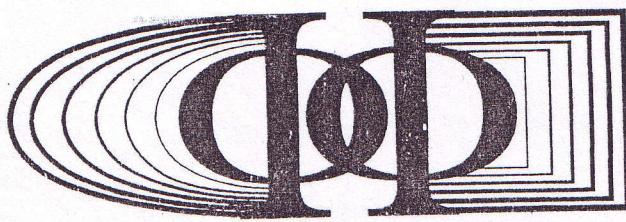
Српска страна (име, позиција, контакт)	Партнерска страна (име, позиција, контакт)
Др. Зоран Симић 00381 11 308 9072 Fax: 00381 11 2419 553 e-mail: zsimic@aob.rs	Др. Момчил Дечев 00359 2 9741910 Fax: 00359 2 9741910 e-mail: mdechev@astro.bas.bg

**Учесници у пројекту**

Српска страна	Партнерска страна
Зоран Симић Ненад Сакан Еди Бон Раде Павловић Јован Алексић	Momchil Dechev Rositsa Miteva Petar Duchlev Kostadinka Koleva Kamen Kozarev

**Почетак и трајање пројекта**

Почетак 2020, трајање три године - 1. јануар 2020 - 31. децембар 2022.



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ

**ФОНД „Проф. др ЉУБОМИР ЂИРКОВИЋ”**

Одлуком Одбора фонда „Проф. др Љубомир Ђирковић”  
за најбољи дипломски рад одбрањен на  
Физичком факултету у 1997/1998 години  
награђује се

*Ненад Сакан*

На основу тога издаје се ова

**ДИПЛОМА**  
**О ДОДЕЉИВАЊУ НАГРАДЕ**

Датум

14.12.1998. год.

Председник одбора

*Jaroslav Salaf*



## Editorial

## Elsevier/Spectrochimica Acta Atomic Spectroscopy Award 2012



This is to announce the 2012 Elsevier/Spectrochimica Acta Award, the annual award honoring the most significant article(s) published in a volume. Elsevier makes this award on behalf of Spectrochimica Acta, Part B, to encourage the publication of top articles in this journal. All papers published during one year are considered for this award and the Editorial Advisory Board and the Guest Editor(s) of the special issue(s) are responsible for the selection. The award consists of a monetary prize of \$1000 together with a presentation certificate.

We have the pleasure to announce the 2012 Award for the articles published in Spectrochimica Acta Part B, Volumes 67–78. This year, the jury nominated 29 papers and the choice of the best paper has been very difficult: in fact, eight papers have been competing for the award until the last few votes.

A study by the group of Niemax, dealing with the investigation of matrix effects in the inductively coupled plasma by the introduction of single droplets, accumulated the highest score and was therefore selected for the award. The work was carried out in Dortmund (Leibnitz-Institute for Analytical Sciences – ISAS) and in Berlin (Federal Institute for Materials Research and Testing – BAM). We note that another article from the same group had already been selected for the 2009 award, thus testifying the importance of this research topic. The title of the paper is:

*A. Murtazin, S. Groh and K. Niemax*

Investigation of sample introduction- and plasma-related matrix effects in inductively coupled plasma spectrometry applying single analyte droplet and particle injection

Spectrochim. Acta Part B 67 (2012) 3–16.

Seven other papers scored closely to the above paper. A group of three papers from Houk's group at Iowa State University (Ames, Iowa) deal with fundamental studies of the origin and behavior of polyatomic ions in laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry. One paper from the Farnsworth's group at Brigham Young University (Provo, Utah) characterizes the effect of the skimmer cone design on ion transmission efficiency. Two papers resulting from the collaboration of the group in Lyon (University of Lyon 1, Villeurbanne, France) with several other French institutions describe a dual-wavelength differential imaging approach to plasma diagnostics as well as an attempt to correlate native bonds in polymeric materials with molecular emissions. The final paper, dealing with confocal nano-X-ray fluorescence analysis, is the result of a collaboration between the Ghent University (Ghent,

Belgium), the Goethe University Frankfurt (Germany) and ESRF Grenoble Cedex, France.

The above papers are listed below:

*T.M. Witte and R.S. Houk*

Origin of polyatomic ions in laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry: An examination of metal oxide ions and effects of nitrogen and helium in the aerosol gas flow

Spectrochim. Acta Part B 76 (2012) 9–19.

*C.H. Ebert, T.M. Witte and R.S. Houk*

Investigation into the behavior of metal–argon polyatomic ions ( $\text{MAr}^+$ ) in the extraction region of inductively coupled plasma-mass spectrometry

Spectrochim. Acta Part B 76 (2012) 119–125.

*T.M. Witte and R.S. Houk*

Metal argide ( $\text{MAr}^+$ ) ions are lost during ion extraction in laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry

Spectrochim. Acta Part B 76 (2012) 25–31.

*N. Taylor and P.B. Farnsworth*

Experimental characterization of the effect of the skimmer cone design on shock formation and ion transmission efficiency in the vacuum interface of an inductively coupled plasma mass spectrometer

Spectrochim. Acta Part B 69 (2012) 2–8.

*V. Motto-Ros, Q.L. Ma, S. Grégoire, W.Q. Lei, X.C. Wang, F. Pelascini, F. Surma, V. Detalle and J. Yu*

Dual-wavelength differential spectroscopic imaging for diagnostics of laser-induced plasma

Spectrochim. Acta Part B 74–75 (2012) 11–17.

*S. Grégoire, V. Motto-Ros, Q.L. Ma, W.Q. Lei, X.C. Wang, F. Pelascini, F. Surma, V. Detalle and J. Yu*

Correlation between native bonds in a polymeric material and molecular emissions from the laser-induced plasma observed with space and time resolved imaging

Spectrochim. Acta Part B 74–75 (2012) 31–37.

*T. Schoonjans, G. Siversmit, B. Vekemans, S. Schmitz, M. Burghammer, C. Riekel, F.E. Brenker and L. Vincze*

Fundamental parameter-based quantification algorithm for confocal nano-X-ray fluorescence analysis

Spectrochim. Acta Part B 67 (2012) 32–42.

Finally, we report the other papers scoring high on the jury's list. For the 2012 volume, this list, in alphabetical order of the first authors, looks as follows:

*L.M. Cabalín, A. González, V. Lazić and J.J. Laserna*

Laser-induced breakdown spectroscopy of metals covered by water droplets

*Spectrochim. Acta Part B* 74–75 (2012) 95–102.

*N. Konjević, M. Ivković and N. Sakan*

Review: Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics

*Spectrochim. Acta Part B* 76 (2012) 16–26.

*K. Niemax*

Considerations about the detection efficiency in inductively coupled plasma mass spectrometry

*Spectrochim. Acta Part B* 76 (2012) 65–69.

*B. Pokrzywka, A. Mendys, K. Dzierżęga, M. Grabiec and S. Pellerin*

Laser light scattering in a laser-induced argon plasma: Investigations of the shock wave

*Spectrochim. Acta Part B* 74–75 (2012) 24–30.

As in the past, the papers selected focus on the fundamental aspect of spectroscopic techniques, thus maintaining the fingerprint of the journal. We thank the authors, the reviewers and the advisory board for their continuous support.

Nicolò Omenetto\*

Greet de Loos

\*Corresponding author.

E-mail address: omenetto@chem.ufl.edu (N. Omenetto).

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FIZIČKI FAKULTET



Master rad

# Unapređenje interferometrije metodom sopstvenog mešanja signala laserske diode

STUDENT

Neda Babučić

Broj indeksa: 7006/2020

Smer: Primenjena i kompjuterska fizika

MENTOR

Dr Nenad Sakan

Beograd, Septembar 2021.

## Zahvalnica

Master rad pod nazivom "Unapređenje interferometrije metodom sopstvenog mešanja signala laserske diode" izrađen je u laboratoriji za spektroskopiju plazme i lasere, Instituta za fiziku u Beogradu.

Želela bi da se zahvalim dr Milivoju Ivkoviću, kao i svim članovima laboratorije na ukazanoj prilici kao i podršci i korisnim savetima.

Posebno bih se zahvalila dr Nenadu Sakanu za izuzetnu podršku kako tokom eksperimentalnih merenja, izrade istraživačkog projekta tako i pri pisanju rada. Takođe, zahvalna sam i za korisne savete i posvećeno vreme.

Takođe, velika zahvalnica i članovima komisije, dr Miloradu Kuraici i dr Bratislavu Obradoviću na kvalitetnoj nastavi na osnovnim studijama, koje su me dalje inspirisale da izučavam ovu oblast fizike.

Beskonačna zahvalnost mojoj porodici i prijateljima za podršku svih ovih godina. Bez njih ne bih bila ovde gde sam trenutno.

Neda Babučić Beograd, 2021. godine

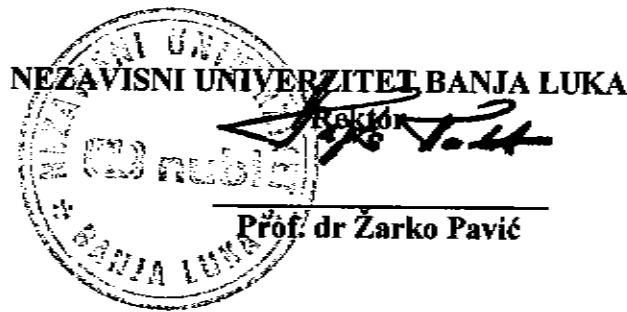
Broj: 443-1/16  
Banja Luka, 21.10.2016. godine

Na osnovu člana 159. Zakona o opštem upravnom postupku („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 13/02) i člana 44. alineja 10 Statuta Nezavisnog univerziteta Banja Luka postupajući po zahtjevu dr Nenada Sakana, rektor Nezavisnog univerziteta Banja Luka daje sljedeće

**POTVRDU**

Potvrđuje se da je dr Nenad Sakan bio mentor u izradi magistarskog rada pod nazivom Procjena uticaja elektromagnetskog zračenja sa baznih stanica mobilne telefonije na ljude i životnu sredinu na području Grada Banja Luka, kandidata Gorana Tešanovića.

Potvrda se izdaje na zahtjev imenovanog u svrhu regulisanja izbora u zvanje i u druge svrhe se ne može koristiti.



**Dostavlјano:**

1. Podnosiocu zahtjeva x 3;
2. Arhiva;

# NEZAVISNI UNIVERZITET BANJA LUKA

## EKOLOŠKI FAKULTET

### PROCJENA UTICAJA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA SA BAZNIH STANICA MOBILNE TELEFONIJE NA LJUDE I ŽIVOTNU SREDINU NA PODRUČJU GRADA BANJA LUKA

- Magistarski rad -

Mentor:

Doc.dr Nenad Sakan

Kandidat:

prof. Goran Tešanović

BANJA LUKA, Decembar 2012.godine

Zaštitna mreža elektronske pošte je bila postavljena na područje grada Banja Luke.

**Број:** 035/2022

**Дана:** 02.02.2022. године

На основу члана 159. Закона о општем управном поступку („Службени гласник Републике Српске“ бр. 13/02, 87/07-испр, 50/10 и 66/18) и члана 44. алинеја 11. Статута Независног универзитета Бања Лука, поступајући по захтјеву проф. др Ненада Сакана, ректор Независног универзитета Бања Лука издаје сљедећу

**ПОТВРДУ  
о радном ангажовању**

Потврђује се да је проф. др Ненад Сакан, ЈМБГ: 0403972114992 ангажован на Независном универзитету Бања Лука на Факултету за екологију, студијски програм Екологија и Заштита животне средине и заштита на раду од дана 02.10.2009. године па све до данас у својству универзитетског професора на предметима: Физика животне средине, Физика 1, Физика 2, Електромагнетизам и Електромагнетна зрачења.

Потврда се издаје на захтјев запосленог, а у сврху доказивања радног ангажовања.

Ректор

Проф. др Зоран Калинић

Достављено:

1. проф. др Ненад Сакан;
2. а/а.

Banja Luka, 15.11.2019. godine  
Broj: 71-6-438-9/19

Na osnovu člana 94. Zakona o visokom obrazovanju (Službeni glasnik Republike Srpske, broj 73/10, 104/11, 84/12, 108/13, 44/15, 90/16 i 31/18) i člana 114. stav 1. Statuta Nezavisnog univerziteta Banja Luka (broj: 19/2012, od 26.01.2012. godine) na prijedlog Nastavno-naučnog vijeća Fakulteta za ekologiju, Senat Univerziteta na sjednici održanoj dana 15.11.2019. godine, donosi

**O D L U K U**  
**o izboru u zvanje**

1. dr Nenad Sakan bira se u zvanje vanrednog profesora za užu naučnu oblast **Biofizika**, na period od 6 godina.
2. Odluka stupa na snagu danom donošenja.

**Obrazloženje**

Na osnovu stalno otvorenog konkursa za izbor u zvanje nastavnika i saradnika na Nezavisnom univerzitetu Banja Luka, objavljenog na internet stranici Univerziteta [www.nubl.org](http://www.nubl.org), Nastavno-naučno vijeće Fakulteta za ekologiju imenovalo je Komisiju za podnošenje izvještaja o kandidatima za izbor u zvanje nastavnika za užu naučna oblast **Biofizika**, u sastavu:

- 1) dr Dragoljub Mirjanić, redovni profesor, Medicinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Biofizika – predsjednik,
- 2) dr Zoran Nikolić, vanredni profesor, Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu, uža naučna oblast Fizika – primjenjena fizika – član i
- 3) dr Ivan Dojčinović, vanredni profesor, Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu, , uža naučna oblast Fizika ionizovanih gasova, plazme i kvantna optika – član

Komisija je razmotrila konkursni materijal i sačinila Izvještaj u kojem je konstatovala da je dr Nenad Sakan kandidat koji ispunjava sve uslove propisane zakonom i Statutom Univerziteta za izbor u zvanje vanrednog profesora za Naučnu oblast **Biofizika**, na osnovu čega je Senatu Univerziteta dostavljen prijedlog Nastavno-naučnog vijeća Fakulteta o izboru u zvanje broj 288-1-3/19 od dana 20.09.2019. godine, uz prateću dokumentaciju.

Postupajući u skladu sa utvrđenim nadležnostima, po prijedlogu Nastavno-naučnog vijeća Fakulteta za ekologiju, odlučeno je kao u dispozitivu Odluke.

Predsjedavajući Senata

prof. dr Zoran Kalinić

Dostavljeno:

- Imenovanom;
- NNV Fakulteta;
- a/a;



# CERTIFICATE

This is to certify that

**Nenad Sakan**

from **Serbia**

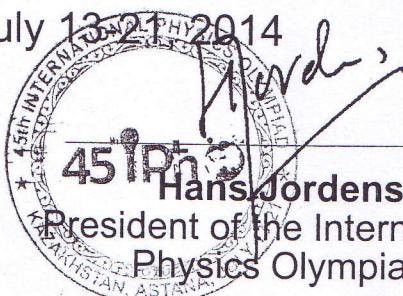
has participated in the

**45th International Physics Olympiad  
as a Leader**

Astana, Kazakhstan, July 13-21, 2014



**Yessengazy Imangaliyev**  
Vice-Minister of Education and Science  
of the Republic of Kazakhstan



**Hans Jordens**  
President of the International  
Physics Olympiad

**45. IPhO – Казахстан****45th International Physics Olympiad****Astana, Kazakhstan****13-21 July 2014.**

Екипа Србије за 45. Међународну олимпијаду из физике је одређена на основу резултата Српске физичке олимпијаде.

Наши ученици су освојили следећа признања:

1. Урош Ристивојевић, Математичка гимназија, Београд, сребрна медаља, 18,45 поена
2. Михаило Ђорђевић, Математичка гимназија, Београд, бронзана медаља, 16,4 поена
3. Лука Бојовић, Математичка гимназија, Београд, бронзана медаља, 15,35 поена
4. Јован Јовановић, Тринаеста београдска гимназија, Београд, бронзана медаља, 14,8 поена
5. Јанко Шуштершић, Прва крагујевачка гимназија, Крагујевац, похвала, 9,4 поена

Због изузетно тешких задатака границе за медаље су биле 27 поена за злато, 18,4 поена за сребро, 12 поена за бронзу и 9 поена за похвалу.

Првопласирани са Српске физичке олимпијаде Иван Танасијевић из Математичке гимназије одустао је од учешћа на Олимпијади због учешћа на Међународној олимпијади из математике. Уместо њега у екипу је као резерва уврштен Лука Бојовић.

Вође екипе су били проф. др Мићо Митровић са Физичког факултета и др Ненад Сакан из Института за физику.



Овај унос је објављен под [IPhO](#) и означен са [2014](#). Забележите [сталину везу](#).

---

*Zahvaljujemo:*

*IPB, WordPress.*

**Неутрини су међу нама!**

## **Научном већу Института за физику**

На седници Научног већа Института за физику, одржаној 11.02.2020 године, именовани смо за чланове комисије за реизбор Николе Бошковића у звање истраживач сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, подносимо Научном већу следећи

### **ИЗВЕШТАЈ**

#### **1. Биографски подаци о кандидату**

Никола Бошковић је рођен 6.6.1986. у Пожеги, где је завршио основну школу и гимназију са одличним успехом. 2005. године уписао је Електротехнички факултет у Београду на коме је дипломирао 2010. године на смеру за Микроталасну технику одсека за Телекомуникације, са просечном оценом 8,11. Дипломски рад бранио је на тему „Извори електромагнетског зрачења у електротехници“. Исте године, на истом факултету, уписао је дипломске-мастер студије на модулу за Микроталасну технику, које је завршио 2011. године, са просечном оценом 9,67. Мастер рад бранио је на тему „Моделовање вишеслојног микроталасног филтра програмом WIPL-D AW Modeler“.

На институту ИМТЕЛ-комуникације а.д. је био запослен од 01.11.2011. до 31.07.2012. године. На институту за физику у Београду је од 01.08.2012. ангажован је на пројектима ИИИ-45016 „Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“ и ТР-32052 „Истраживање и развој решења за побољшање перформанси бежичних комуникационих система у микроталасном и милиметарском опсегу фреквенција“.

У новембру 2014. године уписао је докторске студије на Електронском факултету у Нишу, на смеру за Телекомуникације. Научно-наставном већу Електронског факултета пријавио је тему под називом “Серијски напајани планарни антенски низови са побољшаним карактеристикама”.

## **2. Преглед постигнутих научних резултата**

Никола Бошковић је као истраживач био ангажован на активностима развоја, унапређења и реализације планарних антена за потребе савремених комуникационих и радарских система. Главна тематика истраживања се односи на решавању проблема везаним за рад антенских низова у серијској конфигурацији. Ту се пре свега мисли на проблем бочних лобова у усмереним и скенирајућим антенским низовима, као и проблем деградације дијаграма зрачења приликом рада у ширем фреквенцијском опсегу. Резултати су потврђени експериментима. Реализовано је решење за контролу брзине фреквенцијског скенирања антене уз истовремено обликовање дијаграма зрачења тако да се одржи низак ниво бочних лобова. Скенирајући антенски низови користе посебно прилагођене штампане диполе у технологији балансног микрострипа. Поред решења за скенирајуће антене дато је и решење за антенски низ које омогућава добијање усмереног дијаграма зрачења које задржава добар дијаграм зрачења са ниским лобовима у целом опсегу рада. Дато решење користи patch антене које су специјално развијене за употребу у серијским антенским низовима, а да при томе не захтевају повећање комплексности целог система.

У току истраживања развијено је неколико нових микроталасних компоненти које омогућују контролу дијаграма зрачења и брзине скенирања. Тренутан рад истраживача се односи на реализацију система за милиметарски радар као и реализација новог система за антенска мерења.

Резултати истраживања објављени су на домаћим и страним конференцијама укључујући и два рада у еминентном часопису из области антена и простирања таласа. Као први аутор потписан је на 23 рада укључујући два рада категорије M21, два рада категорије M24, једног рада категорије M52, једног техничког решења категорије M82 и 6 техничких решења категорије M85. Као први аутор има 7 саопштења са међународних скупова категорије M33 и 4 саопштења са националних конференција категорије M63. Као коаутор има саопштење са међународног скупа категорије M31 и на три саопштења са националне конференција категорије M63 и два техничка решења категорије M85. Ангажован је и као рецензент часописа из области антена и простирања таласа укључујући *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* и *IEEE Transactions on Magnetics*.

Добитник је награде ЕТРАНА за најбољи рад младог истраживача на секцији антене и простирање 2014. године и најбољи рад на секцији антене и простирање 2015. и 2017. године. Током студијског боравка у Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany у току октобар-новембар 2018. године у оквиру билатералног пројекта „5G-MultiScan“ развио је планарни антенски низ на W опсегу за потребе милиметарског радара.

### **3. Мишљење и предлог**

На основу претходног, сматрамо да Никола Бушковић испуњава све услове из закона о научноистраживачкој делатности и Правилника о стицању научноистраживачких звања Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, за реизбор у звање ИСТРАЖИВАЧ-САРАДНИК. Стога, Научном већу Института за физику

### **ПРЕДЛАЖЕМО**

да кандидата **НИКОЛУ БОШКОВИЋА** реизабере у звање **ИСТРАЖИВАЧ-САРАДНИК**

**Чланови комисије:**

*Александар Ковачевић*  
др Александер Ковачевић  
виши научни сарадник  
Институт за физику у Београду

*Сакан Ненад*  
др Ненад Сакан  
научни сарадник  
Институт за физику у Београду

*Милка Потребић*  
др Милка Потребић  
ванредни професор  
Електротехнички факултет у Београду

Београд,  
14.02.2020.

# НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

## Предмет: Извештај комисије за избор др Милоша Влаинића у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 20.03.2018. именовани смо у комисију за избор др Милоша Влаинића у звање **научни сарадник**. Пошто смо прегледали материјал који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику подносимо овај извештај:

### Биографски подаци

Др Милош Влаинић је рођен 1989. године у Суботици. Завршио је основну школу „Алекса Шантић“ у Алекса Шантићу 2004. године и гимназију „Вељко Петровић“ у Сомбору 2008. године. Одмах затим завршава са средњом оценом 9.64 основне студија физике, истраживачки смер, 2011. године на Природно-математичком факултету у Новом Саду.

Потом у оквиру Еразмус програма одлази на мастер студије „European Master of Science in Nuclear Fusion and Engineering Physics“ (срп. Европски мастер у области нуклеарне физије и инжењерске физике). Прву годину проводи на Лоренском универзитету у Нансију (Француска), а другу на Комплутенсе Универзитету у Мадриду (Шпанија). У Мадриду ради научно истраживање поводом мастер рада на тему „Measurements of Ion Temperature and Plasma Rotation Profiles by a He Beam in TJ-II“ (срп. Мерење температуре јона и ротационих профиле плазме помоћу Не зрака у TJ-II). Мастер рад је успешно одбрањен јула 2013. године.

Новембра 2013. године, кандидат започиње докторске студије на програму „International Doctoral College in Fusion Science and Engineering – Joint Doctoral Training Program“ (срп. Међународни колеџ за докторске студије из области науке о физији и инжењерству – Заједнички програм докторских студија) на тему „Studies of Runaway Electrons in COMPASS Tokamak“ (срп. Изучавање runaway електрона у токамаку COMPASS). Заједничка диплома је била у виду сарадње између Универзитета у Генту, Чешког Техничког Универзитета и Института за Физику Плазме у Прагу. Истраживање је урађено као део европског EUROfusion пројекта WP14-MST2-9, уз подршку чешког националног пројекта MSMT LM2011021 који је омогућио рад самог токамака. Докторска дисертација је успешно одбрањена новембра 2017. године.

Област научно истраживачког рада др Милоша Влаинића је физика плазме примењена на нуклеарну физију. Досадашње теме радова су везане за runaway електроне, као део докторског рада, са фокусом на дијагностику плазме, контролу плазме и митигацију runaway електрона. Примарни интерес истраживања му је дијагностика плазме, али га још занимају производња трицијума и течни први зид код фузионих реактора.

Кандидат је учествовао на три међународне научне школе: Љубљана (Словенија, 2011), Кудова (Польска, 2014) и Лозана (Швајцарска, 2014). Учествовао је на две специјализоване радионице за runaway електроне: Гетеборг (Шведска,

2014) и Пертуис (Француска, 2015). Презентовао је постере на две конференције за докторске студенте нуклеарне физије: Лисабон (Португал, 2014) и Праг (Чешка Република, 2015); где је на потоњој био и део локалног организационог комитета. Такође је презентовао научне резултате и на међународним конференцијама: Фраскати (Италија, 2015), Лисабон (Португал, 2015) и Београд (Србија, 2016). До сада је објавио 7 научних радова, од тога је на 2 први аутор, док су 2 ко-ауторства у врхунским међународним часописима.

Поред научних делатности, кандидат од септембра 2017. године предаје физику специјалним математичким одељењима у гимназији „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду. Кандидат је такође и један од оснивача „Фузионе Образовне Мреже – ФОМ“, која се бави популаризацијом нуклеарне физије на нашим просторима. У оквиру ФОМ-а, кандидат је ко-организовао три радионице за студенте: две у Београду и једну у Новом Саду.

### Преглед научне активности

Прво научно-истраживачко искуство Милош Влаинић је стекао током мастер студија. Прво на лабораторијском пројекту, под називом „*Finding evidence of a link between breathing oscillations and micro-turbulence in a Hall-effect thruster*“, где истраживана веза између осцилација струје на аноди и турбуленција расејаних електрона из Холовог потисника.

Следеће научно-истраживачко искуство му је на мастер тези „*Measurements of Ion Temperature and Plasma Rotation Profiles by a He Beam in TJ-II*“, за шта су коришћени тороидални и полидални профили спектралних линија HeI 667.8 nm и HeII 468.5 nm. Ротациони профили описују брзину кретања плазме за одређен слој у одређеном смеру, који су неопходни за боље разумевање транспорта плазме. Док је мерење температуре јона требало да прошири употребу саме дијагностике са већ рутинских мерења температуре и густине неутралних честица на стеларатору TJ-II. Нажалост, ни један од ова два рада није завршио са публикацијом кандидата, али је касније ментор са мастер тезе објавио рад о мерењу температуре јона (F.L. Tabarés and D. Tafalla, Nucl. Fusion **55(1)** 013020, 2015) где се кандидат спомиње у захвалници.

Практично сви досадашњи објављени радови и научни резултати Милоша Влаинића су постигнути током докторских студија под темом „*Studies of Runaway Electrons in COMPASS Tokamak*“. Као неко ко има прилику да први пут детаљно и наменски истражује runaway електроне на токамаку COMPASS, интересовања и области током докторских студија су му поприлично широки: (1) добијање и сузбијање зрака runaway електрона, (2) мерење синхротронског зрачења runaway електрона, (3) одређивање релевантних параметара runaway електрона током пражњења у токамаку и (4) проналажење нових дијагностика за runaway електроне. Поред тога, кандидат је користио следеће моделе за упоређивање са експериментима: SYRUP за израчунавање интензитета синхротронског зрачења runaway електрона; и LUKE и NORSE за симулирање динамике расподеле runaway електрона по брзинама у времену и/или простору.

Runaway електрони представљају велику потенцијалну опасност након дисрупције плазме у будућим фузионим реакторима заснованих на принципу токамака (нпр. ИТЕР). Од неколико потенцијалних опасности за ИТЕР, runaway електрони су окарактерисани као друга опасност од значаја. Разлог лежи у великој електромагнетној енергији (процењује се да ће runaway електрони имати око 10 МА струје након дисрупције у ИТЕР-у) и њеном претварању у кинетичкој енергију, чије последице могу бити стопирање ИТЕР-а на неколико месеци уз велике трошкове санације. Интензивно изучавање runaway електрона је почело релативно касно, јер се њихова спонтана генерација након дисрупције није појавила до 90-их година прошлог века када је почела и експлоатација великих токамака.

Како спонтана генерација runaway зраке након дисрупције плазме никада није опажена у COMPASS токамаку, њено добијање је било главни задатак докторске тезе. Успешни експерименти прелиминарни разултати су објављени у научном раду „Post-disruptive runaway electron beam in COMPASS Tokamak“ (где је кандидат први и одговорни аутор), а надоградња статистике и резултата је описана у докторској дисертацији кандидата. Главни резултати су: (1) потврђивање раније опажене корелације у другим токамацима између магнетних флуктуација и негативног скока напона плазме током дисрупције, (2) релативно узан интервал вредности тороидалног електричног поља при којем се генеришу зраци runaway електрона и (3) експериментално неслагање са хипотезом о генерацији електрона током дисрупције у TEXTOR токамаку.

Прво синхротронско зрачење на COMPASS токамаку је измерено захваљујући инсистирању кандидата. Ово мерење је била једина могућност опажања задржаних runaway електрона у плазми, тј. директно опажање runaway у плазми. Док су подаци послужили за детекцију и анализу високоенергетских електрона (преко 15 MeV) – одређена је њихова густина, струја и угао нагиба (енг. „pitch angle“). Такође је опажена и временска корелација између интензитета синхротронског зрачења и мерених неутрона, али се физичка интерпретација још увек истражује.

Тороидално електрично поље (ТОП) убрзава електроне, који постају runaway ако је сила убрзања већа од силе отпора од стране Кулонове интеракције са остатком плазме. Стога је кандидат испитивао разне доступне опције за процену ТОП на токамаку COMPASS. Експериментална мерења ТОП се по правилу врше ван плазме, а теорија и симулације runaway електрона користе ТОП у самој плазми. Кандидат је упоредио сва четири доступна мерења напонских прстенова између себе и са два симулатора плазме токамака (EFIT и METIS). Нађено је да резултати могу да варирају и преко 50% за нека релевантна runaway пражњења. Такође је сугерисано операторима да је боље користити средишњи напонски прsten од горњег, приликом пражњења са кружним попречним пресеком.

Коначно, коришћењем већ постојеће теоретске методе уз имплементирање експерименталног мерења помоћу Томсоновог расејања и процене притиска плазме из EFIT-а, кандидат процењује струју runaway електрона током runaway пражњења. Познавање runaway струје даље даје податак о густини runaway електрона у плазми, што служи као најважнији параметар за поређење са симулацијама. Такође, ови резултати могу послужити и каснијим надоградњама симулатора плазме као што су EFIT и METIS.

Као неко заинтересован за дијагностику плазме, кандидат самоиницијативно ради на прегледу основне теорије Томсоновог расејања светlostи и електронсог циклотронског зрачења (ECE) као додатак докторској тези, али из угла интересантности за runaway дијагностику. Захваљујући овоме, на COMPASS токамаку сада активно раде на ECE анализи за примену на runaway-а. Поред теоретског дела везаног за нове дијагностике, кандидат је био главна одговорна особа за комуникацију, инсталирање и одржавање Черенковог детектора, као и за одабир и набавку нових неутронских детектора, базираних на He-3.

## **Елементи за квалитативну оцену научног доприноса**

### **1. Квалитет научних резултата**

#### *1.1 Значај научних резултата*

Кандидат се у току досадашњег рада бавио експерименталним испитивањем runaway електрона, превасходно на чешком токамаку COMPASS, лоцираном на Институту за Физику Плазме у Прагу. Како процедура за сузбијање runaway електрона још није дефинисана за ИТЕР, а почетак рада ИТЕР-а је све ближи – ова тема постаје од све већег значаја за истраживање у нуклеарној физији. Кандидат је имао значајну (некада и кључну) улогу у припремању експерименталне поставке, планирању и изведби експеримената током првих 5 посвећених експерименталних кампања runaway електронима на токамаку COMPASS. Главни експериментални резултат је успешно добијање спонтане генерације runaway зраке након дисрупције индуковане аргоном. Поред тога, прво синхротронско зрачење runaway електрона на COMPASS-у је опажено на инсистирање кандидата. Кандидат је анализирао оба експериментална резултата. Због самог значаја тороидалног електричног поља у производњи runaway електрона, као и честа непотпуна објашњења у литератури, кандидат је указао на важност експерименталне процене овог параметра. Ови и још неколико пионирских резултата кандидата, као и његових колега, на runaway електронима су довели до накнадног укључивања токамака COMPASS у „EUROfusion MST-1“ пројекат\* везан за runaway електроне.

\* MST-1 (Medium Size Tokamaks) пројекти се раде на главним европским машинама (Asdex Upgrade, TCV и MAST Upgrade), где COMPASS није био урачунат. Сада јесте на свега две теме, од којих је једна runaway електрони. До тада је COMPASS сматран само као „мањи“ уређај, као испомоћ „већима“.

#### *1.2 Параметри квалитета часописа*

Кандидат др Милош Влаинић је објавио укупно 7 радова у међународним часописима и то:

- 2 рада у врхунском међународном часопису Nuclear Fusion (IF = 3.2535)

- 1 рад у истакнутом међународном часопису Plasma Physics and Controlled Fusion (IF = 2.139)
- 2 рада у међународном часопису Journal of Instrumentation (IF = 1.234)
- 1 рад у међународном часопису Journal of Plasma Physics (IF = 0.8675)
- 1 рад у међународном часопису Nukleonika (IF = 0.481)

Укупан импакт фактор објављених радова је 12.4625.

#### *1.3 Подаци о цитирањости*

Према бази Web of Science, радови др Милоша Влаинића су цитирани укупно 13 пута, од чега 7 пута изузимајући аутоцитате, док је Хиршов индекс према истој бази 2.

#### *1.4 Међународна сарадња*

Међународне активности др Милоша Влаинића обухватају:

- учешће на EUROfusion пројекту WP14-MST2-9: "Studies of generation and mitigation of runaway electrons in the COMPASS tokamak" од јануара 2014. до децембра 2015.
- сарадња са Дивизијом за Студије Плазме, Националног центра за нуклеарна истраживања у Отвоцку (Польска)
- сарадња са теоријском групом проф. Тунде Фулоп са Чалмерс Универзитета у Гетеборгу (Шведска)
- сарадња са теоријском групом проф. Ива Пејсона из ЦЕА Кадараша (Француска)

## **2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничних решења**

Од свих 7 радова, само је M22 рад у часопису Plasma Physics and Controlled Fusion базиран на комплексним нумеричком симулацијама, док су сви остали радови експериментални. M22 рад има шест коаутора, што је више од пет, па се он након нормирања вреднује 4.1667 поена. Сви експериментални радови имају преко седам коаутора. Два M21 рада имају 27 (овде је кандидат трећи аутор) и 41 коаутора, па се они после нормирања вреднују 1.6 и 1.0256, респективно. Два коауторска M23 рада у часопису Journal of Instrumentation имају 62 и 13 коаутора, па се они после нормирања вреднују по 0.25 и 1.3636 поена; док преостала два M23 рада са кандидатом као првим аутором имају 10 (Journal of Plasma Physics) и 8 (Nukleonika), и број поена након нормирања је 1.875 и 2.5, респективно. Укупан број поена кандидата на основу M20 публикација пре нормирања износи 33, а после нормирања 12.78. Нормирани поени чине скоро две трећине укупног броја поена.

### **3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

Кандидат је учествовао на следећим пројектима:

- учешће на чешком националном пројекту MSMT LM2011021 који је омогућио рад COMPASS токамака
- учешће на EUROfusion пројекту WP14-MST2-9: "Studies of generation and mitigation of runaway electrons in the COMPASS tokamak" од јануара 2014. до децембра 2015.

### **4. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

#### *4.1 Рецензије научних радова*

Кандидат је био рецензент 1 рада у часопису Europhysics Letter (IF = 1.957).

#### *4.2 Организација научних скупова*

Др Милош Влаинић је био члан локалног организационог одбора конференције "FuseNet PhD Event 5", која је одржана у 2015. години у Прагу.

Кандидат је такође учествовао и у организовању три радионице за студенте на тему нуклеарне физије као део ФОМ-а:

- „Student workshop in Nuclear Fusion and Tokamak Physics“ одржану 2015. године на Технолошко-Металуршком Факултету Универзитета у Београду
- „Fusion Days@NS“ одржану 2016. године на Природно-Математичком Факултету Универзитета у Новом Саду
- „Fusion Days@BG“ одржану 2017. године у Задужбини Илије М. Коларца (Београд)

### **5. Утицај научних резултата**

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

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

Кандидат је све своје објављене истраживачке активности реализовао у Инстититу за Физику Плазме у Прагу. Кандидат је значајно допринео сваком експерименталном раду на коме учествовао. Од 6 експерименталних радова, на 2 је први аутор где се његов допринос огледа у припреми и руковођењу потребних експеримената, добијању, интерпретацији и презентацији експерименталних резултата, писању радова и комуникацији са уредницима и рецензентима часописа. Код M21 рада, где је кандидат трећи аутор (од 27 укупних), допринос је припрема и руковођење потребних експеримената, добијање и интерпретација експерименталних резултата, као и помоћ око писања рада и комуникације са

уредницима и рецензентима. У преостала 3 експериментална рада кандидат је допринео припремом и руковођењем потребних експеримената, добијању и интерпретацији и презентацији експерименталних резултата. Коначно, на преосталом раду комплексне нумеричке симулације, кандидат је допринео у добијању и интерпретацији експерименталних резултата са COMPASS токамака, који су пропратили главне нумеричке резултате.

## **Елементи за квантитативну оцену научног доприноса**

### **Остварени М-бодови по категоријама публикација**

Категорија	М-бодови по раду	Број радова	Укупно М-бодова	Нормирани број М-бодова
<b>M21</b>	8	2	16	2.6
<b>M22</b>	5	1	5	4.2
<b>M23</b>	3	4	12	6.0
<b>M33</b>	1	4	4	1.6*
<b>M34</b>	0.5	4	2	1.1*
<b>M70</b>	6	1	6	6

\*Сви M30 радови су експериментални, сем једног (Ева Мацушова је први аутор) који је комплексна нумеричка симулација.

### **Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научног сарадника**

	Потребно	Остварено (без нормирања)
<b>УКУПНО:</b>	16	21.5 (45)
<b>M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42</b>	10	15.5 (39)
<b>M11+M12+M21+M22+M23</b>	6	12.8 (33)

## **Закључак и предлог**

Имајући у виду квалитет научног рада др Милоша Влаинића и постигнути степен истраживачке зрелости и компететности, као и самосталност у дефинисању и решавању комплексних научних проблема задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Милоша Влаинића у звање научни сарадник.

У Београду, 30.03. 2018.

Чланови комисије:

др Миливоје Ивковић  
Научни саветник  
Институт за физику Универзитета у Београду

Проф. др Зоран Мијатовић  
Редовни професор  
Департман за физику,  
Универзитет у Новом Саду, Природно математички факултет

др Ненад Сакан  
Научни сарадник  
Институт за физику Универзитета у Београду

**Научном већу Института за физику, Универзитета у Београду**

**Предмет: Избор у звање истраживач сарадник**

На седници Научног већа Института за физику одржаној 16.04.2019. године именовани смо у комисију за стручну процену испуњености услова за избор Биљане Станков у звање ИСТРАЖИВАЧ САРАДНИК.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидаткиње и увида у њен рад и публикације подносимо Научном већу Института за физику Универзитета у Београду следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. Биографија**

Биљана Станков рођена је 1989. године у Зрењанину. Завршила је основну школу „Светозар Марковић Тоза“ у Елемиру 2004. године и Зрењанинску гимназију у Зрењанину 2008. године. Четири године основних студија из физике-метеорологије зарвашава на Департману за физику, Природно-математичког факултета, Универзитета у Новом Саду са просечном оценом ртоком студија 9.56 и одбраном дипломског рада 25. 09. 2012. године. Исте године полаже разлику испита за истраживачки смер на физици и уписује мастер студије из области физике плазме. Мастер студије завршава 14. 10. 2013. године са просечном оценом 10.0 и одбраном мастер рада „Испитивање услова за снимање спектралних линија хелијума из плазме произведене у електромагнетној Т-цеви“ под менторством проф. др. Стевице Ђуровића. Године 2013. уписује докторске студије из области физике плазме на истом факултету као стипендиста Министарства просвете науке и технолошког развоја. Радила је од 05.12.2013 до 14.01.2014 као наставник физике у основној школи "Светозар Марковић Тоза" у Елемиру. Од 01.03.2016. године волонтирала је у Лабораторији за спектроскопију плазме и ласере Института за

физику, а од 01. 12. 2016. је запослена у Институту за физику у Београду у звању истраживач приправник. Положила је све испите и уписала трећу годину докторских студија. Пријавила је 22. 08. 2018. тему доктората „Истраживања комплексних облика спектралних линија берилијума у присуству берилијумске пррашине“, са др Игором Савићем и др Миливојем Ивковићем као менторима, која је одобрена 17. 01. 2019. године. Објавила је два рада у часописима категорије M22, има два позивна предавања на међународним конференцијама M31 и M32 и три постер презентације на међународним конференцијама 2 - M33 и 1 - M34. Тренутно је ангажована на пројекту из области основних истраживања (ОН171014) - „Спектроскопска дијагностика нискотемпературне плазме и гасних пражњења: облици спектралних линија и интеракција са површинама“;

## 2. Анализа научне активности

Научна активност кандидаткиње Биљане Станков усмерена је највећем делу на добијању и анализи оптичког спектра емитованог из различитих извора плазме или пражњења у гасовима.

У оквиру изrade мастер рада радила је на добијању и анализи спектралних линија хелијума (коришћеног као носећи гас) и силицијума (унетог аблацијом зидова цеви за пражњење) емитованих из плазме произведене у електромагнетној Т-цеви. Дијагностику густине и температуре електрона вршила је анализом параметара спектралне линије хелијума (на 447.1 nm) са забрањеним компонентама и применом метода Болцманове праве силицијумових линија респективно. У оквиру ових истраживања радила је и на анализи испуњености услова за постојање локалне термодинамичке равнотеже и испитивањима оптичке дебљине спектралних линија.

Током рада на докторату највећу пажњу посветила је проблему добијања и анализе спектралних линија берилијума. Оvakva истраживања су важна због истраживања фузионих плазми. Тренутно је наиме у изградњи ИТЕР (*International Thermonuclear Experimental Reactor*), а први слој зидова овог реактора који је у директном контакту са формираном плазмом, биће

направљен од берилијума. Ови подаци су од великог значаја и за астрофизику – јер је берилијум присутан у великом броју звезда чије се зрачење прати. Ова истраживања била су најпре усмерена ка добијању извора који би могао да послужи за безбедно посматрање линија берилијума. Наиме, берилијум је врло токсичан те је било потребно конструисати извор којим би се могло безбедно руковати у условима који постоје у лабораторији. При томе је било неопходно одредити, како теоријски тако и експериментално, оптималне услове за рад извора и снимање спектралних линија берилијума, односно услове при којима се спектралне линије берилијума појављују у спектру и могу се издвојити од линија носећег гаса. Ексцитација берилијума и појављивање његових линија у емисионом спектру остварено је уметањем керамике, берилијум-оксида у цев за пражњење. Аблацијом керамичких зидова под дејством ударног таласа плазме и спатеровањем услед дејства тешких јона носећег гаса берилијум оксид је уношен у електрично пражњење и потом дисосован. Испитивања емисионих карактеристика наведеног извора су вршена при различитим притисцима гасова: аргона, аргона са хелијумом, хелијума са водоником и криптона. Експериментална испитивања су вршена са различитим како електричним конфигурацијама, тако и са различитим поставкама и варијантама самог извора док се није постигао задовољавајући резултат. Спектри су при тим условима снимани у различитим временима током еволуције плазме. Добијени резултати публиковани су у часопису *Review of scientific instruments* са назнаком *Editor picks*. Треба напоменути и да је при уношењу и дисоцијацији берилијум оксида у плазму формирана и његова прашина, односно такозвана прашкаста плазма – *dusty plasma*. Експеримент је спроведен у циљу анализе процеса који доводе до формирања прашине и њеног утицаја како на електричне параметре, тако и на емисионе карактеристике добијене плазме. Ово је од посебне важности за анализу и оптимизацију рада фузионих реактора у којима услед велике температуре долази до појачане аблације зидова токамака и појаве прашине (која може довести чак и до гашења или деструкције реактора).

Даљи њен рад био је усмерен је на ширине, помераја и облика спектралних линија, неутралног и једноструко јонизованог атома берилијума. Спектралне

линије добијене применом оваквог извора зрачења би могле бити коришћене за израчунавање Штаркових параметара и вероватноћа прелаза. У оквиру рада на овом експерименту је по први пут установљено постојање забрањених компонената код две линије берилијума. Детаљним истраживањима потрђено је њихово постојање и значај за дијагностику плазми које садрже берилијум. Добијени резултати публиковани су у часопису категорије M21 - European physics letters.

Конструисан је и испитиван један спектроскопски извор зрачења - плазма млаз – *plasma jet*. Извор плазма млаза је малих димензија - електроде се налазе на растојању од 1 см, а отвор на електроди, кроз који пролази плазма млаз, има дијаметар 0,6 mm. Намена овог извора је била да се провери да ли се на овај начин могу добити прецизнија мерења помераја спектралних линија. Пропагација плазма млаза је праћена коришћењем брзе фотографије чиме је потврђено његово формирање и анализирано простирање. Анализирани су и упоређивани оптички емисиони спектри плазма млаза и цеви у којој се одвијало пражњење. Снимање зрачења се обављало истовремено уз помоћ три фибер оптичка влакна - један за снимање пражњења у цеви, други за снимање плазма млаза и трећи за снимања са краја - *end on*. На основу ових снимака и анализом спектара било је могуће утврдити разлике у концентрацији и температури унутар same цеви и у плазма млазу, као и колики је појединачни допринос ове две зоне плазме у укупном сигналу. Пражњење је успостављано у више гасова, пражњењем кондензатора различитих капацитета. Мењане су димензије, отвор и растојање између електрода, а све у циљу добијања стабилног извора који се може користити за анализу спектралних линија гаса. Утврђено је да су густине електрона у плазма млазу за више од реда величине мање од густине електрона унутар цеви за пражњење, што омогућава његову примену као референтног извора. Треба напоменути да овако конструисан *plasma jet* извор, за разлику од осталих који носе исто име, не може бити употребљаван за третирање биолошких узорака због високе температуре и ниске електронске концентрације.

### **3. Закључак и предлог**

Имајући у виду квалитет научног рада као и постигнуте резултате кандидаткиње изузетно нам је задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да донесе одлуку о избору Биљане Станков у звање ИСТРАЖИВАЧ САРАДНИК.

У Београду, 25. 04. 2019.

Чланови комисије:

---

др Миливоје Ивковић

Научни саветник

Институт за физику Универзитета у Београду

---



др Игор Савић

Ванредни професор

Департман за физику,

Природно математички факултет, Универзитет у Новом Саду

---

др Ненад Сакан

Научни сарадник

Институт за физику Универзитета у Београду

Ненад Сакан

# ФИЗИЧКЕ МЕТОДЕ МЈЕРЕЊА

nubl 

Доц. др Ненад М. Сакан,  
ФИЗИЧКЕ МЕТОДЕ МЕРЕЊА

Издавач  
НУБЛ - Независни Универзитет Бања Лука

За издавача  
Горан Калинић, директор Независног Универзитета Бања Лука

Рецензенти

Др Зоран Симић  
Виши научни сарадник Астрономске Опсерваторије у Београду

Ма Немања Ракић  
Виши асистент Природно-математичког факултета  
Универзитета у Бањој Луци

Уредник  
Проф. др Милован Милутиновић

Лектор  
Доц. др Обрад Лукић

Штампарија ГРАФИД Бања Лука

За штампарију:  
Бранислав Иванковић  
Забрањено копирање у целости или по деловима без сагласности  
автора.  
Тираж:100 примерака. Електронска верзија

ФИЗ



NEZAVISNI UNIVERZITET BANJA LUKA

## ФИЗИЧКЕ МЕТОДЕ МЕРЕЊА

Ненад М. Сакан

НУБЛ  
Бања Лука 2019.

# Садржај

## Увод

v

1	Физика и наше знање о свету око нас	1
1.1	Експеримент и теорија . . . . .	2
1.2	Математика, моћ бројева . . . . .	3
1.3	Теорија, физички закони . . . . .	4
1.4	Мерење, бројеви и теорија . . . . .	6
1.5	Методологија истраживања . . . . .	10
1.6	Типови експеримента . . . . .	10
1.7	Фазе експеримента . . . . .	11
1.8	Класификација мерења . . . . .	12
1.9	Калибрација мерних инструмената . . . . .	14
1.10	Калибрација мерне методе . . . . .	16
1.11	Реални мерни инструмент, особине . . . . .	17
1.12	Шум . . . . .	17
1.13	Амперметар и волтметар . . . . .	23
1.14	Особине мерних инструмената . . . . .	25
1.14.1	Кратак поглед на динамичке карактеристике инструмента . . . . .	32
1.15	Грешке инструмента и методе мерења, пример мерења струје и напона . . . . .	36
2	Резултати мерења	41
2.1	Представљање резултата мерења . . . . .	41

2.2	Зашто се јављају експерименталне грешке? . . . . .	43
2.3	Врсте експерименталних грешака . . . . .	43
2.4	Директно мерена величина . . . . .	46
2.5	Индиректно мерена величина . . . . .	55
2.6	Графичко представљање . . . . .	58
3	Модерно доба у мерењу и обради резултата	63
3.1	Рачунар у експерименту . . . . .	63
3.1.1	Рачунар и његова веза са спољашњим светом	64
3.1.2	Рачунар и мерење . . . . .	64
3.2	Рачунар у обради података . . . . .	77
	Крај, или почетак?	95
	Списак слика	96
	Списак табела	102
	Библиографија	104

## УВОД

Све истраживања у области мерења и обраде резултата имају за циљ да се узимају у обзир сви фактори који утичу на резултат. У овом делу књиге се усавршавају приступи и методе стварања резултата из мерења. Велики број примера је био подложен обради резултата, а то је објединује велику вредност овог дела. Резултати мерења се користе за решавање техничких проблема, али и за стварање нових знања, тако да је обрада резултата мерења веома важна. У [2], као и у [3], се објасњавају методе обраде резултата мерења, а у [4] се објасњавају методе обраде резултата из мерења. Овај део књиге је посвећен обради резултата из мерења, али и објашњавајући методе обраде резултата из мерења, али и објашњавајући методе обраде резултата из мерења.

Све истраживања у области мерења и обраде резултата имају за циљ да се узимају у обзир сви фактори који утичу на резултат. У овом делу књиге се усавршавају приступи и методе стварања резултата из мерења. Велики број примера је био подложен обради резултата, а то је објединује велику вредност овог дела. Резултати мерења се користе за решавање техничких проблема, али и за стварање нових знања, тако да је обрада резултата мерења веома важна. У [2], као и у [3], се објасњавају методе обраде резултата мерења, а у [4] се објасњавају методе обраде резултата из мерења. Овај део књиге је посвећен обради резултата из мерења, али и објашњавајући методе обраде резултата из мерења, али и објашњавајући методе обраде резултата из мерења.

## Библиографија

- [1] Иван Аничин. "Обрада резултата мерења". Физички факултет, Универзитет у Београду, 1990.
- [2] Tetsuya Saito Leslie Smith (eds.) Horst Czichos Prof. (auth.), Prof. Horst Czichos Prof. Springer Handbook of Metrology and Testing. Springer Handbooks. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2 edition, 2011.
- [3] В.В.Лебедев. О.Н.Кассандрова. Обработка результатов наблюдений. Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1970.
- [4] Щиголев Б.М. Математическая обработка наблюдений. Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1962.
- [5] ASQ Measurement Quality Division and Editor Jay L. Bucher PhD. The Metrology Handbook, 2nd Edition (With CD-ROM). Pearson, nov 2019.
- [6] Третьяк. Обработка результатов наблюдений. 2004.
- [7] F. Pavese G. B. Rossi P. Ciarlini, M. G. Cox. Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology VI. Series on Advances in Mathematics for Applied Sciences. World Scientific Publishing Company, 2004.
- [8] Toru Yoshizawa (editor). Handbook of optical metrology: principles and applications. CRC Press, 1 edition, 2009.

- [9] An Important Question in Metrology, Based Upon Recent and Original Discoveries. Wentworth Press, mar 2019.
- [10] Rene Schodel. Modern Interferometry for Length Metrology: Exploring Limits and Novel Techniques (IPH001). Iop Publishing Ltd, mar 2019.
- [11] Momčilo Sakan. "Metodologija nauke". NUBL, Banja Luka, 2008.
- [12] Karl Popper. The Logic of Scientific Discovery (Routledge Classics). Routledge, nov 2019.
- [13] Alper Demir. Analysis and Simulation of Noise in Nonlinear Electronic Circuits and Systems (The Springer International Series in Engineering and Computer Science). Springer, nov 1997.
- [14] F. N. H Robinson. Noise Fluctuations in Electronic Devices and Circuits. Clarendon Press, nov 1974.
- [15] T. H. Wilmhurst. Signal Recovery from Noise in Electronic Instrumentation, Second Edition. Taylor & Francis, jan 1990.
- [16] Timothy C. Urdan. Statistics in Plain English, Third Edition. Routledge, may 2010.
- [17] Harry L. Van Trees. Radar-Sonar Signal Processing and Gaussian Signals in Noise (Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part 3). Krieger Pub Co, jul 1992.
- [18] Elya B. Joffe. Grounds for Grounding: A Circuit to System Handbook. Wiley-IEEE Press, jan 2010.
- [19] Peter Wilson. The Circuit Designer's Companion. Newnes, aug 2017.
- [20] Art Ka Analyze
- [21] C. D. Wiley-
- [22] H. Mot data u curve f
- [23] A. Ch genera the ex Associ
- [24] Gnu r
- [25] Thomas Intern
- [26] Lawre
- [27] M. He Spring
- [28] Gnupl
- [29] Philip Co., C
- [30] Fityk
- [31] S. Sak Geoch ecolog monte

- [20] Art Kay. Operational Amplifier Noise: Techniques and Tips for Analyzing and Reducing Noise. Newnes, jan 2012.
- [21] C. D. Motchenbacher. Low-Noise Electronic System Design. Wiley-Interscience, jun 1993.
- [22] H. Motulsky and A. Christopoulos. Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression: a practical guide to curve fitting. Oxford University Press, Oxford, 2004.
- [23] A. Charnes, E. L. Frome, and P. L. Yu. The equivalence of generalized least squares and maximum likelihood estimates in the exponential family. *Journal of the American Statistical Association*, 71(353):169–171, 1976.
- [24] Gnu r home page <https://www.r-project.org/>.
- [25] Thomas Rahlf. Data Visualisation with R. Springer International Publishing, New York, 2017.
- [26] Lawrence Leemis. Learning Base R. Lightning Source, 2016.
- [27] M. Henry H. Stevens. A Primer of Ecology with R. Use R. Springer, 2009.
- [28] Gnuplot home page <http://www.gnuplot.info/>.
- [29] Philipp K. Janert. Gnuplot in Action. Manning Publications Co., Greenwich, CT, USA, 2nd edition, 2015.
- [30] Fityk home page <https://fityk.nieto.pl/>.
- [31] S. Sakan, N. Sakan, A. Popović, and D. Škrivanj, S. and Đorđević. Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ecological risk of potential toxic elements in sediments using monte carlo simulations. *Molecules*, 24:2145, 2019.

- [32] Sanja Sakan, Gordana Dević, Dubravka Relić, Ivan Andđelković, Nenad Sakan, and Dragana Đorđević. Evaluation of sediment contamination with heavy metals: the importance of determining appropriate background content and suitable element for normalization. *Environmental Geochemistry and Health*, 37(1):97–113, Feb 2015.
- [33] Sanja M. Sakan, Gordana J. Dević, Dubravka J. Relić, Ivan B. Andđelković, Nenad M. Sakan, and Dragana S. Đorđević. Environmental assessment of heavy metal pollution in freshwater sediment, serbia. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 43(6):838–845, 2015.
- [34] Sanja Sakan, Nenad Sakan, Ivan Andđelković, Snežana Trifunović, and Dragana Đorđević. Study of potential harmful elements (arsenic, mercury and selenium) in surface sediments from serbian rivers and artificial lakes. *Journal of Geochemical Exploration*, 180:24 – 34, 2017.

10. Сакан, Ненад. Физичке методе мерења / Ненад Сакан. - Бања Лука : Независни Универзитет, 2019. - Број: 1. - Уџбеник за студије библиотекарства и информатичких наука. На базији наставне програмске документације Универзитета у Бањој Луци. - Ред. 07-08. - 2019.

11. Сакан, Ненад. Физичке методе мерења / Ненад Сакан. - Бања Лука : Независни Универзитет, 2019. - Број: 2. - Уџбеник за студије библиотекарства и информатичких наука. На базији наставне програмске документације Универзитета у Бањој Луци. - Ред. 07-08. - 2019.

12. Сакан, Ненад. Физичке методе мерења / Ненад Сакан. - Бања Лука : Независни Универзитет, 2019. - Број: 3. - Уџбеник за студије библиотекарства и информатичких наука. На базији наставне програмске документације Универзитета у Бањој Луци. - Ред. 07-08. - 2019.

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

53.08

САКАН, Ненад

Физичке методе мерења / Ненад М. Сакан. - Бања Лука :  
Независни универзитет, 2019 (Бања Лука : Графид). - VI, 108 стр. :  
илустр. ; 25 cm

Тираж 100. - Библиографија: стр. 105-108.

ISBN 978-99976-43-18-6

Астрономска опсерваторија  
Волгина 7  
11060 Београд  
Телефон/Факс: +381 (0)11 2419-553

АСТРОНОМСКА ОПСЕРВATORIЈА  
са потпуном одговорношћу  
Број 72/1  
17-02- 20 22 год.  
БЕОГРАД - Волгина 7

### ПОТВРДА О РУКОВОЂЕЊУ ПРОЈЕКТНИМ ЗАДАТКОМ

Др Ненад Сакан је у оквиру пројекта који је био регистрован код Министарства за просвету, науку и технолошки развој под бр. **176002** "Утицај судара на спектре астрофизичке плазме", руководио подпројектом-задатком "Оптичке особине густих неидеалних плазми", који је трајао од 2011 до 2019. године.

У Београду,

17.02.2022.



Др Зоран Симић, научни саветник

Руководилац пројекта **МНТР 176002**

# Индивидуални чланови ДФС

(Евидентиране уплате до 11.3.2020.)

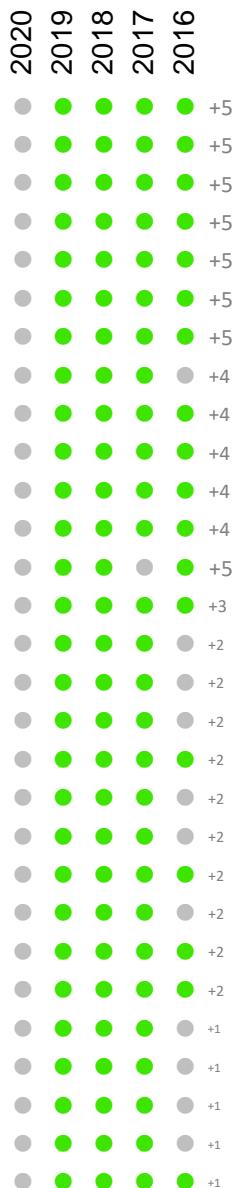


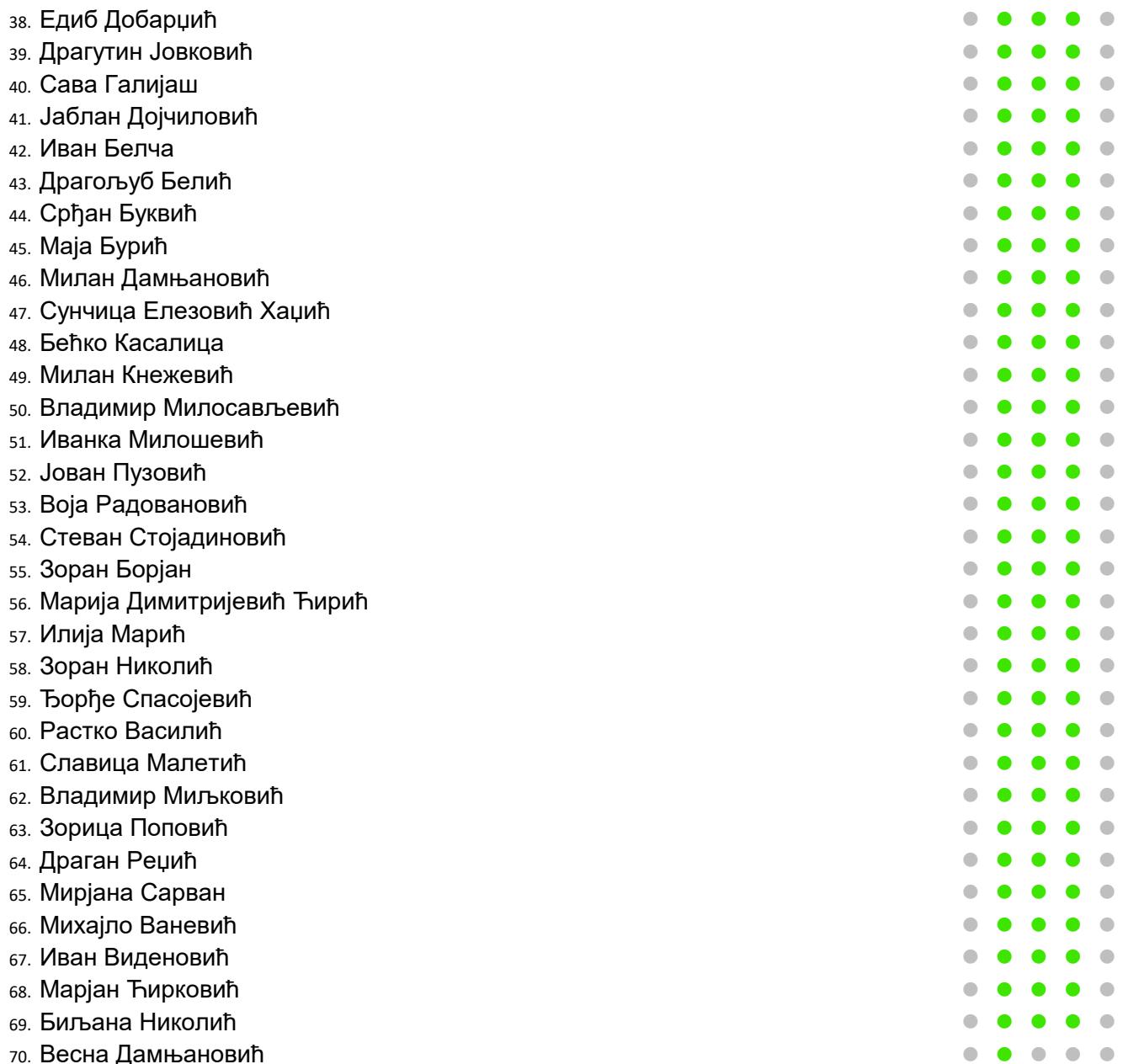
## ПОЧАСНИ ЧЛАНОВИ

1. Јарослав Лабат
2. Илија Савић
3. Јагош Пурић
4. Мирјана Поповић Божић
5. Милан Распоповић
6. Душанка Обадовић
7. Надежда Новаковић (преминула 2018)
8. Иван Аничин (постхумно)

## Физички факултет

9. Иван Дојчиновић
10. Саша Ивковић
11. Братислав Обрадовић
12. Андријана Жекић
13. Иринел Тапалага
14. Нора Тркља
15. Владимир Чубровић
16. Милорад Кураица
17. Горан Попарић
18. Мићо Митровић
19. Бранислава Мисаиловић
20. Иван Крстић
21. Милица Милојевић
22. Биљана Радиша
23. Никола Коњевић
24. Петар Ачић
25. Душан Поповић
26. Божидар Николић
27. Весна Ковачевић
28. Горан Сретеновић
29. Зоран Поповић
30. Милош Бургер
31. Светислав Мијатовић
32. Никола Коњик
33. Татјана Вуковић
34. Душко Латас
35. Милош Скочић
36. Саша Дмитровић
37. Јелена Пајовић





### Институт за физику

	2020	2019	2018	2017	2016
71. Ненад Сакан	●	●	●	●	+4
72. Братислав Маринковић	●	●	●	●	+4
73. Владимира Вељић	●	●	●	●	+2
74. Александра Алорић	●	●	●	●	+1
75. Драган Маркушев	●	●	●	●	+1
76. Вељко Јанковић	●	●	●	●	+2
77. Марко Опачић	●	●	●	●	+1
78. Данко Бошњаковић	●	●	●	●	
79. Бојан Николић	●	●	●	●	+2
80. Петар Бокан	●	●	●	●	+2
81. Никола Петровић	●	●	●	●	+1
82. Ненад Лазаревић	●	●	●	●	+2
83. Новица Пауновић	●	●	●	●	+2
84. Миљан Дашић	●	●	●	●	

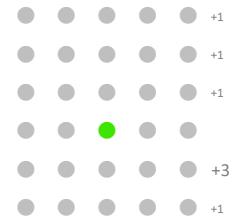


85. Ана Худомал	● ● ● ● ● +1
86. Михаило Чубровић	● ● ● ● ● +1
87. Стефан Граовац	● ● ● ● ● +1
88. Дејан Симић	● ● ● ● ● +1
89. Бранко Драговић	● ● ● ● ● +1
90. Лидија Живковић	● ● ● ● ● +1
91. Димитрије Степаненко	● ● ● ● ● +1
92. Ивана Васић	● ● ● ● ● +1
93. Илија Иванишевић	● ● ● ● ●
94. Игор Попов	● ● ● ● ●
95. Дејан Ђокић	● ● ● ● ●
96. Урош Ралевић	● ● ● ● ●
97. Александар Милосављевић	● ● ● ● ● +3
98. Владимир Удовичић	● ● ● ● ● +2
99. Татјана Агатоновић Јовин	● ● ● ● ● +2
100. Милутин Благојевић	● ● ● ● ● +1
101. Александар Крмпот	● ● ● ● ● +1
102. Милован Шуваков	● ● ● ● ● +1
103. Сања Тошић	● ● ● ● ● +1
104. Зоран Мијић	● ● ● ● ● +1
105. Милан Радоњић	● ● ● ● ● +1
106. Милош Радоњић	● ● ● ● ● +1
107. Срђан Марјановић	● ● ● ● ● +1
108. Александар Бојаров	● ● ● ● ● +1
109. Јелена Сивош	● ● ● ● ● +1
110. Коста Спасић	● ● ● ● ● +1
111. Владимир Дамљановић	● ● ● ● ● +1
112. Бранко Николић	● ● ● ● ● +1
113. Јакша Вучићевић	● ● ● ● ● +1
114. Саша Дујко	● ● ● ● ● +1
115. Милош Ранковић	● ● ● ● ● +1
116. Драгана Марић	● ● ● ● ● +1

ИИН 'Винча'	2020	2019	2018	2017	2016
117. Валентин Ивановски	●	● ● ● ● +5			
118. Страхиња Лукић	●	● ● ● ● +5			
119. Стеван Јокић	●	● ● ● ● +4			
120. Душко Борка	●	● ● ● ● +4			
121. Гордана Милутиновић Думбеловић	●	● ● ● ● +4			
122. Слободанка Галовић	●	● ● ● ● +3			
123. Иванка Божовић Јелисавчић	●	● ● ● ● +3			
124. Мила Пандуровић	●	● ● ● ● +3			
125. Иван Смиљанић	●	● ● ● ● +3			
126. Јудита Мамузић	●	● ● ● ● +3			
127. Милорад Шиљеговић	●	● ● ● ● +2			
128. Милутин Степић	●	● ● ● ● +2			
129. Љупчо Хаџијевски	●	● ● ● ● +1			
130. Далибор Чевизовић	●	● ● ● ● +1			
131. Миољуб Нешић	●	● ● ● ● +1			

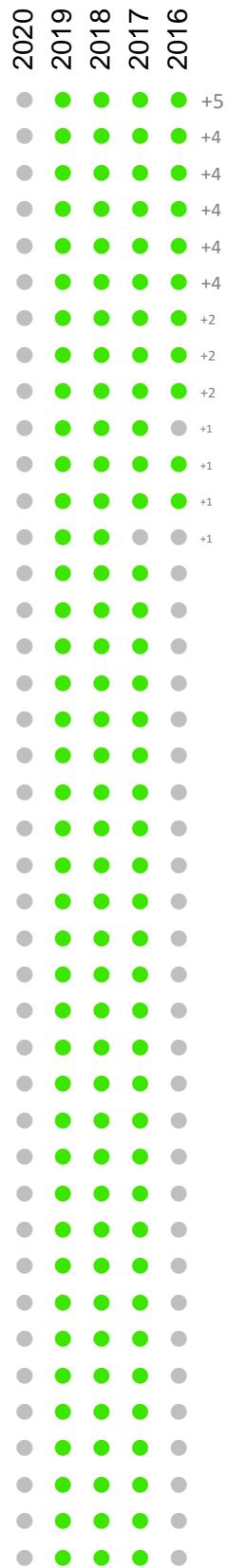


132. Марица Поповић
  133. Горан Качаревић
  134. Јована Петровић
  135. Марин Тадић
  136. Весна Борка Јовановић
  137. Катарина Вуковић



ПМФ Нови Сад

138. Стевица Ђуровић
  139. Маја Стојановић
  140. Имре Гут
  141. Раденко Кисић
  142. Ивана Богдановић
  143. Бранка Радуловић
  144. Петар Мали
  145. Тијана Продановић
  146. Оливера Клисурин
  147. Мирослав Цветинов
  148. Стеван Армаковић
  149. Никола Јованчевић
  150. Богдан Богдановић
  151. Зоран Мијатовић
  152. Светлана Лукић Петровић
  153. Весна Црнојевић Бенгин
  154. Радомир Кобиларов
  155. Миодраг Крмар
  156. Душан Mrđa
  157. Наташа Тодоровић
  158. Мирослав Весковић
  159. Срђан Ракић
  160. Милан Пантић
  161. Федор Скубан
  162. Игор Савић
  163. Жељка Цвејић
  164. Соња Скубан
  165. Душан Зорица
  166. Горан Штрбац
  167. Лазар Гавански
  168. Јована Николов
  169. Борислава Петровић
  170. Зорица Подрашчанин
  171. Слободан Радошевић
  172. Милица Рутоњски
  173. Мирјана Шиљеговић
  174. Љубица Ђачанин
  175. Теодора Гајо
  176. Сава Баришић
  177. Тамара Иветић
  178. Невена Ђелић





### ПМФ Крагујевац

	2020	2019	2018	2017	2016
187. Милан Ковачевић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+5
188. Драгослав Никезић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+4
189. Драгица Кнежевић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+4
190. Владимира Марковић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+3
191. Момир Арсенијевић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+3
192. Виолета Петровић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+2
193. Јасна Стевановић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+2
194. Ана Симовић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+2
195. Светислав Савовић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+1
196. Мирко Радуловић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+1
197. Љубица Кузмановић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	+1
198. Ненад Стевановић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
199. Александар Марковић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
200. Кристина Исаковић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
201. Мирољуб Дугић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
202. Иван Живић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
203. Владимира Ристић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
204. Драгана Крстић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
205. Саша Симић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
206. Драган Тодоровић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
207. Владимира Цвјетковић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
208. Милош Адамовић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
209. Небојша Даниловић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
210. Христина Делибашић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
211. Биљана Миленковић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
212. Јелена Стјалић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	
213. Сања Јанићевић	●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	

### ПМФ Ниш

	2020	2019	2018	2017	2016
214. Гордан Ђорђевић	● ●	● ●	● ●	● ●	+5
215. Љубиша Нешић	● ●	● ●	● ●	● ●	+5
216. Драгољуб Димитријевић	● ●	● ●	● ●	● ●	+5
217. Милан Милошевић	● ●	● ●	● ●	● ●	+5
218. Данило Делибашић	● ●	● ●	● ●	● ●	+5
219. Никола Филиповић	● ●	● ●	● ●	● ●	+5
220. Иван Манчев	● ●	● ●	● ●	● ●	+4
221. Мирослав Николић	● ●	● ●	● ●	● ●	+3
222. Владан Павловић	● ●	● ●	● ●	● ●	+3



223. Драган Радивојевић	● ● ● ● +3
224. Лазар Раденковић	● ● ● ● +3
225. Миодраг Радовић	● ● ● ● +2
226. Видосав Марковић	● ● ● ● +1
227. Дејан Димитријевић	● ● ● ● +1
228. Ненад Милојевић	● ● ● ● +1
229. Жељко Младеновић	● ● ● ● +1
230. Љиљана Стевановић	● ● ● ● ●
231. Драган Гајић	● ● ● ● ●
232. Сузана Стаменковић	● ● ● ● ●
233. Дејан Алексић	● ● ● ● ●
234. Љиљана Костић	● ● ● ● ●
235. Саша Гоцић	● ● ● ● ●
236. Јасмина Јекнић Дугић	● ● ● ● ●
237. Биљана Самарџић	● ● ● ● ●
238. Ана Манчић	● ● ● ● ●
239. Весна Манић	● ● ● ● ●
240. Лана Пантић Ранђеловић	● ● ● ● ●
241. Јелена Алексић	● ● ● ● ●

### ПМФ Косовска Митровица

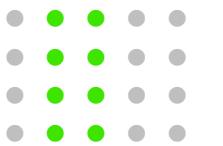
242. Биљана Вучковић	● ● ● ● +5
243. Љиљана Гулан	● ● ● ● +4
244. Душица Спасић	● ● ● ● +3
245. Бранко Дрљача	● ● ● ● +2
246. Јелена Живковић	● ● ● ● +1
247. Гордана Милић	● ● ● ● +1
248. Драган Петковић	● ● ● ● ●
249. Тијана Кевкић	● ● ● ● ●
250. Славица Јовановић	● ● ● ● ●
251. Бобан Ђокић	● ● ● ● ●

### Електротехнички факултет Београд

252. Јасна Црњански	● ● ● ● ●
253. Марко Барјактаровић	● ● ● ● ●
254. Јован Цветић	● ● ● ● ●
255. Милан Тадић	● ● ● ● ●
256. Дејан Гвоздић	● ● ● ● ●
257. Петар Матавуљ	● ● ● ● ●
258. Јелена Радовановић	● ● ● ● ●
259. Слободан Петричевић	● ● ● ● ●
260. Пеђа Михаиловић	● ● ● ● ●
261. Владимира Арсоски	● ● ● ● ●
262. Ковиљка Станковић	● ● ● ● ●
263. Милош Вујисић	● ● ● ● ●
264. Јована Гојановић	● ● ● ● ●
265. Марко Крстић	● ● ● ● ●
266. Никола Вуковић	● ● ● ● ●

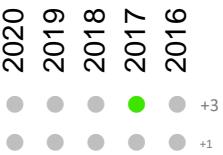


- 267. Желько Јанићијевић
  - 268. Милан Игњатовић
  - 269. Петар Атанасијевић
  - 270. Душан Јаковљевић



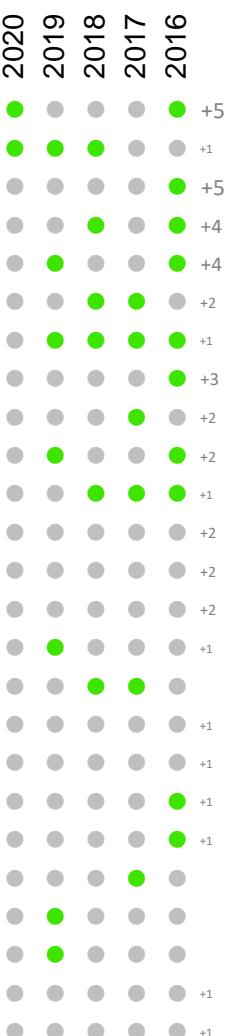
Електронски факултет Ниш

271. Горан Ристић  
272. Никола Нештић



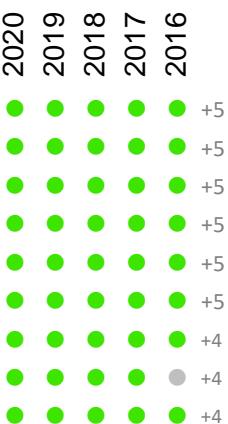
## Остали

- 273. Јован Алексић, Астрономска опсерваторија, Београд
  - 274. Никола Ивановић, Пољопривредни факултет, Београд
  - 275. Југослав Карамарковић, Грађевинско-архитектонски факултет, Ниш
  - 276. Љиљана Јокић, АКМ Едукација, Београд
  - 277. Милентије Луковић, Факултет техничких наука, Чачак
  - 278. Марија Степановић Бошњак, Педагошки факултет у Сомбору
  - 279. Александра Калезић - Глишовић, Факултет техничких наука, Чачак
  - 280. Вера Бојовић, ЗУОВ, Београд
  - 281. Јелена Урошевић, ЗУОВ, Београд
  - 282. Никола Цветановић, Саобраћајни факултет, Београд
  - 283. Татјана Јовановић, Медицински факултет, Ниш
  - 284. Јелена Ковачевић Дојчиновић, Астрономска опсерваторија, Београд
  - 285. Гордана Мајсторовић, Војна академија, Београд
  - 286. Марија Крнeta, МПНTP
  - 287. Милена Давидовић, Грађевински факултет, Београд
  - 288. Мирјана Маричић, Педагошки факултет у Сомбору
  - 289. Јелена Ајтић, Ветеринарски факултет, Београд
  - 290. Дарко Сарван, Ветеринарски факултет, Београд
  - 291. Томаш Немеш, Факултет техничких наука, Нови Сад
  - 292. Дуња Поповић, Висока техничко-технолошка школа, Крушевац
  - 293. Нада Читаковић, Војна Академија, Београд
  - 294. Милена Мајкић, Факултет техничких наука, К. Митровица
  - 295. Ђорђе Стратимировић, Стоматолошки факултет, Београд
  - 296. Златан Шошкић, Факултет за машинство и грађевинарство, Краљево
  - 297. Мирослав Филиповић, Висока пословно-техничка школа, Ужице



Град Београд

298. Љиљана Иванчевић, ОШ 'Ђорђе Крстић', Београд
  299. Слађана Николић, ОШ 'Милан Ђ. Милићевић', Београд
  300. Биљана Стојичић, Земунска гимназија, Београд
  301. Зоран Јовичић, ОШ 'Вељко Дugoшевић', Београд
  302. Миленија Јоксимовић, ХПТШ, Београд
  303. Драган Мандушић, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Обреновац
  304. Саша Шуњеварић, ОШ 'Стеван Синђелић', Београд
  305. Љиљана Пајовић Јовановић, ОШ 'Васа Пелагић', Београд
  306. Тамара Дробац, Медицинска школа 'Београд', Београд



307. Милица Ђекић, ОШ 'Бранислав Нушић', Београд	● ● ● ● ● +5
308. Снежана Кутлашић, ОШ 'Борислав Пекић', Београд	● ● ● ● ● ● +3
309. Ирена Панов Стаменов, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Умка	● ● ● ● ● +4
310. Наташа Костић, ОШ 'Владимир Назор' - Железник, Београд	● ● ● ● ● ● +3
311. Виолета Павловић, Графичка школа, Београд	● ● ● ● ● ●
312. Јелена Вучетић, ОШ 'Влада Аксентијевић', Београд	● ● ● ● ● ●
313. Нада Јојић, ОШ 'Филип Филиповић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
314. Мирјана Костић, Медицинска школа 'Београд', Београд	● ● ● ● ● ●
315. Драгица Ивковић, Математичка гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +5
316. Милица Мирковић, ОШ 'Браћа Барух', Београд	● ● ● ● ● ● +5
317. Марика Чочовска-Миловановић, ОШ 'Данило Киш', Београд	● ● ● ● ● ● +5
318. Ирена Брајевић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +5
319. Гордана Бојат, ОШ 'Јелица Миловановић' - Сопот, Београд	● ● ● ● ● ● +5
320. Иван Станић, Математичка гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +5
321. Стефан Поповић, ОШ 'Свети Сава', Младеновац	● ● ● ● ● ● +5
322. Весна Стојанац, ОШ 'Раде Драинац', Београд	● ● ● ● ● ● +5
323. Наташа Чалуковић, Математичка гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +4
324. Миланка Кнежевић, ТШ 'Нови Београд', Београд	● ● ● ● ● ● +5
325. Маријана Крњајић, ТШ 'Нови Београд', Београд	● ● ● ● ● ● +5
326. Сања Булат, ОШ 'Бранислав Нушић', Београд	● ● ● ● ● ● +4
327. Јовица Милисављевић, Математичка гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +4
328. Вишња Јовановић, Математичка гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +4
329. Катарина Матић, Математичка гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +4
330. Душица Ивановић, ОШ 'Милоје Васић', Калуђерица	● ● ● ● ● ● +5
331. Славиша Станковић, ОШ 'Милош Црњански', Београд	● ● ● ● ● ● +5
332. Славица Вукосављевић, ОШ 'Јефимија', Обреновац	● ● ● ● ● ● +4
333. Ивана Томић, ОШ 'Стари град', Београд	● ● ● ● ● ● +4
334. Марија Марковић, Прва београдска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +5
335. Радосава Лазовић, Седма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +5
336. Ранка Рајковић, ОШ 'Радоје Домановић', Београд	● ● ● ● ● ● +3
337. Мирослав Шнеблић, Гимназија 'Свети Сава', Београд	● ● ● ● ● ● ● +3
338. Селма Поповић, ОШ 'Ћирило и Методије', Београд	● ● ● ● ● ● +4
339. Анђа Поповић, ОШ 'Јован Дучић', Београд	● ● ● ● ● ● +4
340. Игор Димитријевић, ОШ 'Исидора Секулић', Београд	● ● ● ● ● ● +4
341. Данијела Савић, ООШ 'Владислав Рибникар', Београд	● ● ● ● ● ● +4
342. Весна Тодоровић Ристић, ОШ 'Јелена Ђетковић', Београд	● ● ● ● ● ● +3
343. Милена Џарић, Медицинска школа 'Београд', Београд	● ● ● ● ● ● +3
344. Татјана Јоцић Стефановић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +3
345. Славица Златановић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +3
346. Ненад Алексић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +3
347. Ивана Мајсторовић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +3
348. Жарко Његовановић, Гимназија, Младеновац	● ● ● ● ● ● ● +4
349. Ида Перић, Прва београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +4
350. Милета Васовић, ОШ 'Кнегиња Милица', Београд	● ● ● ● ● ● ● +3
351. Татјана Павела, Железничка техничка школа, Београд	● ● ● ● ● ● ● +4
352. Ненад Саковић, ОШ 'Ђура Јакшић', Београд	● ● ● ● ● ● ● +3
353. Петровка Торбица, Техничка школа 'Нови Београд', Београд	● ● ● ● ● ● ● +3
354. Милош Прелић, Пољопривредна школа ПК 'Београд'	● ● ● ● ● ● ● ● +5
355. Бојана Зеленовић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● ● ● +2
356. Ђорђе Ђипаризовић, ОШ 'Лаза Костић', Београд	● ● ● ● ● ● ● ● +2



357. Јован Лазић, ОШ 'Филип Кљајић Фића', Београд	● ● ● ● ● +3
358. Ана Гулић, Војна гимназија, Београд	● ● ● ● ● +3
359. Чедо Шкорић, Прва београдска гимназија, Београд	● ● ● ● ● +3
360. Снежана Карталија, ОШ 'Живојин Перић' - Стублине, Обреновац	● ● ● ● ● +3
361. Даница Величковић, ТШ 'Нови Београд', Београд	● ● ● ● ● +4
362. Снежана Ивановић, ОШ 'Стеван Дукић', Београд	● ● ● ● ● +2
363. Љиљана Марковић, Тринаеста београдска гимназија, Нови Београд	● ● ● ● ● +3
364. Ксенија Кезић-Кањевац, ОШ 'Свети Сава', Младеновац	● ● ● ● ● +3
365. Светлана Петровић Кураица, Четврта београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
366. Татјана Милованов, ОШ 'Браћа Јерковић', Београд	● ● ● ● ● +3
367. Јелисавета Хрњаковић, ОШ 'Франце Прешерн', Београд	● ● ● ● ● +3
368. Јасна Цветковић, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Београд	● ● ● ● ● +3
369. Братислав Јовановић, ОШ 'Борислав Пекић', Београд	● ● ● ● ● +2
370. Дивна Вујашевић, ОШ 'Владимир Назор' - Железник, Београд	● ● ● ● ● +2
371. Наташа Табаковић, ОШ 'Иван Горан Ковачић', Београд	● ● ● ● ● +1
372. Љубица Вучић, ОШ 'Веселин Маслеша', Београд	● ● ● ● ● +2
373. Ана Манготић, ОШ 'Кнегиња Милица', Београд	● ● ● ● ● +2
374. Славиша Весић, Прва београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
375. Виолета Лујић, Прва београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
376. Жељко Вукадиновић, Средња туристичка школа, Нови Београд	● ● ● ● ● +3
377. Александра Милошевић, Београд	● ● ● ● ● +3
378. Вера Ђаковић, Београд	● ● ● ● ● +1
379. Гордана Алексић, Спортска гимназија, Београд	● ● ● ● ● +1
380. Јасмина Стевановић, ОШ 'Дуле Караклајић', Београд	● ● ● ● ● +1
381. Драгана Пиваш, ОШ 'Скадарлија', Београд	● ● ● ● ● +1
382. Вера Вранић, ОШ 'Ђорђе Крстић', Београд	● ● ● ● ● +1
383. Маријана Јовић Лучић, ОШ 'Ђорђе Крстић', Београд	● ● ● ● ● +1
384. Саша Богдановић, Гимназија 'Свети Сава', Београд	● ● ● ● ● +3
385. Данијела Љујић, Средња техничка ПТТ школа, Београд	● ● ● ● ● +1
386. Јасмина Радусин, ЕТШ 'Никола Тесла', Београд	● ● ● ● ●
387. Слободанка Николић, ОШ 'Кнез Лазар', Лазаревац	● ● ● ● ●
388. Драгана Михајловић, ОШ 'Илија Бирчанин'-Земун, Београд	● ● ● ● ●
389. Јелена Ристановић, ОШ 'Ђура Даничић', Београд	● ● ● ● ●
390. Бранко Ивковић, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Обреновац	● ● ● ● ● +2
391. Златица Лукић, ЕТШ 'Раде Кончар', Београд	● ● ● ● ● +2
392. Коста Панић, Прва београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
393. Татјана Мильјаковић, Пeta београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
394. Светлана Дамјановић, Прва београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
395. Слободан Спремо, Девета београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
396. Слободанка Реџић, Девета београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
397. Дејан Јевтовић, Девета београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
398. Саша Џупаћ, Девета београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
399. Жељко Цветић, Девета београдска гимназија	● ● ● ● ● +2
400. Гордана Илић, Седма београдска гимназија, Београд	● ● ● ● ● +2
401. Бисерка Симић, ОШ 'Душко Радовић' - Сремчица, Београд	● ● ● ● ● +2
402. Зоран Ракић, ОШ 'Коста Ђукић', Београд	● ● ● ● ● +1
403. Јелена Живановић, Земунска гимназија, Београд	● ● ● ● ● +2
404. Драгица Крвавац, ОШ 'Краљ Петар Први', Београд	● ● ● ● ● +2
405. Ката Вулетић, ОШ 'Вожд Карађорђе'-Јаково, Београд	● ● ● ● ● +1
406. Саша Пеневски, ОШ 'Браћа Јерковић', Београд	● ● ● ● ● +1



407. Жељка Клус, ОШ 'Светозар Марковић', Београд	● ● ● ● ● +1
408. Милијана Петрићевић, Спортска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +1
409. Слађана Шкода, ОШ 'Деспот Стефан Лазаревић', Београд	● ● ● ● ● ● ● +2
410. Весна Манић, ОШ 'Никола Тесла', Београд	● ● ● ● ● ● +1
411. Гордана Адамов, ОШ 'Јанко Катић'-Рогача, Сопот	● ● ● ● ● ● +1
412. Снежана Човић, ОШ '1.300 каплара', Београд	● ● ● ● ● ●
413. Драган Јовановић, ОШ 'Вук Караџић', Београд	● ● ● ● ● ●
414. Јован Анђелковић, ОШ 'Бора Станковић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
415. Љиљана Марковић, ОШ 'Јелена Ђетковић', Београд	● ● ● ● ● ●
416. Ђорђе Ковачевић, ОШ 'Бора Станковић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
417. Биљана Шомођа, ОШ 'Карађорђе', Београд	● ● ● ● ● ●
418. Слађан Игњатовић, ОШ 'Бранко Радичевић', Београд	● ● ● ● ● ●
419. Мијана Кисјелица, ОШ 'Соња Маринковић', Београд	● ● ● ● ● ●
420. Горац Ђуковић, ОШ 'Милан Ђ. Милићевић', Београд	● ● ● ● ● ●
421. Љиљана Милошевић, ОШ 'Гаврило Принцип', Београд	● ● ● ● ● ●
422. Биљана Милошевић, ОШ 'Краљ Александар I', Београд	● ● ● ● ● ●
423. Радован Ковачевић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +1
424. Александра Стефановић, ОШ 'Надежда Петровић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
425. Катарина Стевановић, Спортска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +1
426. Ивана Кнежевић, Спортска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +1
427. Мијана Гацић, Спортска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +1
428. Ранко Марковић, ОШ 'Милена Павловић Барили', Београд	● ● ● ● ● ● +1
429. Предраг Родић, ОШ 'Зага Маливук', Београд	● ● ● ● ● ● +1
430. Радојка Чупић, ОШ 'Јован Стерија Поповић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
431. Здравко Марјановић, Прва обреновачка основна школа, Обреновац	● ● ● ● ● ● +1
432. Душанка Росић, ОШ 'Јанко Веселиновић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
433. Ненад Головић, Гимназија 'Црњански', Београд	● ● ● ● ● ● +1
434. Никола Павловић, ОШ 'Десанка Максимовић', Београд	● ● ● ● ● ● ● +1
435. Сузана Ђаковић, ОШ 'Петар Кочић', Београд	● ● ● ● ● ●
436. Немања Стојановић, ОШ 'Дринка Павловић', Београд	● ● ● ● ● ●
437. Емилија Старчевић, Гимназија, Обреновац	● ● ● ● ● ● +1
438. Јулија Борташ, ОШ 'Илија Гарашанин' - Гроцка, Београд	● ● ● ● ● ●
439. Сибела Јурић, ОШ 'Раде Кончар', Београд	● ● ● ● ● ●
440. Весна Остојић, ХПТШ, Београд	● ● ● ● ● ●
441. Оливера Петровић, ОШ 'Вук Караџић', Сремчица	● ● ● ● ● ●
442. Тијана Маринковић, Шеста београдска гимназија	● ● ● ● ● ●
443. Зорка Радовановић, ОШ 'Радојка Лакић', Београд	● ● ● ● ● ●
444. Александар Димитријевић, Гимназија Лазаревац, Београд	● ● ● ● ● ●
445. Александра Обрадовић, ОШ 'Јосиф Панчић', Београд	● ● ● ● ● ●
446. Зорана Никодијевић, Осма београдска гимназија	● ● ● ● ● ●
447. Весна Поповић, ОШ 'Лазар Саватић', Београд	● ● ● ● ● ●
448. Светлана Вуковић, ЕТШ 'Никола Тесла', Београд	● ● ● ● ● ●
449. Марина Арсић Пешић, ЕТШ 'Никола Тесла', Београд	● ● ● ● ● ●
450. Марија Паројчић, ОШ 'Мајка Југовића', Београд	● ● ● ● ● ●
451. Снежана Шишко, ОШ 'Јосиф Панчић', Београд	● ● ● ● ● ●
452. Наташа Мићевић, ОШ 'Мирослав Мика Антић', Београд	● ● ● ● ● ●
453. Александра Поповић, ОШ 'Иво Андрић', Београд	● ● ● ● ● ●
454. Ивана Вукасовић, ОШ 'Владислав Рибникар', Београд	● ● ● ● ● ●
455. Зоран Дивац, ОШ 'Ратко Митровић', Београд	● ● ● ● ● ●
456. Маријета Ђаковић, ОШ '20. октобар', Београд	● ● ● ● ● ●



457. Јелена Костић, Четрнаеста београдска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +1
458. Марија Николић, Медицинска школа 'Београд', Београд	● ● ● ● ● ● +3
459. Веселка Пушоња, ОШ 'Раде Драинац', Београд	● ● ● ● ● ● +2
460. Драгослава Јекић, Медицинска школа Звездара, Београд	● ● ● ● ● ● +2
461. Селена Манојловић, ОШ 'Драган Ковачевић', Београд	● ● ● ● ● ● +2
462. Снежана Бећирић, Медицинска школа Звездара, Београд	● ● ● ● ● ● +2
463. Ненад Тодоровић, Четврта београдска гимназија	● ● ● ● ● ● +2
464. Владан Игић, Земунска гимназија, Београд	● ● ● ● ● ● +2
465. Данијела Станојевић, Гимназија, Младеновац	● ● ● ● ● ● +2
466. Драгослав Цојић, ОШ 'Васа Чарапић'-Бели Поток, Београд	● ● ● ● ● ● +1
467. Маријана Крсмановић, ОШ 'Вожд Карађорђе' - Јаково, Београд	● ● ● ● ● ● +1
468. Љиљана Стојановић, Београд	● ● ● ● ● ● +1
469. Весна Радовановић Пеневски, ОШ 'Уједињене Нације', Београд	● ● ● ● ● ● +1
470. Снежана Немеш, ОШ 'Вук Каракић', Београд	● ● ● ● ● ● +1
471. Александра Мијовић, Зуботехничка школа, Београд	● ● ● ● ● ● +1
472. Александра Станојевић, Техничка школа-Железник, Београд	● ● ● ● ● ● +1
473. Весна Марковић, ОШ 'Стеван Сремац' - Борча, Београд	● ● ● ● ● ● +1
474. Татјана Војиновић, ОШ 'Никола Тесла'-Винча, Београд	● ● ● ● ● ● +1
475. Милица Симић, ОШ 'Никола Тесла'-Винча, Београд	● ● ● ● ● ● +1

### Јужно-бачки округ

	2020	2019	2018	2017	2016
476. Лука Танасијин, ОШ 'Петар Коцић' - Темерин, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +4				
477. Адријана Сарић, ОШ 'Мирослав Антић' - Футог, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +4				
478. Гордана Хајдуковић Јандрић, ОШ 'Мирослав Антић' - Футог, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +4				
479. Маринко Петковић, ШОСО 'Милан Петровић', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +3				
480. Милутин Рауш, ОШ 'Ђура Даничић', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +3				
481. Тамара Пазаркић, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Сремска Каменица	● ● ● ● ● ● +4				
482. Светозар Трескавица, ОШ 'Милош Црњански', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +3				
483. Мирослав Смајић, Пољопривредна школа - Футог, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
484. Тијана Јоцић, Медицинска школа, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +3				
485. Снежана Булајић, Гимназија 'Јован Јовановић Змај', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +2				
486. Марина Дороцки, Гимназија 'Исидора Секулић', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +3				
487. Васа Вучуревић, ОШ 'Бранко Радичевић' - Савино Село, Врбас	● ● ● ● ● ● +1				
488. Зоран Мићић, ОШ 'Ђорђе Натошевић', Нови Сад	● ● ● ● ● ●				
489. Смиља Милованчев, Гимназија 'Жарко Зрењанин', Врбас	● ● ● ● ● ●				
490. Јелена Петровић, ОШ 'Мирослав Мика Антић', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
491. Драгослава Петљански, ОШ 'Јован Поповић', Нови Сад	● ● ● ● ● ●				
492. Естер Варга, ОШ 'Соња Маринковић', Нови Сад	● ● ● ● ● ●				
493. Јасмина Mrkić, ОШ 'Михајло Пупин'-Ветерник, Нови Сад	● ● ● ● ● ●				
494. Ана Влаховић, Гимназија, Врбас	● ● ● ● ● ● +1				
495. Златко Штрабац, Гимназија 'Јован Јовановић Змај', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
496. Драгана Сумзер, Гимназија 'Јован Јовановић Змај', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
497. Драган Вујовић, Средња стручна школа '4. јули', Врбас	● ● ● ● ● ● +1				
498. Бојан Милјевић, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
499. Драгана Давидовац, ОШ 'Јован Грчић Миленко' - Беочин, Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
500. Нада Дебелић, ОШ 'Бранко Радичевић', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				
501. Срето Унковић, ОШ 'Вук Каракић', Бачка Паланка	● ● ● ● ● ● +1				
502. Гордана Беклавац, Гимназија 'Светозар Марковић', Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1				



		2020	2019	2018	2017	2016
503.	Владан Ал. Младеновић, Гимназија, Алексинац	●	●	●	●	+5
504.	Југослав Ђорђевић, ОШ 'Бубањски хероји', Ниш	●	●	●	●	+5
505.	Славољуб Митић, Гимназија 'Светозар Марковић', Ниш	●	●	●	●	+5
506.	Весна Гроздановић, ОШ 'Учитељ Таса', Ниш	●	●	●	●	+5
507.	Гордана Стanoјevић, ОШ 'Учитељ Таса', Ниш	●	●	●	●	+5
508.	Светлана Ђикић, ОШ 'Ђура Јакшић' - Јелашница, Ниш	●	●	●	●	+3
509.	Дарко Симић, ОШ 'Чегар', Ниш	●	●	●	●	+3
510.	Јасмина Карапић, ОШ 'Бубањски хероји', Ниш	●	●	●	●	+4
511.	Александра Вуковић, ОШ 'Љупче Николић', Алексинац	●	●	●	●	+2
512.	Милена Митровић, ОШ 'Душан Тасковић Срећко', Нишка Бања	●	●	●	●	+2
513.	Мирослав Стanoјevић, Ниш	●	●	●	●	
514.	Славољуб Радуловић, Гимназија, Алексинац	●	●	●	●	+5
515.	Јелена Ђорђевић, Гимназија 'Светозар Марковић', Ниш	●	●	●	●	+5
516.	Драгана Јеленковић, Гимназија 'Светозар Марковић', Ниш	●	●	●	●	+5
517.	Вера Прокић, Гимназија 'Светозар Марковић', Ниш	●	●	●	●	+5
518.	Татјана Мишић, ОШ 'Чегар', Ниш	●	●	●	●	+3
519.	Јелена Станковић, Ниш	●	●	●	●	+5
520.	Братислав Симић, Гимназија, Алексинац	●	●	●	●	+4
521.	Биљана Јовановић, Гимназија 'Стеван Сремац', Ниш	●	●	●	●	+4
522.	Марина Најдановић-Лукић, ОШ 'Десанка Максимовић' - Чокот, Ниш	●	●	●	●	+3
523.	Мирјана Ицић, Правно-пословна школа, Ниш	●	●	●	●	+2
524.	Јасмина Радовановић, Медицинска школа 'Др Миленко Хаџић', Ниш	●	●	●	●	+3
525.	Сузана Станимировић, Медицинска школа 'Др Миленко Хаџић', Ниш	●	●	●	●	+3
526.	Оливера Крстић, СШ 'Никета Ремизијански', Бела Паланка	●	●	●	●	+1
527.	Магдалена Петровић, ОШ 'Бранислав Нушић' - Доња Трнава, Ниш	●	●	●	●	+2
528.	Снежана Здравковић, ОШ 'Краљ Петар I', Ниш	●	●	●	●	+1
529.	Славиша Нешић, Ниш	●	●	●	●	
530.	Драгана Томић, ОШ 'Мирослав Антић', Ниш	●	●	●	●	
531.	Братислав Милошевић, ОШ 'Душан Радовић', Ниш	●	●	●	●	
532.	Вера Анђелковић, ОШ 'Душан Радовић', Ниш	●	●	●	●	
533.	Биљана Богдановић, ОШ 'Вожд Карађорђе', Ниш	●	●	●	●	
534.	Слађана Бараћ, ОШ 'Иван Горан Ковачић', Нишка Бања	●	●	●	●	+2
535.	Владана Голубовић, Ниш	●	●	●	●	+2
536.	Лалица Рашић, Медицинска школа, Ниш	●	●	●	●	+1

		2020	2019	2018	2017	2016
537.	Каталина Ђорђевић, Прва крагујевачка гимназија	●	●	●	●	+5
538.	Наташа Милинковић, ОШ 'Милутин и Драгиња Тодоровић', Крагујевац	●	●	●	●	+5
539.	Биљана Живковић, ОШ 'Вук Стефановић Караџић', Крагујевац	●	●	●	●	+5
540.	Ана Жлибар, Прва крагујевачка гимназија	●	●	●	●	+5
541.	Ана Марковић, Прва крагујевачка гимназија	●	●	●	●	+5
542.	Соња Савовић, ОШ 'Свети Сава', Крагујевац	●	●	●	●	+5
543.	Јасмина Јовичић, ОШ 'Радоје Домановић', Крагујевац	●	●	●	●	+5
544.	Сава Илић, ОШ 'Милош Обреновић', Аранђеловац	●	●	●	●	+4
545.	Весна Спасојевић, Прва крагујевачка гимназија	●	●	●	●	+4
546.	Снежана Милићевић, ОШ 'Станислав Сремчевић', Крагујевац	●	●	●	●	+4
547.	Ненад Пауновић, ОШ 'Вук Стефановић Караџић' - Чачак, Крагујевац	●	●	●	●	+4



548. Драган Кајајовић, Прва крагујевачка гимназија	● ● ● ● ● ● ● +5
549. Биљана Вујановић, ОШ 'Милан Илић-Чича', Аранђеловац	● ● ● ● ● +2
550. Валентина Рацић, ОШ 'Трећи крагујевачки батаљон', Крагујевац	● ● ● ● ● +3
551. Сузана Арнаут, Прва крагујевачка гимназија	● ● ● ● ● +3
552. Соња Ковачевић, ОШ 'Милоје Симовић' - Драгобраћа, Крагујевац	● ● ● ● ● +2
553. Иван Павићевић, ОШ 'Сретен Младеновић' - Десимировац, Крагујевац	● ● ● ● ● +3
554. Ана Јанковић, Гимназија - Чачак, Крагујевац	● ● ● ● ● +3
555. Данијела Митровић, ОШ 'Милан Илић-Чича', Аранђеловац	● ● ● ● ● +2
556. Маријана Ђокић, ОШ 'Светолик Ранковић', Аранђеловац	● ● ● ● ● +1
557. Добринка Милосављевић, Регионални центар за таленте, Крагујевац	● ● ● ● ● +1
558. Далибор Делибашић, Гимназија, Аранђеловац	● ● ● ● ● +1
559. Аница Смоловић, ОШ 'Милутин и Драгиња Тодоровић', Крагујевац	● ● ● ● ● +1
560. Јасна Бараћ, ОШ 'Светолик Ранковић', Аранђеловац	● ● ● ● ● +1
561. Љиљана Симић Равлић, ОШ '21. октобар', Крагујевац	● ● ● ● ● +3
562. Драган Огњановић, Прва техничка школа, Крагујевац	● ● ● ● ● +3
563. Јелена Вељовић Мијаиловић, ОШ 'Свети Сава' - Топоница, Кнић	● ● ● ● ● +3
564. Бојана Ђорђевић, Средња школа 'Никола Тесла', Баточина	● ● ● ● ● +2
565. Марина Ковановић, ОШ 'Свети Сава' Баточина, Крагујевац	● ● ● ● ● +2
566. Катарина Ђелошевић, Машино-саобраћајна школа - Чачак, Крагујевац	● ● ● ● ● +1
567. Ана Јанковић, ОШ 'Свети Сава', Аранђеловац	● ● ● ● ● +1
568. Јелена Брковић, Медицинска школа, Крагујевац	● ● ● ● ● +1
569. Соња Игрутиновић, Медицинска школа, Крагујевац	● ● ● ● ● +1
570. Стана Јевтић, Медицинска школа, Крагујевац	● ● ● ● ● +1
571. Мирјана Чайровић, Медицинска школа, Крагујевац	● ● ● ● ● +1
572. Светлана Мијаиловић, ОШ 'Станислав Сремчевић', Крагујевац	● ● ● ● ● +1

2020 2019 2018 2017 2016

### Косово и Метохија

573. Марина Бишевац, Медицинска школа, К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +4
574. Слободан Михајловић, Гимназија, К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +4
575. Александра Гвоздић, ТШ 'М. Петровић Алас', К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +4
576. Славица Терзић, СШ 'Григорије Божовић', Зубин Поток	● ● ● ● ● ● ● +4
577. Јовица Мишковић, ЕТШ 'Миладин Поповић' - Сушица, Приштина	● ● ● ● ● ● ● +3
578. Мајда Поповић, ОШ 'Краљ Милутин', Грачаница	● ● ● ● ● ● ● +4
579. Радица Бишевац Томашевић, ОШ 'Јован Цвијић', Зубин Поток	● ● ● ● ● ● ● +2
580. Велика Арсенијевић, ОШ 'Благоје Радић'- Зупче, Зубин Поток	● ● ● ● ● ● ● +4
581. Бранимир Вукадиновић, Медицинска школа, К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +3
582. Данијела Спасић, Медицинска школа, К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +2
583. Миљана Раденковић, СТШ 'Михајло Петровић - Алас', К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +2
584. Јасмина Стевић	● ● ● ● ● ● ● +1
585. Душан Савић, ОШ 'Петар Петровић Његош' - Горње Кусце, Гњилане	● ● ● ● ● ● ● +1
586. Ема Мурић, Гимназија, К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +1
587. Јасмина Гаџе, ОШ 'Вук Караџић' - Прилужје, Вучитрн	● ● ● ● ● ● ● +1
588. Бисерка Симић, ОШ 'Десанка Максимовић', К. Митровица	● ● ● ● ● ● ●
589. Јадранка Васић, ОШ 'Десанка Максимовић', К. Митровица	● ● ● ● ● ● ●
590. Славица Антонијевић, ОШ 'Лепосавић', Лепосавић	● ● ● ● ● ● ● +2
591. Маријана Зеленовић, Гимназија, К. Митровица	● ● ● ● ● ● ● +2
592. Душанка Костовић, Лепосавић	● ● ● ● ● ● ● +1



## Мачвански округ

		2020	2019	2018	2017	2016
593.	Мирослав Ристановић, Гимназија, Лозница	●	●	●	●	● +5
594.	Татјана Марковић Топаловић, Медицинска школа, Шабац	●	●	●	●	● +5
595.	Весна Степановић, Техничка школа, Шабац	●	●	●	●	● +5
596.	Драган Станковић, Гимназија 'Вук Караџић', Лозница	●	●	●	●	● +5
597.	Мирко Нагл, Гимназија, Шабац	●	●	●	●	● +5
598.	Јово Михајловић, ОШ 'Николај Велимировић', Шабац	●	●	●	●	● +5
599.	Светлана Николић, ОШ 'Јанко Веселиновић', Шабац	●	●	●	●	● +5
600.	Гордана Вукосављевић, Техничка школа, Лозница	●	●	●	●	● +5
601.	Владимир Симовић, ОШ 'Јован Цвијић' - Змињак, Шабац	●	●	●	●	● +5
602.	Јасмина Ђокић Јовановић, Гимназија, Шабац	●	●	●	●	● +5
603.	Јасмина Милутиновић, ОШ 'Боривоје Ж. Милојевић', Крупањ	●	●	●	●	● +4
604.	Маја Катанић, ОШ 'Вук Караџић', Шабац	●	●	●	●	● +4
605.	Раденка Јанковић, ОШ 'Краљ Александар Карађорђевић', Прњавор	●	●	●	●	● +4
606.	Срећко Илић, ОШ 'Вук Караџић', Шабац	●	●	●	●	● +3
607.	Бранко Богосављевић, ОШ 'Свети Сава' - Липнички Шор, Лозница	●	●	●	●	● +2
608.	Томислав Михаиловић, ОШ 'Стојан Новаковић', Шабац	●	●	●	●	● +4
609.	Маријана Тешић, Медицинска школа, Шабац	●	●	●	●	● +4
610.	Татјана Илић, ОШ 'Мајур', Шабац	●	●	●	●	● +3
611.	Никола Гледић, Техничка школа, Шабац	●	●	●	●	● +4
612.	Милојко Стефановић, Средња школа, Крупањ	●	●	●	●	● +4
613.	Биљана Баштовановић, ОШ 'Ната Јеличић', Шабац	●	●	●	●	● +2
614.	Милица Бељић, ОШ 'Војвода Степа', Липолист, Шабац	●	●	●	●	● +4
615.	Драгана Лукић, ОШ 'Јанко Веселиновић' - Црна Бара, Богатић	●	●	●	●	● +3
616.	Бранка Ковић, ОШ 'Стојан Новаковић', Шабац	●	●	●	●	● +1
617.	Снежана Вуковић, Гимназија, Шабац	●	●	●	●	● +2
618.	Радојка Ристановић, ОШ 'Вера Благојевић' - Бања Ковиљача, Лозница	●	●	●	●	● +3
619.	Биљана Гајић, ОШ 'Јеврем Обреновић', Шабац	●	●	●	●	● +2
620.	Жељка Марковић, ОШ 'Вук Караџић', Љубовија	●	●	●	●	● +2
621.	Биљана Срдановић, ОШ 'Мика Митровић', Богатић	●	●	●	●	● +1
622.	Весна Рибић, ОШ 'Николај Велимировић', Шабац	●	●	●	●	● +1
623.	Биљана Томић, ОШ 'Лаза К. Лазаревић', Шабац	●	●	●	●	● +1
624.	Драган Дојић, Средња школа, Крупањ	●	●	●	●	● +2
625.	Дејан Мурић, ОШ 'Жика Поповић', Владимирац	●	●	●	●	
626.	Драган Ђокић	●	●	●	●	● +1
627.	Радивоје Грујић, Шабац	●	●	●	●	
628.	Александар Пузовић, ОШ 'Николај Велимировић', Шабац	●	●	●	●	
629.	Александра Петровић, ОШ 'Лаза К. Лазаревић', Шабац	●	●	●	●	
630.	Владимир Ђукановић, ОШ 'Анта Богићевић', Лозница	●	●	●	●	
631.	Мирослав Васиљевић, ОШ 'Боривоје Ж. Милојевић', Крупањ	●	●	●	●	
632.	Марина Вилотић, Средња школа 'Свети Сава', Лозница	●	●	●	●	+3
633.	Миломир Сарић, Гимназија 'Вук Караџић', Лозница	●	●	●	●	+3
634.	Веселин Цветиновић, ОШ 'Боривоје Ж. Милојевић', Крупањ	●	●	●	●	+2
635.	Живорад Илић, Средња школа 'Свети Сава', Лозница	●	●	●	●	+2
636.	Дејан Павловић, ОШ 'Јован Цвијић' - Змињак, Шабац	●	●	●	●	+1
637.	Снежана Ранковић, ОШ 'Жикица Јовановић Шпанац' - Бела Црква, Крупањ	●	●	●	●	+1
638.	Симо Цревар, Шабац	●	●	●	●	+1
639.	Миливој Павловић, ОШ 'Мајур', Шабац	●	●	●	●	+1
640.	Савко Чајић, ОШ 'Јанко Веселиновић', Шабац	●	●	●	●	+1



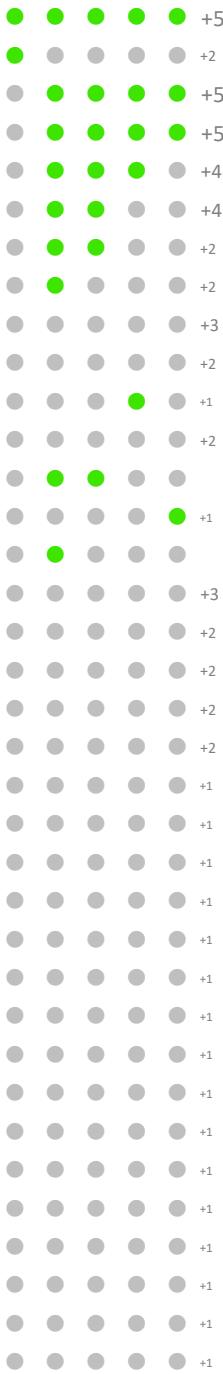
641. Наталија Марковић, ОШ 'Доситеј Обрадовић' - Волујац, Шабац  
 642. Весна Коларић, ОШ 'Лаза К. Лазаревић', Шабац  
 643. Славка Крстић, ОШ 'Јеврем Обреновић', Шабац  
 644. Мирољуб Стanoјevић, Средња економска школа, Лозница  
 645. Божица Владић, ОШ 'Браћа Рибар' - Доња Борина, Мали Зворник



### Рашки округ

646. Предраг Савић, Гимназија, Краљево  
 647. Рифат Бихорац, Гимназија, Нови Пазар  
 648. Наташа Китановић, ОШ 'Светозар Марковић', Краљево  
 649. Драгана Милуновић, ЕСТШ 'Никола Тесла', Краљево  
 650. Владан Пејовић, Гимназија, Краљево  
 651. Мијрана Јанковић, Гимназија, Краљево  
 652. Душан Букумира, ОШ 'Ђура Јакшић' - Конарево, Краљево  
 653. Марија Томић Гољић, ОШ 'IV краљевачки батаљон', Краљево  
 654. Јована Милијановић, ОШ 'Јово Курсула', Краљево  
 655. Љубиша Вељковић, ОШ 'Чибуковачки партизани', Краљево  
 656. Ениса Демировић, ОШ 'Меша Селимовић' - Рибариће, Тутин  
 657. Назим Суљић, ОШ 'Јошаница'-Лукаре, Нови Пазар  
 658. Бранка Лазаревић, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Врба-Краљево  
 659. Нихад Сејдовић, ОШ 'Вук Караџић', Тутин  
 660. Снежана Радичевић, ОШ 'Браћа Вилотијевић', Краљево  
 661. Ратомир Вучковић, Гимназија, Краљево  
 662. Дејан Ракић, Гимназија, Краљево  
 663. Марина Траиловић, Медицинска школа, Краљево  
 664. Миле Продановић, ОШ 'Вук Караџић', Рибница  
 665. Драгана Ђорђевић, ПХШ 'Др Ђорђе Радић', Краљево  
 666. Милош Дедеић, ОШ 'IV краљевачки батаљон', Краљево  
 667. Дејан Ракоњац, ОШ 'Свети Сава' - Рибница, Краљево  
 668. Александар Обрадовић, ОШ 'Димитрије Туцовић', Краљево  
 669. Јасмина Милојевић, ОШ 'Живан Маричић', Жича  
 670. Звонимир Зајић, ОШ 'Петар Николић' - Самаила, Краљево  
 671. Јованка Тодосијевић, ОШ 'Јово Курсула', Краљево  
 672. Ружица Каравесовић, Медицинска школа, Краљево  
 673. Хакија Бешировић, Гимназија, Нови Пазар  
 674. Суад Хоџић, Гимназија, Нови Пазар  
 675. Марија Недељковић-Живковић, Гимназија, Врњачка Бања  
 676. Назир Суљић, Нови Пазар  
 677. Нафија Суљић, Економско-трговинска школа, Нови Пазар  
 678. Ирена Мутавчић, ОШ 'Рашка', Рашка  
 679. Слободанка Чуглучанин  
 680. Бесим Љајић, ОШ 'Десанка Максимовић', Нови Пазар  
 681. Јасмина Бисерчић, ОШ 'Попински борци', Врњачка Бања

2020 2019 2018 2017 2016



### Поморавски округ

682. Предраг Пеђа Милошевић, Гимназија Параћин  
 683. Горан Миленковић, ОШ 'Рада Мильковић', Јагодина  
 684. Весна Тодоровић, ОШ 'Рада Мильковић', Јагодина

2020 2019 2018 2017 2016



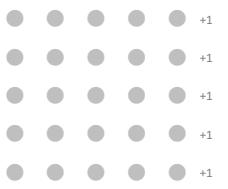
685. Дарко Милјанић, Гимназија, Ђуприја	● ● ● ● +5
686. Дејан Милуновић, Пољопривредно-ветеринарска школа, Свилајнац	● ● ● ● +5
687. Ивана Круљ, ОШ 'Ђура Јакшић', Ђуприја	● ● ● ● +5
688. Сузана Милојевић, ОШ 'Деспот Стефан Високи', Деспотовац	● ● ● ● +3
689. Славица Илић, Гимназија, Ђуприја	● ● ● ● +5
690. Драгана Ђурић, ОШ 'Бранко Крсмановић' - Доња Мутница, Параћин	● ● ● ● +2
691. Надица Савић Ђујић, ОШ 'Бошко Ђуричић', Јагодина	● ● ● ● +3
692. Предраг Милеуснић, ОШ 'Ђура Јакшић', Ђуприја	● ● ● ● +1
693. Тања Станојевић, ОШ 'Стеван Синђелић' - В. Поповић, Деспотовац	● ● ● ● +3
694. Драгана Васковић, ОШ 'Радоје Домановић', Параћин	● ● ● ● +2
695. Снежана Танић, ОШ 'Стеван Јаковљевић', Параћин	● ● ● ● +2
696. Марина Васић, ОШ 'Бранко Крсмановић' - Д. Мутница, Параћин	● ● ● ● +2
697. Ленка Николић, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Свилајнац	● ● ● ● ●
698. Иван Стевановић, ОШ 'Момчило Поповић-Озрен', Параћин	● ● ● ● +1
699. Биљана Стојадиновић, ОШ 'Стеван Јаковљевић', Параћин	● ● ● ● +1
700. Ратомир Савић, Средња школа, Свилајнац	● ● ● ● ●
701. Славица Тодоровић, Гимназија 'Светозар Марковић', Јагодина	● ● ● ● +3
702. Мијана Матић Радосављевић, Прва техничка школа, Јагодина	● ● ● ● +2
703. Марија Мильковић, ОШ 'Бранко Радичевић' - Поповац, Параћин	● ● ● ● +1
704. Драго Вељовић, ОШ 'Милан Мијалковић', Јагодина	● ● ● ● +1
705. Владан Јовановић, ОШ '17. октобар', Јагодина	● ● ● ● +1
706. Мирјана Павловић, ОШ 'Вук Караџић' - Глоговац, Јагодина	● ● ● ● +1
707. Јасмина Милосављевић, ОШ '17. октобар', Јагодина	● ● ● ● +1
708. Татјана Пајић, Средња школа, Свилајнац	● ● ● ● +1
709. Соња Ђорђевић, Гимназија 'Светозар Марковић', Јагодина	● ● ● ● +1
710. Љиљана Николић, Гимназија 'Светозар Марковић', Јагодина	● ● ● ● +1
711. Љиљана Крстић, ЕТГШ 'Никола Тесла', Јагодина	● ● ● ● +1

### Јужно-банатски округ

	2020	2019	2018	2017	2016
712. Наташа Трифуновић, Хемијско-медицинска школа, Вршац	● ● ● ● +3				
713. Јелена Марковић, Електротехничка школа 'Н. Тесла', Панчево	● ● ● ● +5				
714. Драгољуб Цуцић, Регионални центар за таленте 'М. Пупин', Панчево	● ● ● ● +5				
715. Јасмина Ђосић, Гимназија 'Урош Предић', Панчево	● ● ● ● +5				
716. Сандра Војичић, Гимназија 'Борислав Петров Браџа', Вршац	● ● ● ● +5				
717. Ањела Спасић, Гимназија, Вршац	● ● ● ● +4				
718. Ненад Грозданић, ОШ 'Сава Жебельјан' - Црепаја, Ковачица	● ● ● ● +3				
719. Љиљана Јанковић, ОШ 'Бранко Радичевић', Панчево	● ● ● ● +4				
720. Драгица Тасић, ОШ 'Вук Караџић', Старчево	● ● ● ● +2				
721. Миленко Дабић, Гимназија 'Урош Предић', Панчево	● ● ● ● +4				
722. Чедомила Кривокапић, Пољопривредна школа, Вршац	● ● ● ● +4				
723. Саша Трајановић, ОШ 'Бора Радић' - Баваниште, Ковин	● ● ● ● +1				
724. Александар Крчуљ, Гимназија и екон. школа 'Бранко Радичевић', Ковин	● ● ● ● ●				
725. Владимир Марковић, ТШ '23 мај', Панчево	● ● ● ● +1				
726. Маријана Крстић, ОШ 'Свети Сава', Панчево	● ● ● ● +1				
727. Маријан Фаркаш, ОШ 'Жарко Зрењанин', Бела Црква	● ● ● ● +1				
728. Борислав Жарков, ОШ 'Михајло Пупин'-Идвор, Ковачица	● ● ● ● ●				
729. Милан Сурла, Телескин ДОО, Панчево	● ● ● ● +3				
730. Борислав Познатов, Гимназија 'Урош Предић', Панчево	● ● ● ● +2				
731. Марина Орлов, ОШ 'Свети Сава', Панчево	● ● ● ● +2				

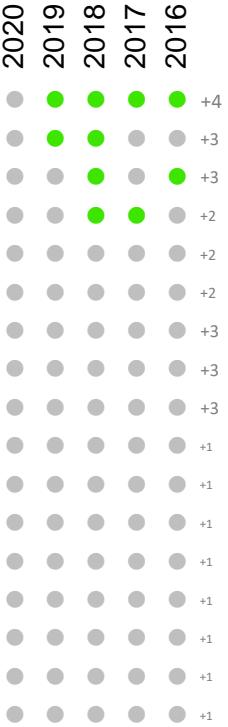


732. Јелица Ротар Симоновић, Медицинска школа, Панчево  
733. Зорица Станкић, ОШ 'Исидора Секулић', Панчево  
734. Сања Воденичар Марковић, ТШ '23 мај', Панчево  
735. Александар Виг, ОШ 'Вук Стефановић Караџић', Старчево  
736. Радашин Петронијевић, Панчево



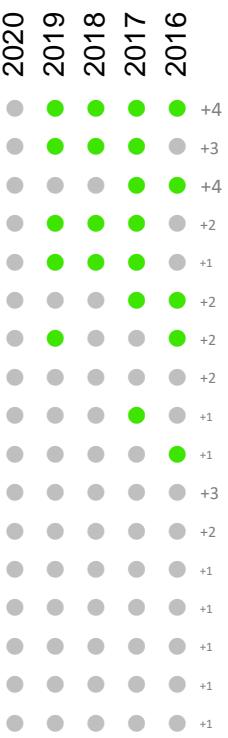
## Зајечарски округ

- 737. Младен Шљивовић, Гимназија, Зајечар
  - 738. Ањелка Антић, ОШ 'Никола Тесла', Больевац
  - 739. Страхиња Главонић, Зајечар
  - 740. Злата Урошевић, ОШ 'Љуба Нешин', Зајечар
  - 741. Милијан Срејић, Гимназија, Књажевац
  - 742. Слађана Јовановић, ОШ 'Јеремија Илић-Јегор' - Рготина, Зајечар
  - 743. Стана Мишић Ковачевић, ШУ Зајечар
  - 744. Мирјана Станојевић, Гимназија, Зајечар
  - 745. Виолета Велимировић, ОШ 'Љубица Радосављевић Нада', Зајечар
  - 746. Александар Јевтић, ОШ '9. српска бригада', Больевац
  - 747. Наташа Јовановић, ОШ 'Хајдук Вељко', Зајечар
  - 748. Љиљана Тодоровић, Медицинска школа, Зајечар
  - 749. Драгица Никодијевић, ОШ 'Дубрава', Књажевац
  - 750. Тамара Андоновић, ОШ 'Димитрије Тодоровић-Каплар', Књажевац
  - 751. Живорад Илић, ОШ 'Митрополит Михаило', Сокобања
  - 752. Војкан Здравковић, ОШ 'Митрополит Михаило', Сокобања
  - 753. Јелена Петровић, ОШ 'Вук Каракић', Књажевац



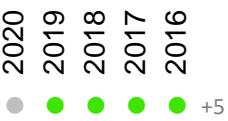
## Сремски округ

- 754. Бранислава Блајваз, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Сремска Митровица
  - 755. Ана Аларгић, СТШ 'Никола Тесла', Сремска Митровица
  - 756. Јанко Јовановић, Гимназија, Сремска Митровица
  - 757. Рада Трајковић, СТШ 'Никола Тесла', Сремска Митровица
  - 758. Марија Куруцић, Гимназија, Сремска Митровица
  - 759. Јован Свилар, ОШ 'Бранко Радичевић' - Кузмин, Сремска Митровица
  - 760. Добрила Костић, ОШ 'Растко Немањић - Свети Сава', Нова Пазова
  - 761. Снежана Керкез, ОШ 'Душан Јерковић', Рума
  - 762. Слађана Стојсављевић, ОШ 'Јован Поповић', Инђија
  - 763. Драгана Арсенијевић, ОШ '23. октобар' - Голубинци, С. Пазова
  - 764. Зоран Мандић, ОШ 'Свети Сава', Сремска Митровица
  - 765. Љиљана Стокановић, ОШ 'Трива Витасовић - Лебарник' - Лађарак, С. Митровиц
  - 766. Златко Шалић, Гимназија, Сремска Митровица
  - 767. Мирко Младеновић, ОШ 'Слободан Бајић - Паја', Сремска Митровица
  - 768. Љиљана Пантелић, Медицинска школа 'Драгиња Никшић', Сремска Митровица
  - 769. Властимир Жељајић, Гимназија, Рума
  - 770. Сања Ивић, ОШ 'Јован Поповић', Сремска Митровица



## Расински округ

771. Драгана Милићевић, Гимназија, Крушевац



772. Наташа Ралић, Прва техничка школа, Крушевац	● ● ● ● ● +5
773. Сања Матијашевић, ШУ Крушевац	● ● ● ● ● +5
774. Милош Митровић, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Ђићевац	● ● ● ● ● +2
775. Миланка Илић, Гимназија, Крушевац	● ● ● ● ● +3
776. Гордана Настић, ОШ 'Нада Поповић', Крушевац	● ● ● ● ● +2
777. Зорица Обрадовић, ОШ 'Жабаре', Жабаре-Крушевац	● ● ● ● ●
778. Нада Савић, Гимназија, Крушевац	● ● ● ● ● +3
779. Горан Милићевић, ОШ 'Јован Поповић', Крушевац	● ● ● ● ● +2
780. Љиљана Станковић, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Крушевац	● ● ● ● ● +1
781. Гораџа Ивановић, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Крушевац	● ● ● ● ● +1
782. Драган Капларевић, ОШ 'Бранко Радичевић' - Разбојна, Крушевац	● ● ● ● ● +1
783. Весна Радић, ОШ 'Раде Додић' - Милутовац, Трстеник	● ● ● ● ● +1
784. Лидија Радовановић, Висока хем.тех. школа, Крушевац	● ● ● ● ● +1
785. Снежана Белоица, ОШ 'Љубивоје Бајић' - Медвеђа, Трстеник	● ● ● ● ● +1
786. Манда Кнежевић, ОШ 'Николај Велимировић', Александровац	● ● ● ● ● +1

### Средње-банатски округ

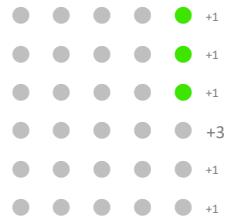
2020	2019	2018	2017	2016
● ● ● ● ● +5				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ●				
● ● ● ● ● +3			● ● ● ● ● +3	
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +3				
● ● ● ● ● +3				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				

### Западно-бачки округ

2020	2019	2018	2017	2016
● ● ● ● ● +5				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +4				
● ● ● ● ● +2				
● ● ● ● ● +2				
● ● ● ● ● +2				
● ● ● ● ● +2				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				
● ● ● ● ● +1				

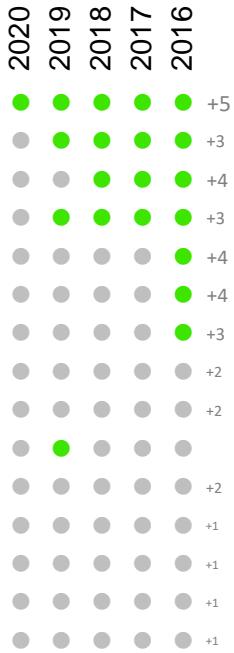


816. Слободан Божић, ОШ 'Никола Тесла' - Липар, Кула  
 817. Милош Кривокућа, ОШ '20. октобар' - Сивац, Кула  
 818. Анђелка Терзић, ОШ 'Иво Лола Рибар', Сомбор  
 819. Драган Вукелић, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Сомбор  
 820. Љубица Ђурица, ОШ 'Аврам Мразовић', Сомбор  
 821. Милан Брдар, Гимназија, Сомбор



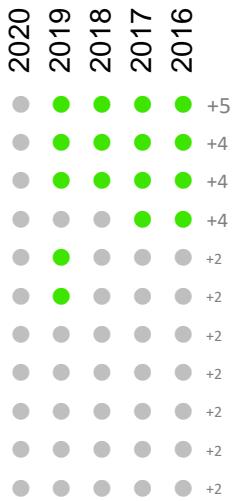
### **Златиборски округ**

822. Гордана Варница, Гимназија 'Свети Сава', Пожега  
 823. Никола Јовановић, Гимназија 'Јосиф Панчић', Бајина Башта  
 824. Јелена Радовановић, ОШ 'Слободан Секулић', Ужице  
 825. Соња Гроздановић, Гимназија 'Свети Сава', Пожега  
 826. Ангелина Јеротијевић Марковић, ОШ 'Стари град', Ужице  
 827. Снежана Јевђовић, Ужиичка гимназија, Ужице  
 828. Живојин Павловић, Ужиичка гимназија, Ужице  
 829. Цмиљка Васовић, Ужиичка гимназија, Ужице  
 830. Даница Тошић, Пољопривредна школа 'Љубо Мићић', Пожега  
 831. Братислав Бојанић, ОШ 'Десанка Максимовић', Прибој  
 832. Бранка Смиљанић, Гимназија 'Свети Сава', Пожега  
 833. Иван Жунић, ОШ 'Алекса Дејовић' - Севојно, Ужице  
 834. Весна Димитријевић, Прва основна школа Краља Петра II, Ужице  
 835. Верица Брковић, ОШ 'Слободан Секулић', Ужице  
 836. Милија Топаловић, Средња школа 'Свети Ахилије', Ариље



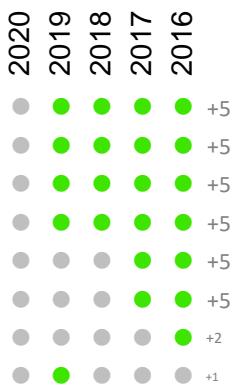
### **Браничевски округ**

837. Маја Јовановић Глигоријевић, Гимназија, Пожаревац  
 838. Милан Алексић, Гимназија, Пожаревац  
 839. Иван Стојановић, Гимназија, Пожаревац  
 840. Зорица Алексић, Гимназија, Пожаревац  
 841. Јелена Добрчић, ОШ 'Вук Каракић', Пожаревац  
 842. Снежана Стојановић, ОШ 'Краљ Александар I', Пожаревац  
 843. Светислав Љубисављевић, Медицинска школа, Пожаревац  
 844. Драган Аврамовић, Медицинска школа, Пожаревац  
 845. Драгана Танчић, ОШ 'Вук Каракић', Пожаревац  
 846. Драган Мандић, ОШ 'Иво Лола Рибар', Велико Градиште  
 847. Тодор Драгољевић, Средња школа, Велико Градиште



### **Пчињски округ**

848. Срба Стошић, ОШ 'Вук Стефановић Каракић' - Левосоје, Бујановац  
 849. Назми Нухији, ОШ 'Десанка Максимовић', Бујановац  
 850. Слађан Ристић, ОШ 'Вук Каракић', Прешево  
 851. Ферат Рустеми, ОШ 'Десанка Максимовић', Бујановац  
 852. Весна Митић, СШ 'Свети Сава', Бујановац  
 853. Татјана Стошић, Центар за таленте, Врање  
 854. Сузана Ивановић, ОШ 'Вук Каракић', Врање  
 855. Владица Спасић, ОШ 'Вук Каракић', Сурдулица



856. Иванка Станковић, Гимназија 'Бора Станковић', Врање	● ● ● ● ●	+2
857. Хирмете Велиу, Гимназија 'Скендербег', Прешево	● ● ● ● ●	+1
858. Братислав Радовановић, ОШ 'Вук Караџић', Сурдулица	● ● ●	
859. Миодраг Стојановић, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Сурдулица	● ● ●	
860. Ненад Станковић, ОШ 'Пера Мачкатовац', Сурдулица	● ● ●	
861. Драган Стаковић, ОШ 'Свети Сава', Владичин Хан	● ● ●	
862. Ивица Митић, ОШ '1. мај' - Вртогош, Врање	● ● ● ● ●	+2
863. Добри Станковић, Медицинска школа, Врање	● ● ● ● ●	+1
864. Саша Јовановић, Гимназија 'Бора Станковић', Врање	● ● ● ● ●	+1

### Северно-бачки округ

	2020	2019	2018	2017	2016
865. Јелена Писаров, ОШ 'Матко Вуковић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+5
866. Даниел Баровић, ОШ 'Јован Микић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+4
867. Милорад Ковачевић, ОШ 'Иштван Сечењи', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+4
868. Стојанка Белетић, Медицинска школа, Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+3
869. Петер Фараго, Гимназија и екон. школа 'Доситеј Обрадовић', Бачка Топола	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	
870. Милена Кецман, ОШ 'Иван Милутиновић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	
871. Гордана Матош, ОШ 'Кизур Иштван', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	
872. Биљана Танасић, Гимназија 'Светозар Марковић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+3
873. Аранка Амштадт, ОШ 'Јован Јовановић Змај', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+2
874. Мирко Киселички, Гимназија 'Светозар Марковић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+2
875. Александар Ристић, ОШ 'Ђуро Салај', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1
876. Љиљана Крнајски, Гимназија 'Светозар Марковић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1
877. Тања Мијатов, Гимназија 'Светозар Марковић', Суботица	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1

### Јабланички округ

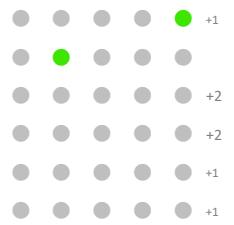
	2020	2019	2018	2017	2016
878. Драган Димић, ШООО 'Доситеј Обрадовић', Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+5
879. Предраг Стојановић, ОШ 'Петар Тасић', Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+3
880. Саша Стојановић, Гимназија, Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+4
881. Веселинка Петковић, ОШ 'Станимир Вељковић-Зеле' - Бојник, Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+3
882. Зоран Костић, ОШ 'Јосиф Костић', Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+2
883. Александар Николић, ОШ 'Светозар Марковић', Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+2
884. Драган Голубовић, ОШ 'Синиша Јанић', Власотинце	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	
885. Синиша Стојиљковић, Гимназија, Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+2
886. Марија Стојановић Красић, Медицинска школа, Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1
887. Зоран Тодоровић, ХТШ 'Божидар Ђорђевић Кукар', Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1
888. Драгана Злопорубовић, Гимназија, Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1
889. Љиљана Анђелковић, Гимназија, Лесковац	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1

### Северно-банатски округ

	2020	2019	2018	2017	2016
890. Драган Васић, ОШ 'Васа Стјајић' - Мокрин, Кикинда	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+5
891. Петар Вуџа, ОШ "Др Тихомир Остојић" - Остојићево, Кикинда	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+5
892. Милан Данић, ОШ 'Свети Сава', Кикинда	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+3
893. Биљана Груловић, ОШ 'Вук Караџић', Кикинда	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1
894. Лаура Ароксалаши, Сенђанска гимназија, Сента	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+2
895. Едеш Каталин, Сенђанска гимназија, Сента	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	+1

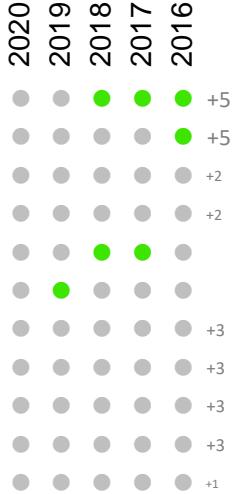


896. Александар Атлагић, Сенђанска гимназија, Сента  
 897. Жељко Радивојша, ОШ 'Жарко Зрењанин', Кикинда  
 898. Јудит Хун, ОШ 'Ђура Јакшић', Кикинда  
 899. Јелена Вулић, ОШ 'Јован Поповић', Кикинда  
 900. Милан Толмач, ОШ 'Петар Кочић' - Наково, Кикинда  
 901. Лajoш Сакмањ, Гимназија 'Бољаи', Сента



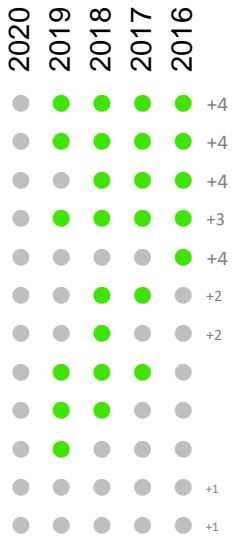
### Подунавски округ

902. Милутин Вучковић, Гимназија, Смедерево  
 903. Јелена Тасић, ОШ 'Бранислав Нушић', Смедерево  
 904. Нада Цвејић, ОШ 'Херој Срба' - Осипаоница, Смедерево  
 905. Зорица Цвејић, ОШ 'Доситеј Обрадовић', Смедерево  
 906. Немања Момчиловић, Гимназија, В. Плана  
 907. Ружица Томић, ОШ 'Димитрије Давидовић', Смедерево  
 908. Дамјан Станковић, Гимназија, Смедерево  
 909. Горан Тодоров Филиповић, Гимназија, Смедерево  
 910. Весна Симоновић, Гимназија, Смедерево  
 911. Тања Милосављевић, Гимназија, Смедерево  
 912. Мирјана Петровић, ОШ 'Академик Радомир Лукић' - Милошевац, В. Плана



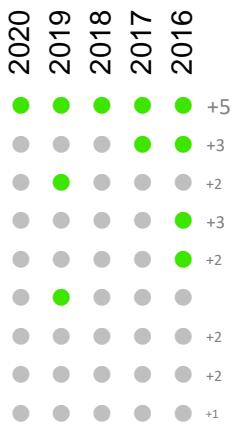
### Пиротски округ

913. Мирјана Еленков, Гимназија, Пирот  
 914. Наташа Ристић, ОШ 'Свети Сава', Пирот  
 915. Нина Јовановић, Гимназија, Пирот  
 916. Горан Игњатовић, ОШ 'Душан Радовић', Пирот  
 917. Драган Манчић, ОШ 'Свети Сава', Пирот  
 918. Јелена Цветковић, ОШ "Јован Аранђеловић"-Црвена Река, Бела Паланка  
 919. Борица Ђирић, ОШ 'Љупче Шпанац', Бела Паланка  
 920. Љубиша Ђорђевић, ОШ '8. септембар', Пирот  
 921. Милорад Поп Крстић, Техничка школа, Пирот  
 922. Мирослав Ђорђевић, ОШ 'Вук Караџић', Пирот  
 923. Драгиша Николић, Гимназија, Пирот  
 924. Ана Петров, Гимназија, Пирот



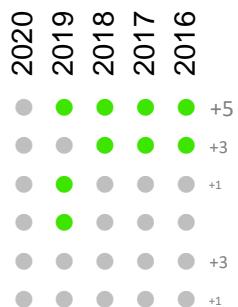
### Борски округ

925. Иван Стојановић, СШ 'Свети Сава', Кладово  
 926. Марина Радић, ОШ 'Љубица Јовановић Радосављевић' - Подвршка, Кладово  
 927. Минка Милићевић, ОШ 'Душан Радовић', Бор  
 928. Александар Митровић, Машинско-електротехничка школа, Бор  
 929. Горан Јарковић, Гимназија 'Бора Станковић', Бор  
 930. Јелена Петковић, ОШ 'Вук Караџић', Кладово  
 931. Љиљана Стојановић, Гимназија, Неготин  
 932. Наташа Ђорђевић Паовић, ОШ 'Вук Караџић', Неготин  
 933. Биљана Мучибабић, Гимназија, Мајданпек



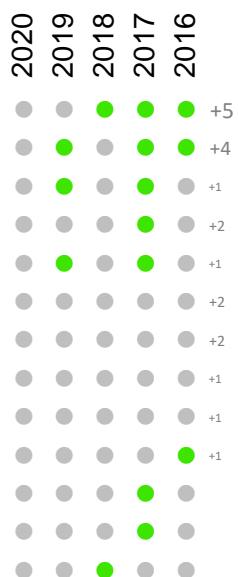
### Колубарски округ

934. Милка Нинковић, ОШ 'Андра Савчић', Ваљево  
935. Дамјан Лазић, ОШ 'Илија Бирчанин' - Ставе, Ваљево  
936. Невена Смолчић, ОШ 'Милован Глишић', Ваљево  
937. Драган Јанковић, ОШ 'Андра Савчић', Ваљево  
938. Предраг Стојаковић, Гимназија, Ваљево  
939. Драгица Ђукнић, Ваљево



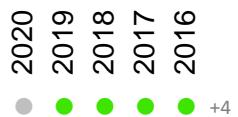
### Моравички округ

940. Ирена Симовић, Гимназија, Чачак  
941. Зоран Недељковић, ОШ 'Свети Сава', Горњи Милановац  
942. Олга Дукић, ОШ 'Вук Караџић', Чачак  
943. Горан Ивковић, ОШ 'Свети Сава', Чачак  
944. Снежана Ђурђевић, ОШ 'Филип Филиповић', Чачак  
945. Слободан Пантић, ОШ 'Краљ Александар I', Горњи Милановац  
946. Милка Николић, ОШ 'Др Драгиша Мишовић', Чачак  
947. Момчило Ђирић, ОШ 'Танаско Рајић', Чачак  
948. Драган Јовићевић, ОШ 'Бранислав Петровић' - Слатина, Чачак  
949. Милка Поледица, ОШ 'Милинко Кушић', Ивањица  
950. Светлана Васовић, ОШ 'Др Драгиша Мишовић', Чачак  
951. Зорана Рамовић, ОШ 'Свети Сава', Чачак  
952. Зорица Миловановић, ОШ 'Милица Павловић', Чачак



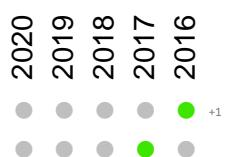
### Топлички округ

953. Драгана Обрадовић Стаменковић, ОШ 'Вук Караџић' - Житни поток, Прокупље



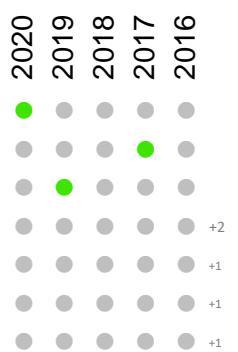
### Црна Гора

954. Милица Перовић, Средња стручна школа Никшић, Никшић  
955. Љубисав Боричић, Гимназија 'Танасије Пејатовић', Пљевља



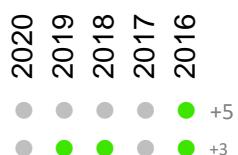
### Нераспоређени

956. Никола Марковић  
957. Миленко Поповић  
958. Душица Радосављевић  
959. Бранкица Рибачкова  
960. Данијела Петровић  
961. Ивана Лакићевић  
962. Надица Мутин



### Студенти

963. Лана Неоричић, Физички Факултет, Београд  
964. Ивана Поповић, Физички Факултет, Београд



965. Зорана Недељковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● +3
966. Јелена Кршић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● +4
967. Јелена Стошић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +4
968. Лазар Матић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
969. Александар Матић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● +3
970. Ана Ђулаковић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● +3
971. Милена Димитријевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● +3
972. Марија Дубачкић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +3
973. Зоран Томић, ПМФ Ниш	● ● ● ● ● +3
974. Вук Јовићевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +3
975. Јелена Милановић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● +3
976. Стефан Ђорђевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
977. Иван Цицварић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +2
978. Тијана Радовановић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● +2
979. Вукашин Милошевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● +2
980. Стефан Анђелковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● +2
981. Весна Чворић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● +2
982. Данило Николић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +2
983. Марко Стојановић, ПМФ Ниш	● ● ● ● ● ● +2
984. Петар Бојовић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
985. Петар Тадић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
986. Михајло Спорић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
987. Јован Марков, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
988. Јасмина Штављанин, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
989. Јасна Алексић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
990. Кристина Јоловић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
991. Аница Милићевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
992. Јована Кнежевић, ПМФ Нови Сад	● ● ● ● ● ● +1
993. Александар Буква, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
994. Ђорђе Богдановић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
995. Милан Гемальевић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
996. Митра Степић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
997. Ивана Ивановић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
998. Марија Радивојевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
999. Александра Ђуновић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
1000. Александра Миленковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
1001. Јелена Трајковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ●
1002. Славица Рафаиловић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1003. Јана Петровић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1004. Јелена Репић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1005. Ивана Дугалић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1006. Мирјана Ракићевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1007. Александра Радовановић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1008. Лука Клинчаревић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1009. Гордана Алексић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1010. Виолета Милојевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1011. Душан Етински, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1012. Емилија Симоновић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1
1013. Милош Јонић, ПМФ Ниш	● ● ● ● ● ● +1
1014. Лука Рајачић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● +1



1015.	Ивона Ивошевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1016.	Марија Благојевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1017.	Бојан Газибарић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1018.	Лука Благојевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1019.	Мира Ђекић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1020.	Магдаледа Алимпијевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1021.	Давид Царевић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1022.	Владан Симић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1023.	Огњен Станисављевић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1024.	Вук Радојевић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1025.	Хелена Мильковић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1026.	Ивана Стојиљковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1027.	Марија Шиндик, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1028.	Немања Мадић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1029.	Милан Цупаћ, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1030.	Марко Петрушчић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1031.	Милош Гојковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1032.	Александра Димић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +3
1033.	Вања Вуковић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +2
1034.	Вукица Поповић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +2
1035.	Јелена Матковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +2
1036.	Филип Килибарда, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +2
1037.	Игор Прлина, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +2
1038.	Драгана Вуловић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1039.	Горица Здравковић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1040.	Војислав Паунић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1
1041.	Никола Ивановић, Физички Факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1

### Млади физичари

		2020	2019	2018	2017	2016
1042.	Лука Савић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1043.	Драгица Симовић, Шабац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1044.	Павле Радојковић	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1045.	Лазар Младеновић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1046.	Стефан Станковић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1047.	Ана Митковић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1048.	Ђорђе Митровић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1049.	Јелена Јовановић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1050.	Анђела Доневић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1051.	Јелена Тодоровић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1052.	Петар Бојовић, Лесковац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				

### In memoriam

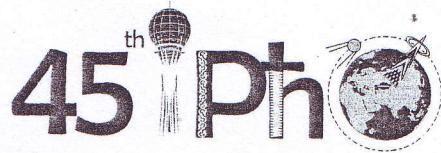
		2020	2019	2018	2017	2016
1053.	Даниела Стanoјevић, Гимназија 'Светозар Марковић', Ниш	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +4				
1054.	Бранислав Чабрић, ПМФ Крагујевац	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				
1055.	Никола Шишовић, Физички факултет, Београд	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● +1				



Списак свих индивидуалних чланова Друштва биће истакнут на званичном сајту ДФС, сем оних који изричito траже да се њихово име не објављује.

Све колеге које су уплатиле чланарину, а њихово име се не налази на списку или желе да додају неке податке (школа, e-mail), могу да се мејлом обрате колеги Иринелу Тапалаги ([irinel@ff.bg.ac.rs](mailto:irinel@ff.bg.ac.rs)).





# CERTIFICATE

This is to certify that

**Nenad Sakan**

from **Serbia**

has participated in the

**45th International Physics Olympiad  
as a Leader**

Astana, Kazakhstan, July 13-21, 2014



**Yessengazy Imangaliyev**  
Vice-Minister of Education and Science  
of the Republic of Kazakhstan



**Hans Jordens**  
President of the International  
Physics Olympiad

**45. IPhO – Казахстан****45th International Physics Olympiad****Astana, Kazakhstan****13-21 July 2014.**

Екипа Србије за 45. Међународну олимпијаду из физике је одређена на основу резултата Српске физичке олимпијаде.

Наши ученици су освојили следећа признања:

1. Урош Ристивојевић, Математичка гимназија, Београд, сребрна медаља, 18,45 поена
2. Михаило Ђорђевић, Математичка гимназија, Београд, бронзана медаља, 16,4 поена
3. Лука Бојовић, Математичка гимназија, Београд, бронзана медаља, 15,35 поена
4. Јован Јовановић, Тринаеста београдска гимназија, Београд, бронзана медаља, 14,8 поена
5. Јанко Шуштершић, Прва крагујевачка гимназија, Крагујевац, похвала, 9,4 поена

Због изузетно тешких задатака границе за медаље су биле 27 поена за злато, 18,4 поена за сребро, 12 поена за бронзу и 9 поена за похвалу.

Првопласирани са Српске физичке олимпијаде Иван Танасијевић из Математичке гимназије одустао је од учешћа на Олимпијади због учешћа на Међународној олимпијади из математике. Уместо њега у екипу је као резерва уврштен Лука Бојовић.

Вође екипе су били проф. др Мићо Митровић са Физичког факултета и др Ненад Сакан из Института за физику.



Овај унос је објављен под [IPhO](#) и означен са [2014](#). Забележите [сталину везу](#).

---

*Zahvaljujemo:*

*IPB, WordPress.*

**Неутрини су међу нама!**

# REVIEW CONFIRMATION CERTIFICATE



We are pleased to confirm that

*Nenad Sakan*

has reviewed 15 papers for the following MDPI journals in the period 2017–2021:

*Atoms, Entropy, Photonics*

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Lin".

Dr. Shu-Kun Lin, Publisher and  
President Basel, 10 January 2022



MDPI is a publisher of open access, international, academic journals. We rely on active researchers, highly qualified in their field to provide review reports and support the editorial process. The criteria for selection of reviewers include: holding a doctoral degree or having an equivalent amount of research experience; a national or international reputation in the relevant field; and having made a significant contribution to the field, evidenced by peer-reviewed publications.

DS SI BFP BFP4 "BFP S53M S53M S53M Matj BFP JEЧА PLAY! QVec [PDF] Bog\_i\_ri bog i БОГ AUTO Bog (706) MDX MDPI Su > + - □ ×

https://susy.mdpi.com/user/reviewer/status/finished 170% ☆

Home Manage Accounts Change Password Edit Profile Logout

Pending (1) | Finished (15) | Declined (1) Download Certificate

Manuscript-ID	Journal	Title	Invited Date	Manuscript Status
atoms-1190227	atoms	Photoionization cross sections of carbon-like N <sup>+</sup> near the K- ...	2021-04-06 05:03:32	Website online
entropy-1140706	entropy	Analysis of pseudo-Lyapunov exponents of solar convection us ...	2021-03-05 12:11:09	Website online
photonics-934155	photronics	The Role of Plasma Kinetics during the Tunable THz pulses Ge ...	2020-09-03 11:51:26	Website online
entropy-665576	entropy	Explanation of experimentally observed phenomena in hot toka ...	2019-12-11 07:31:53	Website online
atoms-618425	atoms	Tracking Temporal Development of Optical Thickness of Hydrog ...	2019-10-03 13:01:15	Website online
atoms-558136	atoms	Mini-Review: Hydrogen Atoms in a High-Frequency Laser Field	2019-08-06 10:29:59	Website online
atoms-537819	atoms	Effect of the ions on the electronic Stark line broadening ...	2019-06-15 11:24:27	Website online
atoms-521326	atoms	New Atomic Model from the spectra of Hydrogen, Helium, Beryl ...	2019-06-04 05:31:10	Rejected
atoms-482042	atoms	Measurement of the magnetic field in a linear magnetized pla ...	2019-04-01 07:52:05	Website online
atoms-442870	atoms	Simulation of Spectra Code (SOS) for ITER Active Beam Spectr ...	2019-02-11 03:33:33	Website online
atoms-415609	atoms	Spectral modeling of hydrogen radiation emission in magnetic ...	2018-12-14 05:12:16	Website online
atoms-369197	atoms	Atomic and Molecular Processes in a Strong Bicircular Laser ...	2018-09-30 11:18:54	Website online
atoms-288355	atoms	The Third and Fourth Workshops on Spectral Line Shapes in Pl ...	2018-03-26 13:40:14	Website online
atoms-271679	atoms	Influence of helical trajectories of perturbers on Stark lin ...	2018-02-13 11:36:16	Website online
atoms-226162	atoms	Stark broadening from impact theory to simulations	2017-09-04 08:45:16	Website online

Submissions Menu ?

- Submit Manuscript
- Display Submitted Manuscripts
- Display Co-Authored Manuscripts
- English Editing
- Discount Vouchers
- Invoices
- LaTex Word Count

Reviewers Menu ?

- Reviews 1
- Volunteer Preferences



**Наслов WATE-D-17-00025 - thank you for agreeing**

**Од WATE**

**Пошиљалац** em.wate.0.51f9d9.04d4bf85@editorialmanager.com

**За Nenad Sakan**

**Одговори** WATE

**Датум** данас 10:07

WATE-D-17-00025

"Application of response surface methodology and machine learning combined with data simulation to metal determination of freshwater sediment"

Water, Air, & Soil Pollution

Dear Dr. Sakan,

Thank you for agreeing to review the above manuscript.

If you would like to view and/or download the submission, please click this link: <http://wate.edmgr.com/l.asp?i=133127&l=QFG7CGZK>

If you are ready to submit your comments, you may click this link: <http://wate.edmgr.com/l.asp?i=133128&l=RF5YVNz1>

Please be aware that this link will expire after 1 click.

You can also submit your review by logging in with your username and password at: <http://wate.edmgr.com/>

If you have forgotten your username or password please use the "Send Login Details" link to get your login information. For security reasons, your password will be reset.

We look forward receiving your review by 27 Apr 2017.

<only add if applicable> In order to add the due date to your electronic calendar, please open the attached file.

If you have any questions, please do not hesitate to contact us. We appreciate your assistance.

With kind regards,

Jack T. Trevors  
Editor in Chief

Dear Dr. Sakan,

In view of your expertise I would be very grateful if you could review the following manuscript which has been submitted to Water, Air, & Soil Pollution.

Manuscript Number: WATE-D-17-00025

Title: Application of response surface methodology and machine learning combined with data simulation to metal determination of freshwater sediment

Abstract: A comparative study between conventional methods (EPA 3050B and ISO

11466.3) of metal extraction and a simple method of low cost, using aqua regia, was carried out in this work. Six elements (Mn, Cu, Zn, Pb, Ni and Cd) were determined by flame atomic absorption spectrometry (FAAS) in a certified sample of sediment (CNS 392). Central composite design (CCD) and response surface methodology (RSM) as well as machine learning were used to find the optimal condition of the metal extraction. The influence of the parameters volume of nitric acid in aqua regia ( $v$ ), time of extraction ( $t$ ) and temperature ( $T$ ) on Mn, Cu, Zn and Pb recovery was investigated. The best condition for the recovery of all the metals was  $v = 2.5$  mL of HNO<sub>3</sub>,  $t = 2$  h and  $T = 90^\circ\text{C}$ . In comparison with the conventional methods, the aqua regia method was found to present better recovery values and lower standard deviations for all the metals studied.

In case you accept to review this submission please click on this link:

<http://wate.edmgr.com/l.asp?i=133091&l=VCFLTSAP>

If you do not have time to do this, or do not feel qualified, please click on this link:

<http://wate.edmgr.com/l.asp?i=133092&l=STKEE140>

We hope you are willing to review the manuscript. If so, would you be so kind as to return your review to us within 28 days of agreeing to review? Thank you.

IN ORDER TO KEEP DELAYS TO A MINIMUM, WE ASK THAT YOU PLEASE ACCEPT OR DECLINE THIS ASSIGNMENT ONLINE AS SOON AS POSSIBLE.

You are requested to submit your review online by using the Editorial Manager system which can be found at:

<http://wate.edmgr.com/>. Your username is: NenadSakan and your password is: available at this link [http://wate.edmgr.com/Default.aspx?pg=accountFinder.aspx&firstname=Nenad&lastname=Sakan&email\\_address=nsakan@ipb.ac.rs](http://wate.edmgr.com/Default.aspx?pg=accountFinder.aspx&firstname=Nenad&lastname=Sakan&email_address=nsakan@ipb.ac.rs).

Once there, you will find reviewer questions within the system to help frame your feedback:

- 1) Does the paper fall within the Aims and Scope of the journal?
- 2) Does the paper contain new science that is correctly explained?
- 3) Does the paper have significant applications to the pollution of water, air, and soil?
- 4) Is the paper essentially a repetition of already published data/papers, with no new knowledge?
- 5) Does the paper contain up-to-date references?
- 6) Are the theories, concepts, conclusions, etc. sufficiently supported by data/information?
- 7) Does the paper include sufficient data from replicated experiments and statistical analysis?
- 8) Is the paper written in standard, grammatically correct English?
- 9) Are the figures and tables of good quality?
- 10) Does the paper have appropriate structure (introduction, experiment, results and discussion, etc.)?
- 11) Has the author followed the Instructions for Authors regarding manuscript submission, format and style?

Directions will also be provided for additional confidential comments to the Editor-in-Chief and comments for the author.

Springer has recently enhanced the Editorial Manager review system for Water, Air,

& Soil Pollution, allowing reviewers to indicate their areas of expertise from a comprehensive list of classifications embedded into the system.

Because of this feature, we are requesting that you update your personal classifications in the system. This will be a critical part of the reviewer assignment process and we would appreciate your input as soon as possible.

Please click this link to update your personal classifications: <http://wate.edmgr.com/l.asp?i=133093&l=PV421STJ>. If your classification is not listed, then simply select the classification that is most appropriate.

If you have any questions, please do not hesitate to contact us. We appreciate your assistance.

With kind regards,  
Jack T. Trevors  
Editor in Chief



Пошта

Конакти

Поставке

Одјава

Фасцикле
Примљене (7054)
Нацрти
Послате
Смеће
<b>20170619 (11083)</b>
<b>Archives (916)</b>
Branka
Ivke
<b>Ja (1061)</b>
<b>sent-mail (1)</b>
<b>Tagor (6)</b>

**Наслов Thank you for reviewing for International Journal of Sediment Research**

Од International Journal of Sediment Research

Пошиљалац em.ijsrc.0.6ea398.e0becae7@editorialmanager.com

За Nenad Sakan

Одговори International Journal of Sediment Research

Датум 2020-10-14 22:50

Manuscript Number: IJSRC-D-20-00240

Evaluating potentially toxic elements (PTEs) pollution in surface sediments of Anzali wetland

Dear Dr Sakan,

Thank you for reviewing the above referenced manuscript. I greatly appreciate your contribution and time, which not only assisted me in reaching my decision, but also enables the author(s) to disseminate their work at the highest possible quality. Without the dedication of reviewers like you, it would be impossible to manage an efficient peer review process and maintain the high standards necessary for a successful journal.

I hope that you will consider International Journal of Sediment Research as a potential journal for your own submissions in the future.

As a token of appreciation, we would like to provide you with a review recognition certificate on Elsevier Reviewer Hub ([reviewerhub.elsevier.com](http://reviewerhub.elsevier.com)). Through the Elsevier Reviewer Hub, you can also keep track of all your reviewing activities for this and other Elsevier journals on Editorial Manager.

If you have not yet activated your 30 day complimentary access to ScienceDirect and Scopus, you can still do so via the [Rewards] section of your profile in Reviewer Hub ([reviewerhub.elsevier.com](http://reviewerhub.elsevier.com)).

You can always claim your 30-day access period later, however, please be aware that the access link will expire six months after you have accepted to review.

Kind regards,

Cheng Liu  
Associate Editor  
International Journal of Sediment Research

More information and support

You will find guidance and support on reviewing, as well as information including details of how Elsevier recognizes reviewers, on Elsevier's Reviewer Hub:  
<https://www.elsevier.com/reviewers>

FAQ: How can I reset a forgotten password?

[https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/28452/supporthub/publishing/](https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/28452/supporthub/publishing/)

For further assistance, please visit our customer service site:

<https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/publishing/>

Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about Editorial Manager via interactive tutorials. You can also talk 24/7 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL:

<https://www.editorialmanager.com/ijsrc/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

## **25th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases**

August, 30 - September, 3, 2010, Donji Milanovac, Serbia

### **Scientific Committee**

L.Č. Popović (Chairman) Serbia

S.	Buckman	Australia
J.	Burgdoerfer	Austria
Z.	<u>Donko</u>	Hungary
V.	<u>Guerra</u>	Portugal
D.	Jovanović	Serbia
J.J.	<u>Jureta</u>	Serbia
M.	Kuraica	Serbia
K.	Lieb	Germany
T.	Makabe	Japan
G.	Malović	Serbia
I.	Mančev	Serbia
S.T.	Manson	USA
N.J.	Mason	UK
E.	Mediavilla	Spain
Z.	Mijatović	Serbia
K.	Mima	Japan
Z.	Mišković	Canada
N.	Nedeljković	Serbia
Z.	Rakočević	Serbia
Y.	Serruys	France
N.	<u>Simonović</u>	Serbia
M.	Škorić	Serbia

### **Advisory Committee**

D.	Belić
N.	Konjević
J.	Labat
B.P.	<u>Marinković</u>
S.	Đurović
M.S.	Dimitrijević
N.	Bibić
M.	Milosavljević
Z.LJ.	Petrović
M.M.	Popović
J.	Purić
B.	Stanić

### **Organizing Committee**

M.M.♦ Kuraica	(Chairman)
B.M.♦ Obradović	(Vice-Chairman)
S. Bukvić	(Vice-Chairman)
N. Cvetanović	(Secretary)
I. Dojčinović	(Faculty of Physics, Belgrade)
N. Sakan	(Institute of Physics, Belgrade)
S. Ivković	(Faculty of Physics, Belgrade)
G. Sretenović	(Faculty of Physics, Belgrade)
V. Kovačević	(Faculty of Physics, Belgrade)
T. Milovanov	(Astronomical Observatory Belgrade)



See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/237273306>

# The Methods for Determination of HF Characteristics of Non-ideal Plasma

Article · January 2007

---

CITATIONS

0

READS

144

5 authors, including:



Nenad Sakan

Institute of Physics Belgrade

49 PUBLICATIONS 400 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



V. A. Srećković

Institute of Physics Belgrade

137 PUBLICATIONS 595 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Vadim Adamyan

Odessa I.I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine

154 PUBLICATIONS 2,867 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Igor M. Tkachenko

Universitat Politècnica de València

121 PUBLICATIONS 920 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Ionospheric D-Region Disturbances in Response to the Effects of Solar X-Ray Flares [View project](#)



2011 - 2016, National project No. 172001: The study of physicochemical and biochemical processes in living environment that have impacts on pollution and investigation of possibilities for consequences minimizing [View project](#)

## THE METHODS FOR DETERMINATION OF HF CHARACTERISTICS OF NONIDEAL PLASMA

N. M. Sakan<sup>1</sup>, V. A. Srećković<sup>1</sup>, V. M. Adamyan<sup>2</sup>,  
I. M. Tkachenko<sup>3</sup>, A. A. Mihajlov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Physics, Pregrevica 118, Zemun, 11000 Beograd*

<sup>2</sup>*Department of Theoretical Physics, Odessa National University,  
Dvoryanska 2, 65026 Odessa, Ukraine*

<sup>3</sup>*Department of Applied Mathematics, ETSII,  
Polytechnic University of Valencia, Camino de Vera s/n,  
Valencia 46022, Spain*

**Abstract.** In this work the previously developed method of calculation of HF electro-conductivity of non-ideal plasma is applied to the area of higher electron densities, up to  $10^{24} \text{ cm}^{-3}$  and in the temperature range  $30\ 000 \text{ K} \leq T \leq 200\ 000 \text{ K}$ . The computations are carried out in the frequency range  $[0, 1 \cdot \omega_p]$ ,  $\omega_p$  being the plasma frequency. A good agreement with the previously published data is obtained.

### 1. INTRODUCTION

This work is a continuation of the works [2, 1, 3, 4]. In [1] we presented data for slightly non-ideal plasma HF conductivity, while in [2] we have covered the area of moderately non-ideal plasma, while in [3] and [4] we have reached extreme dense concentrations in a range of  $1 \cdot 10^{21} \text{ cm}^{-3} \leq N_e \leq 1 \cdot 10^{23} \text{ cm}^{-3}$  and for  $30\ 000 \text{ K} \leq T \leq 200\ 000 \text{ K}$ . Here we present and compare the data for extremely dense non-ideal fully ionized hydrogen plasmas with thermodynamic conditions data presented in [5]. There are two values that was reproducible from their data  $\Gamma = 0.5 r_s = 4$ , and  $\Gamma = 0.5 r_s = 1$  which yields  $N_e = 2.517 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ ,  $T = 15\ 7882 \text{ K}$  and  $N_e = 1.611 \cdot 10^{24} \text{ cm}^{-3}$ ,  $T = 63\ 153 \text{ K}$  respectively. Here  $\Gamma = \beta e^2/a$ , where  $\beta$  is inverse temperature in energy units and  $a = r_s$  is the mean interionic distance (electronic Wigner-Seitz radius).

In this work a completely ionized hydrogen plasma is considered in a homogenous and monochromatic HF external electric field

$$\vec{E}(t) = \vec{E}_0 \exp\{-i\omega t\}$$

The dynamic electric conductivity  $\sigma(\omega)$  is given by a complex function of the field frequency:

$$\sigma(\omega) = \sigma_{\text{Re}}(\omega) + i \cdot \sigma_{\text{Im}}(\omega), \quad (1)$$

and, according to [1, 2],  $\sigma(\omega)$  is taken in the integrated Drude-like form:

$$\sigma(\omega) = \frac{4e^2}{3m} \int_0^\infty \frac{\tau(E)}{1 - i\omega\tau(E)} \cdot \left[ -\frac{dw(E)}{dE} \right] \rho(E) EdE \quad (2)$$

where  $\rho(E)$  is the density of electronic states in the energy space and  $w(E)$  is a Fermi-Dirac distribution function  $\tau(E)$  is the static electronic relaxation time. The basic feature of our theory [8, 9, 10, 11] is the evaluation of the relaxation time within the following approach: each electron (carrier) moves in a self-consistent field generated by all other free charges in the system. The finite values of the transport coefficients result from electron's scattering on the self-consistent field fluctuations. It is based on the paper [12], which related the Lorenz-model expression for the fully-ionized plasma electrical conductivity to the strict quantum-statistical calculation involving the Green's function formalism with the self-consistent field potential. It was shown that thus obtained static conductivity is in semi-quantitative agreement with available experimental data and also possesses correct limiting forms of Ziman and Spitzer, corresponding to high and low densities, respectively [11].

A detailed comparison with alternative methods of theoretical investigation of the dynamic conductivity, see, e.g., [13] and [14] is presented in this paper.

#### New methods:

$$\sigma(\omega) = \frac{\omega \frac{i\omega_p^2}{4\pi} - \Omega^2 \sigma_0}{\omega^2 - \Omega^2 + i\omega\Omega^2 \frac{4\pi\sigma_0}{\omega_p^2}}, \quad (3)$$

$$\Omega^2 = \frac{\omega_p^2}{3n_e V} \sum_j^N \left\langle 2 \sum_\nu f(\varepsilon_\nu) |\psi_\nu(R_j)|^2 \right\rangle_0, \quad (4)$$

where,

$\varepsilon_\nu$  - energy levels

$\psi_\nu$  - corresponding eigenfunction in one-electron states  $\nu$

$f(\varepsilon)$  - Fermi distribution function.

### 1. First method

$$\Omega^2 = \frac{\omega_p^2}{3} \left( 1 + \frac{2m^2 e^2}{\pi^2 \hbar^4 n_e} \int_0^\infty \frac{1}{\exp \beta(\varepsilon - \mu) + 1} \arctan \left( \frac{2}{\kappa} \sqrt{\frac{2m\varepsilon}{\hbar^2}} \right) d\varepsilon \right), \quad (5)$$

$$\frac{1}{2\pi^2} \left( \frac{2m}{\hbar^2} \right)^{\frac{3}{2}} \int_0^\infty \frac{1}{\exp \beta(\varepsilon - \mu) + 1} \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon = n_e, \quad (6)$$

### 2. Second method

$$\Omega^2 = \frac{\omega_p^2}{3} \left\{ 1 + \frac{\beta e^2}{\lambda_T (1 + \lambda_T / \lambda_D)} \right\}, \quad (7)$$

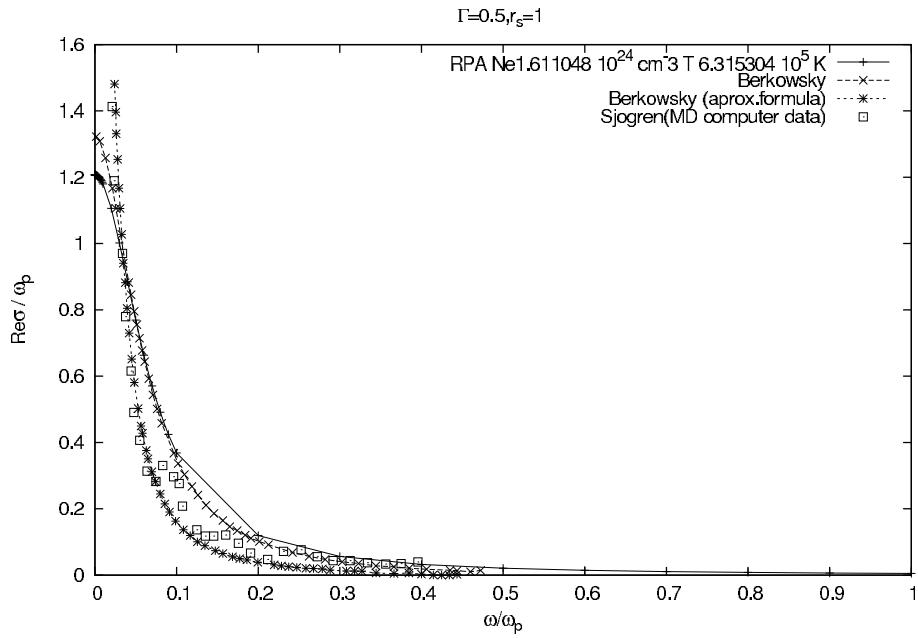
where,

$\lambda_T = \hbar / 2\sqrt{\beta/m}$  - electronic thermal wavelength

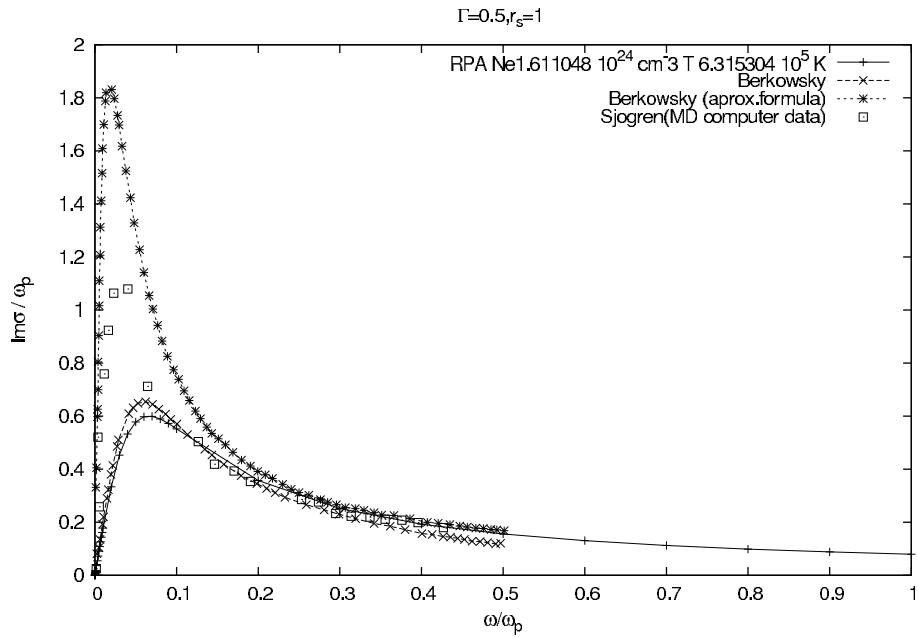
$\lambda_D^{-2} = 4\pi e^2 \beta \sum_{j=0}^s Z_j^2 n_j$  - the Debye radius

## 2. RESULTS

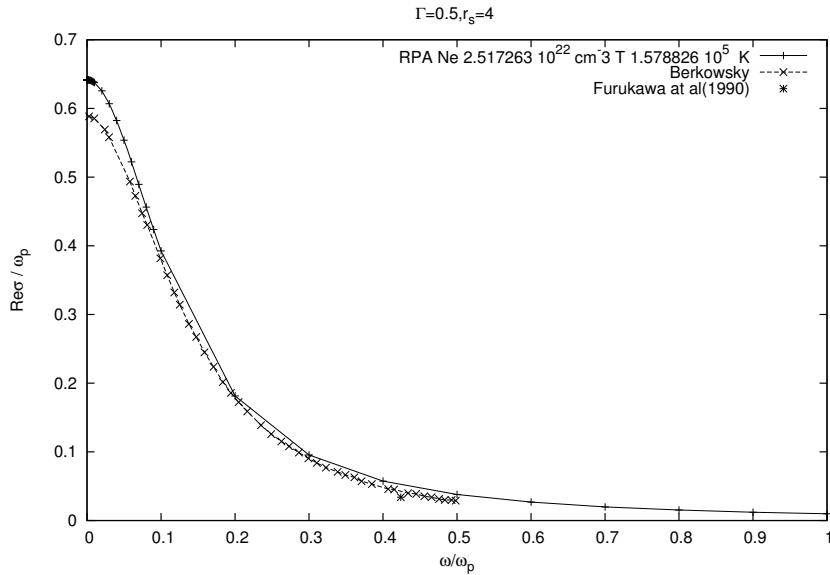
**Comparison with the other data:** On the basis numerical calculations presented earlier in [3, 4], both  $\sigma_{Re}$  and  $\sigma_{Im}$  are computed, but for the previously mentioned thermodynamic conditions. The results are displayed in the figures 1-4. The figures represent the data from several separate sources [5, 6, 7] as compared to our data. A good agreement with existing data [5, 6, 7] in a wide range of dimensionless frequency  $\omega/\omega_p$ .



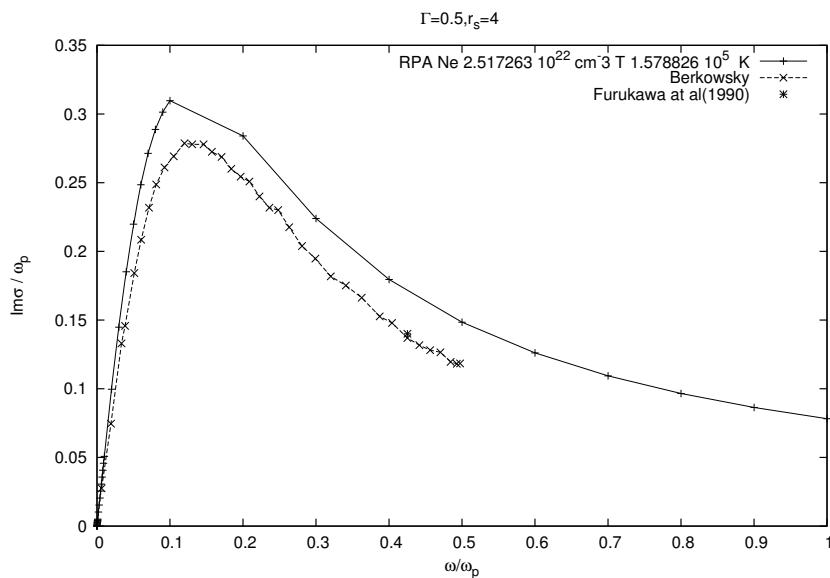
**Fig. 1** The real part of HF electrical conductivity of fully ionized Hydrogen plasma for  $\Gamma = 0.5$   $r_s = 1$ , compared with other authors [5], [6] and [7].



**Fig. 2** The imaginary part of electro conductivity, same as Fig. 1.

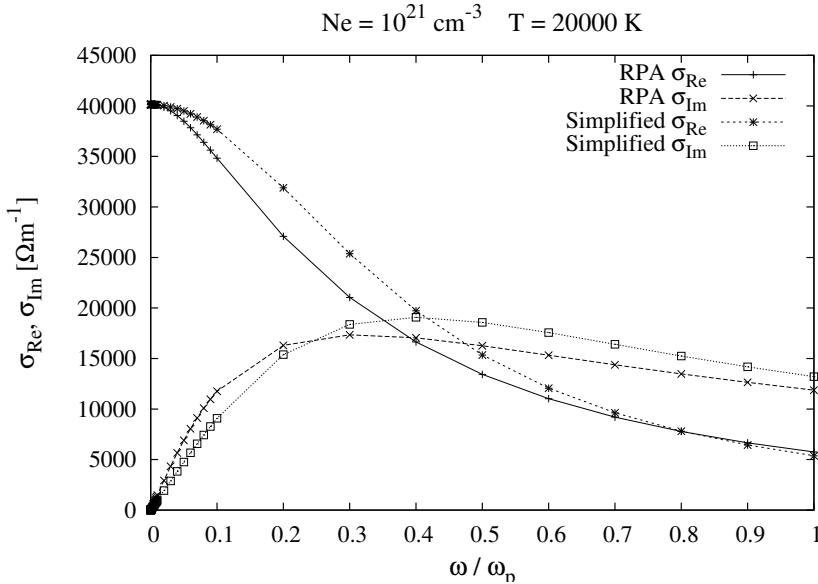


**Fig. 3** The real part of HF electrical conductivity of fully ionized H plasma for  $\Gamma = 0.5$   $r_s = 4$ , compared with other authors [5] and [7].

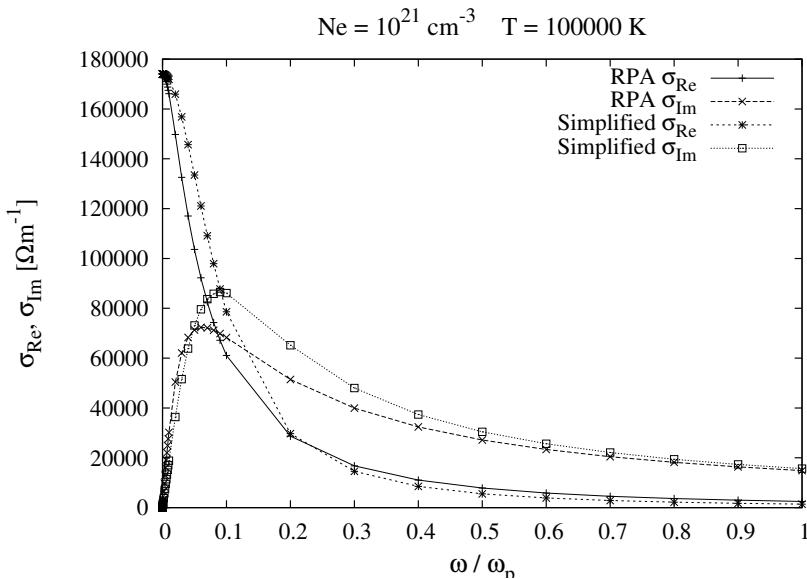


**Fig. 4.** The real part of HF electrical conductivity of fully ionized H plasma for  $\Gamma = 0.5$   $r_s = 4$ , compared with other authors [5] and [7].

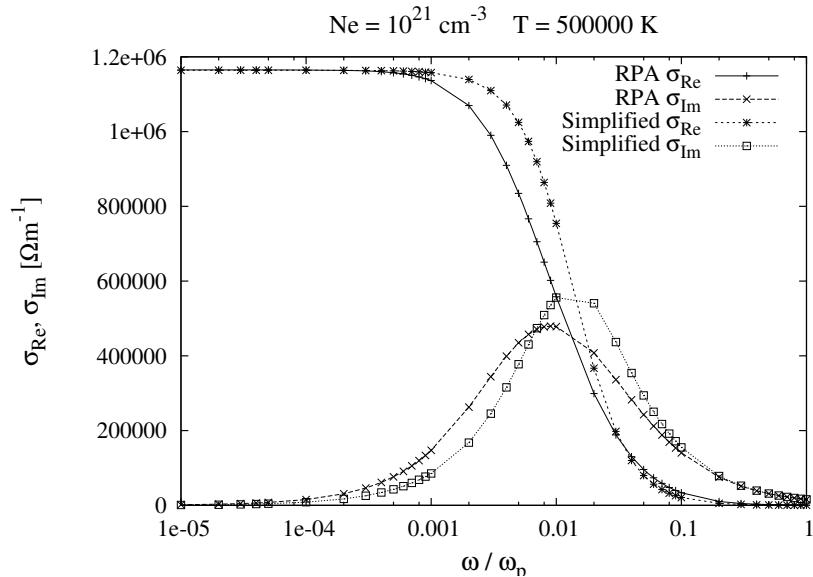
**Comparison of the methods:** Results of numerical calculations using equations (5), (6), (7) presented earlier in this paper are displayed in the figures 5 – 13.



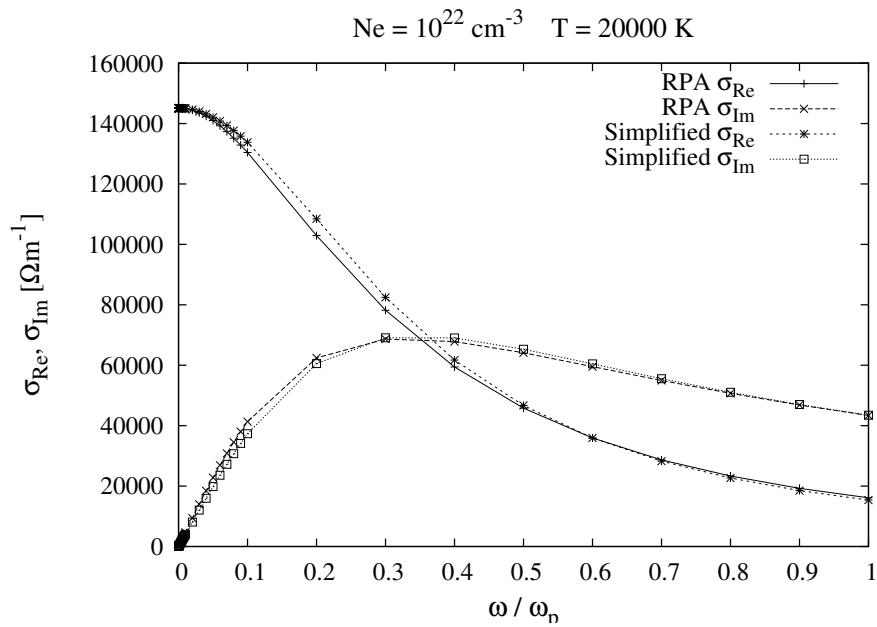
**Fig. 5.** The comparison of the simplified calculation method and the basic modified RPA method for the fully ionized hydrogen like plasma with the electron density  $10^{21} \text{ cm}^{-3}$ , and temperature 20000K.



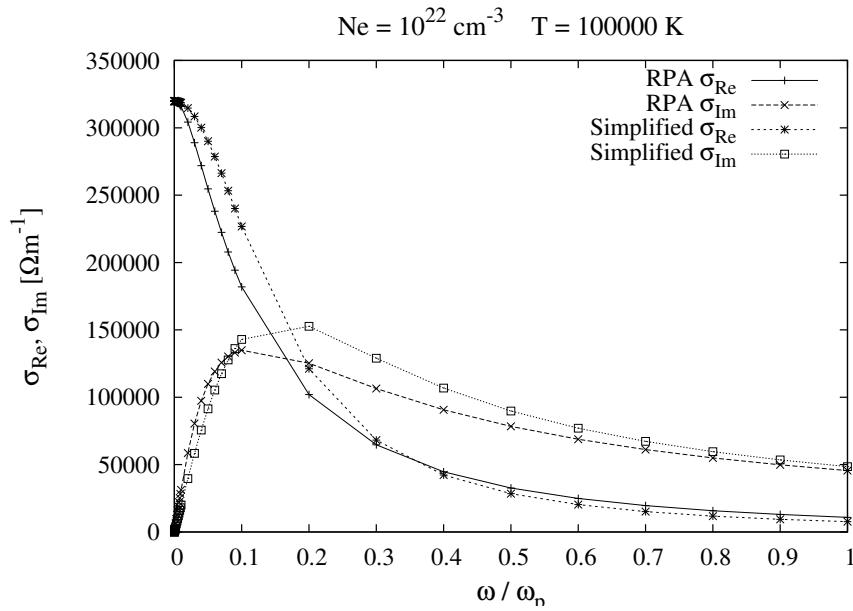
**Fig. 6.** Same as Fig. 5 but for  $N_e = 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 100000 \text{ K}$ .



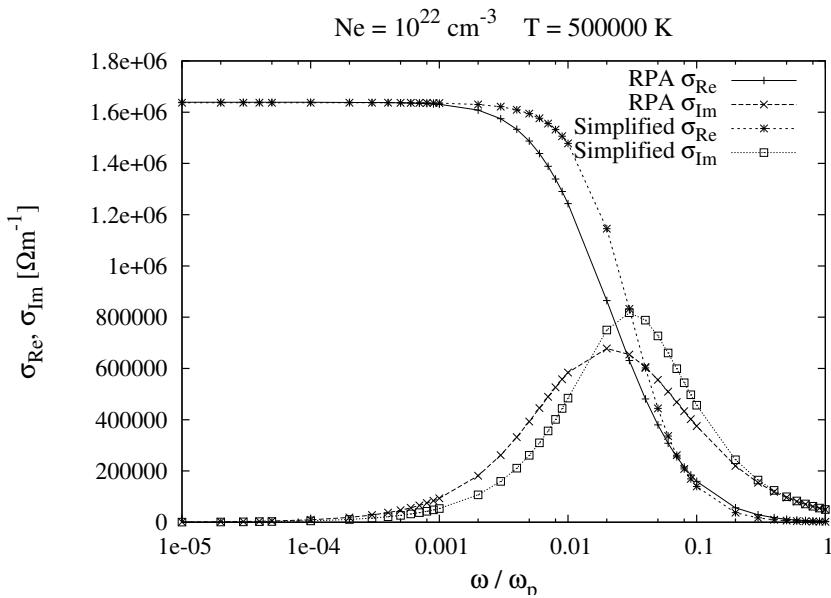
**Fig. 7.** Same as Fig. 5 but for  $N_e = 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 500000 \text{ K}$ .



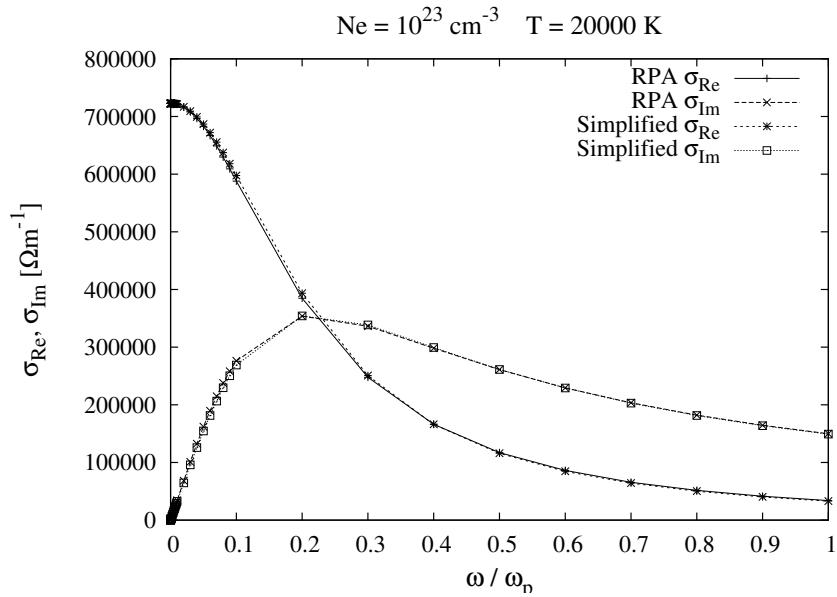
**Fig. 8.** Same as Fig. 5 but for  $N_e = 10^{22} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 20000 \text{ K}$ .



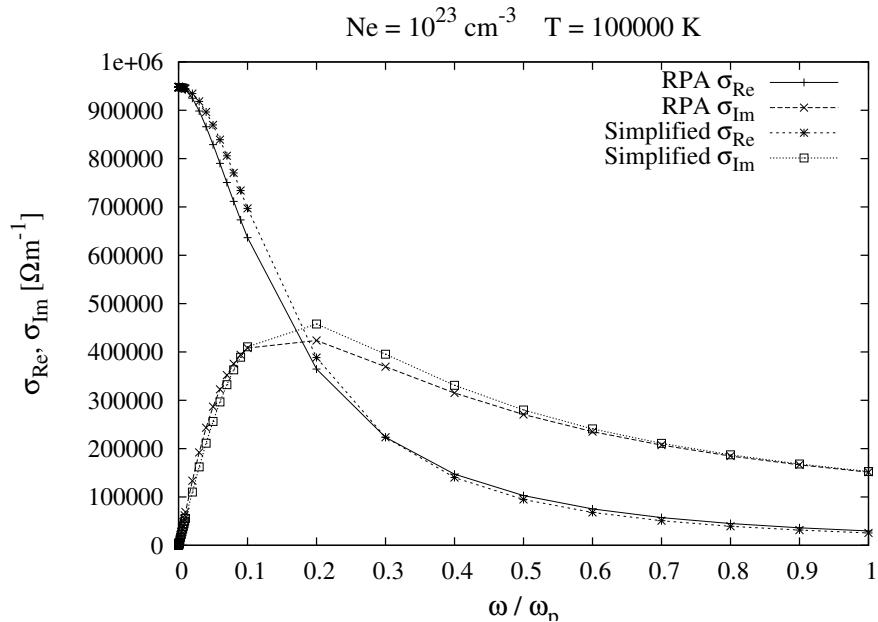
**Fig. 9.** Same as Fig. 5 but for  $\text{Ne} = 10^{22} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 100000 \text{ K}$ .



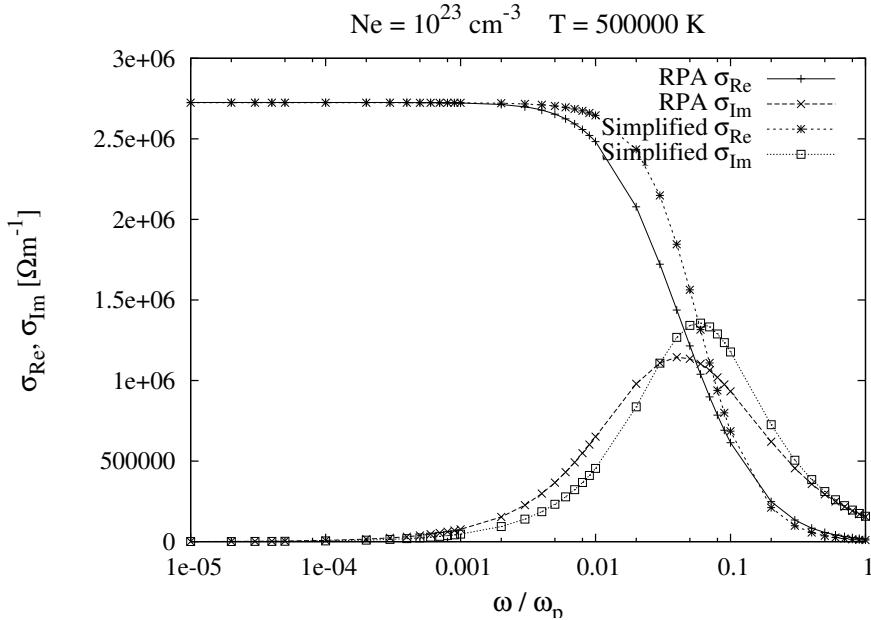
**Fig. 10.** Same as Fig. 5 but for  $\text{Ne} = 10^{22} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 500000 \text{ K}$



**Fig. 11.** Same as Fig. 5 but for  $N_e = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 20000 \text{ K}$



**Fig. 12.** Same as Fig. 5 but for  $N_e = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 100000 \text{ K}$ .



**Fig. 13.** Same as Fig. 5 but for  $\text{Ne} = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 500000 \text{ K}$ .

With the help of the presented results the other, easily measurable, dynamical characteristics of dense plasma could be obtained [2, 3, 4].

### 3. CONCLUSIONS

Method of calculations has been proven, and simplified using formulas (5), (6), (7). Method works well in a much broader area than expected. Work is in progress on inclusion of neutrals, and preliminary calculations with multifold ionized states. Heading towards the area of more dense plasma where a good experimental data exists.

### ACKNOWLEDGMENTS

This work is a part of the project 141033 “Radiation and transport properties of non-ideal laboratory and ionospheric plasmas” of the Ministry of Science and Environmental Protection of Serbia.

**REFERENCES**

1. A. A. Mihajlov, Z. Djurić, V. M. Adamyan and N. M. Sakan, J.Phys.D. **34**, 3139-3144 (2001).
2. V. M. Adamyan, Z. Djurić, A. A. Mihajlov, N. M. Sakan and I. M. Tkachenko, J.Phys.D. **37**, 1896-1903 (2004).
3. V. M. Adamyan, D. Grubor, A. A. Mihajlov, N. M. Sakan, V. A. Srećković and I. M. Tkachenko, J.Phys.A. **39**, 4401-4405 (2006).
4. I. M. Tkachenko, V. M. Adamyan, A. A. Mihajlov, N. M. Sakan, D. Šulić, and V. A. Srećković, J.Phys.A. **39**, 4693-4697 (2006).
5. M. A. Berkovsky, D. Djordjević, Yu. K. Kurilenko, H. M. Milchberg and M. M. Popović, J.Phys.B. **24**, 5043-5053 (1991).
6. L. Sjögren, J. P. Hansen, E. L. Pollock, Phys. Rev. A. **24**, 1544 (1981)
7. H. Furukawa et. al., 1990, Strongly coupled plasma physics ed S. Ichimaru, Japan, Elsevier, p613
8. Z. Djurić, A. A. Mihajlov, V. A. Nastasyuk, M. Popović, and I. M. Tkachenko, Phys. Lett. A **155**, 415 (1991).
9. V. M. Adamyan, Z. Djurić, A. M. Ermolaev, A. A. Mihajlov, and I. M. Tkachenko, J. Phys. D: Appl. Phys. **27**, 111 (1994).
10. V. M. Adamyan, Z. Djurić, A. M. Ermolaev, A. A. Mihajlov, and I. M. Tkachenko, J. Phys. D: Appl. Phys. **27**, 927 (1994).
11. I. M. Tkachenko, P. Ferndez de Cdoba, Phys. Rev. E. **57**, 2222 (1998) .
12. S. F. Edwards, Philos. Mag., **3**, 1020, (1958).
13. H. Reinholtz et al., Phys. Rev. E, **68**, 036403, (2003).
14. D. Ballester and I. M. Tkachenko, Contrib. Plasma Phys. **45**, 293, (2005).



# The application of the cut-off Coulomb potential for the calculation of a continuous spectra of dense hydrogen plasma

N. M. Sakan, V. A. Srećković, and A. A. Mihajlov

Institute of Physics, P.O. Box 57, 11001 Belgrade, Serbia and Montenegro  
 e-mail: mihajlov@phy.bg.ac.yu

**Abstract.** The continuous optical spectrum of dense hydrogen plasma is modeled with the complete quantum mechanical model based on the cut-off Coulomb potential. Here are presented the results of calculation of a continuous optical spectra of dense hydrogen plasma and compared with the experimental results obtained in “Laboratory for dense plasma” at the Pierre et Marie Curie University in Paris. The cut-off Coulomb potential gives the opportunity to model the most significant effects in dense plasma. The additional effects, including some of time dependent, which influences the spectral characteristics, could be easily added. This work is a continuation of previous works on conductivity of dense plasma based on cut-off Coulomb potential.

## 1. Theory

In this work the results of calculations of continuous spectra photo absorption coefficients are presented. They are given by

$$k^{tot}(\omega; N_e, T) = \left( k_{bf}(\omega; N_e, T) + k_{ff}(\omega; N_e, T) \right) \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\hbar\omega}{kT}\right) \right]. \quad (1)$$

Here  $N_e$  is the electron concentration, while  $T$  is electron temperature of investigated plasma. The above coefficient is easily experimentally measured, and it is known as a reduced absorption coefficient. In the equation (1) the  $k_{bf}(\omega; N_e, T)$  and  $k_{ff}(\omega; N_e, T)$  are the partial

bond-free and free-free absorption coefficients, given by following equations

$$k_{bf}(\omega; N_e, T) = \sum_{n,l} N_{nl} \sigma(nl; E), \quad (2)$$

$$k_{ff}(\omega; N_e, T) = N_i N_e \int_0^{\infty} \sigma(E; E') v f(v) dv. \quad (3)$$

In those equations  $N_{nl}$  is the population of the appropriate bound level state,  $N_i$  is the positive ion concentration, and in the presented case  $N_i = N_e$ , and  $f(v, T)$  is the Maxwell distribution function.

For the calculation of the absorption coefficient it was necessary to calculate the appropriate cross sections. The formulas for their calculation are adopted from [Igor Ilich Sobelman \(1963\)](#), and they are given by the terms

$$\sigma(nl; E) = \frac{4\pi^2 e^2 k}{3(2l+1)} \sum_{l'=l\pm 1} l_{max} \left( \int P_{nl} r P_{E'l'} dr \right)^2. \quad (4)$$

---

Send offprint requests to: A. A. Mihajlov

$$\sigma(E; E') = \frac{8\pi^4 \hbar e^2 k}{3 q^2} \cdot \sum_{l'=l\pm 1} l_{max} \left( \int P_{E'l'} r P_{El} dr \right)^2. \quad (5)$$

Here  $P_{nl} = rR_{nl}$  is a solution for the bond states of the radial part of Schrödinger equation with the Coulomb cut-off potential given by Eq. (8),  $P_{El}$  and  $P_{E'l'}$  are the solutions for the free states. The frequency for the bond-free and free-free transitions are given by  $\hbar\omega = E' - E(n, l)$  and  $\hbar\omega = E' - E$  respectively, and  $k = \omega/c$ , and also the momentum of the free electron is given by  $q^2 = 2mE$ .

The cross sections for the inverse processes could be calculated by

$$q^2 \sigma(E; nl) = 2(2l+1)k^2 \sigma(nl; E) \quad (6)$$

$$q^2 = \frac{2mE}{\hbar^2} \quad k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}},$$

and

$$q'^2 \frac{d\sigma(E'; E)}{d\omega} = q^2 \frac{k^2}{\pi^2} \sigma(E; E'). \quad (7)$$

Here  $q^2 = 2mE/\hbar^2$ ,  $q'^2 = 2mE'/\hbar^2$  and  $\hbar\omega = E' - E$ .

The choice of a cut-off Coulomb potential, mathematically represented as

$$U_H(r) = \begin{cases} -\frac{e^2}{r} + \frac{e^2}{r_c} & : \quad 0 < r \leq r_c \\ 0 & : \quad r_c < r \end{cases}, \quad (8)$$

for the potential that describes the behavior of dense hydrogen plasma is made because of several reasons. In the equation (8)  $r_c$  stands for cut-off radius. The influence of a plasma is averaged in temporal and spatial domain, so it is possible to study only the quantum system consisting of a single atom and a potential of the rest of the plasma. With the averaging lot of processes are neglected in this figure, but they could be additionally introduced. The form of potential led us to dissolution on radial and spherical space with adequate wave function dissolution, i.e.

$$|\Psi(r, \theta, \varphi)\rangle = |R(r)\rangle \otimes |Y_l^m(\theta, \varphi)\rangle, \quad (9)$$

here  $|\Psi(r, \theta, \varphi)\rangle$  is a complete wave function for a statical Schrödinger equation,  $|Y_l^m(\theta, \varphi)\rangle$  is the spherical part which has well known solutions, and the radial part  $|R(r)\rangle$ . The radial part of a wave function has all the information on plasma influence on atom.

The additional effects are introduced by the use of a perturbation method. If the potential  $\hat{V}$  generates the perturbation of the known system, i.e.

$$\hat{H}|\Psi\rangle + \lambda \hat{V}|\Psi\rangle = E|\Psi\rangle,$$

where  $\lambda$  is a small parameter, the solution  $|\Psi\rangle$  and the energy  $E$ , for the first order approximation, are presented by the

$$|\Psi\rangle = |\Psi^{(0)}\rangle, \quad E = E^{(0)} + \lambda E^{(1)}.$$

Here  $|\Psi^{(0)}\rangle$  and  $E^{(0)}$  are the solutions for the unperturbed Hamiltonian.

In the results shown here the spreading and the shifting of the bond states are introduced. Those effects are related to the Stark effect induced by the closest neighbor ions in plasma. The spreading is modeled as a Lorenz distribution

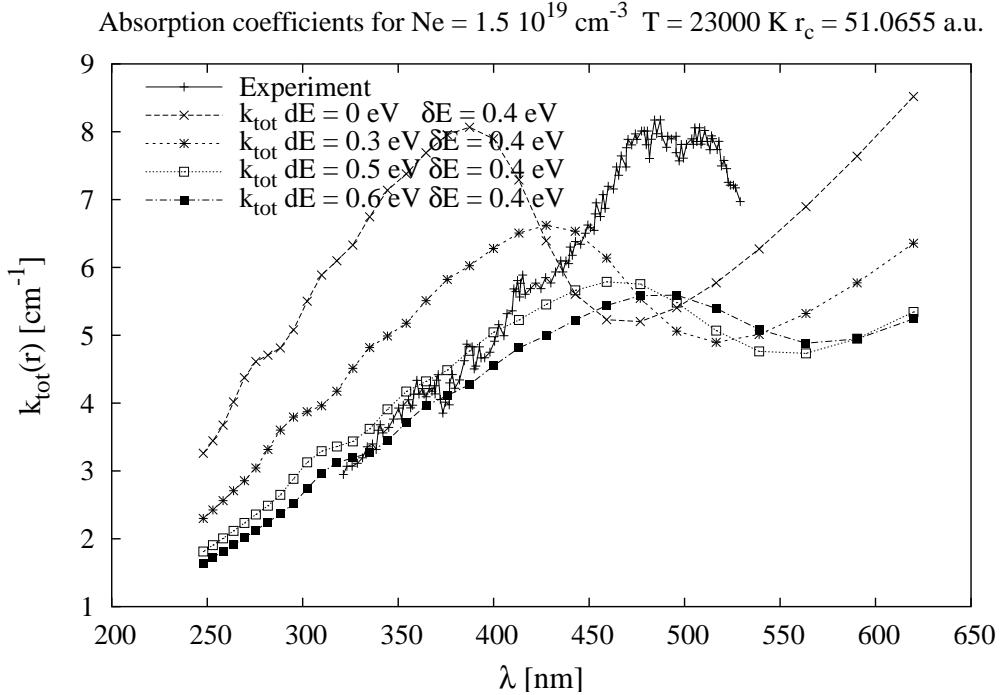
$$\rho_E(E_{nl}, \gamma; E) = \frac{1}{\pi} \frac{\gamma/2}{(E_{nl} - E)^2 + \gamma^2/4}, \quad (10)$$

and for the cross section calculated with the introduced spreading yields equation

$$\tilde{\sigma}(nl; E) = \int_{-E_{hv}}^0 \sigma^*(nl; E_{hv} - E) \rho_E(E_{nl}, \gamma; E) dE. \quad (11)$$

Here  $\sigma^*(nl; E_{hv} - E)$  is a cross section for the photo absorption from the lower energy level, with the energy  $E$  and width  $dE$ , and with the energy density  $\rho_E(E_{nl}, \gamma; E)$  spread in the vicinity of the energy of nonperturbed state  $E_{nl}$ . The wave function, in the first approximation, for this state is  $|nl\rangle$ .

With this approach the exact solutions for the wave functions are obtained. Because they are mathematically defined special functions the calculation for the free-free cross section is simplified and it is exact without any additional mathematical or numerical approximation.



**Fig. 1.** Absorption spectra of dense hydrogen plasma, theoretical calculations and experimental data.  $N_e = 1.5 \cdot 10^{19}$ ,  $T = 23000 \text{ K}$ ,  $r_c = 51.0655 \text{ a.u.}$

The cut off radius  $r_c$  and the spreading of the wave function  $\gamma$  are the external parameters of the theory

## 2. Results

In the figure 1 an example of the comparison between the experimental and the calculated values for the dense plasma is given. Results presented here are taken from Vitel et al. (2003). The method presented here gave us possibility to adopt the adequate values for the external parameters  $r_c$  and energy level shifting  $dE$  and broadening  $\delta E$  to fit the experimental data. Figure here presents the possibility of adjustment of the energy level shift  $dE$  and presents a good illustration of external parameter fitting of the experimental results (same procedure is used for  $r_c$  and  $\delta E$ ).

## 3. Conclusions

The modelling of an optical spectra of dense non-ideal plasma is a very difficult problem.

Unlike the dynamical characteristics of a dense plasma, in the case of the optical properties there is no good model that could describe the behavior of a dense plasma, see for example Kobzev et al. (1995a). Disadvantage of previously used methods for description of optical properties of dense plasma was either complicated numerical procedure or the application of a physical model for ideal or moderately non ideal plasma in the area of dense, highly non ideal plasma. In both cases the result was not easy applicable in practice. The model presented here has three major advantages over other methods. As first, all of the approximations of this model are introduced with the physical definition of the model itself, this means that there are no additional approximation in the mathematical procedure. The second advantage is that the calculation of a free-free part of continuous spectra is completely

done without any additional mathematical or numerical simplifications. And the third advantage is that this method is a complete quantum calculation with the analytical functions for the solution of bound as well as free states. Because of that there is a possibility to include additional effects.

*Acknowledgements.* This work is a part of the project 1466 "Radiation and transport properties of non ideal laboratory and ionospheric plasmas" supported by the Ministry of Science and Environment Protection of Serbia.

## References

- Igor Ilich Sobelman 1963, "Introduction to the theory of atomic spectra", Fizmatgiz, Moscow (in russian) (Игорь Ильич Собельман 1963 Введение в теорию атомных спектров, Физматгиз)
- Kobzev, G. A., Iakubov, I. T., & Popović, M. M., editors 1995a, Transport and Optical Properties of Nonideal Plasma, Plenum Press, New York and London
- Kobzev, G. A., Iakubov, I. T., & Popović, M. M., editors 1995b, Transport and Optical Properties of Nonideal Plasma, Plenum Press, New York and London, chap. 5
- Mihajlov, A. A., Djordjević, D., Popović, M. M., Meyer, T., Luft, M., & Kraeft, W. D. 1989, Contrib. Plasma Phys., 29, 441
- Vitel, Y., Gavrilova, T. V., D'yachkov, L. G., & Kurilenkov, Y. K., 2003, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 1811, 1

## THE CALCULATION OF THE PHOTO ABSORPTION PROCESSES IN DENSE HYDROGEN PLASMA WITH THE HELP OF CUT-OFF COULOMB POTENTIAL MODEL

NENAD SAKAN

*Institute of Physics, Pregrevica 118, Zemun, Belgrade, Serbia*

*E-mail: nsakan@ipb.ac.rs*

**Abstract.** Extensive work was done in the application of a cut-off Coulomb model on the description of the optical processes of the photo ionization and inverse bremsstrahlung. Presented work deals with a usage of a cut-off Coulomb model pseudo potential for the calculation of the optical absorption process in dense hydrogen plasma as a entirely quantum mechanical process. Although the mentioned processes are strongly influenced by the collective process in dense plasma, the used pseudo potential enables to model the described interaction with the plasma system as a binary process. There are several advantages of such approach; the existence of the exact analytical solutions for the wave functions in the described potential enables to eliminate one of the several sources of numerical error. Also, more complex processes of the interaction inside plasma could be considered, and they have been added in presented work. The work on description of such processes has been started. The collective phenomena of the plasma are here described as an additional shifting and broadening of a bond states levels. Furthermore, with the adding of mentioned broadening and additional shifting of the bond states as free external parameters the good agreement between the analyzed experimental data and our model solutions occurs. The method of determination of the cut-off radius was developed and applied in our considerations. The presented model is a good approach for the description of dense hydrogen plasma of moderate and high non-ideality. It presents an easily extendable model, in which is easy to introduce additional processes and effects.

## The Calculation of the Photo Absorption Processes in Dense Hydrogen Plasma with the Help of Cut-Off Coulomb Potential Model

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

2010 J. Phys.: Conf. Ser. 257 012036

(<http://iopscience.iop.org/1742-6596/257/1/012036>)

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 26/06/2014 at 08:20

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

# The Calculation of the Photo Absorption Processes in Dense Hydrogen Plasma with the Help of Cut-Off Coulomb Potential Model

Nenad M. Sakan

Institute of Physics, Pregrevica 118, Zemun, Belgrade, Serbia

E-mail: nsakan@ipb.ac.rs

**Abstract.** Extensive work was done in the application of a cut-off Coulomb model on the description of the optical processes of the photo ionization and inverse bremsstrahlung. Presented work deals with a usage of a cut-off Coulomb model pseudo potential for the calculation of the optical absorption process in dense hydrogen plasma as a entirely quantum mechanical process. Although the mentioned processes are strongly influenced by the collective process in dense plasma, the used pseudo potential enables to model the described interaction with the plasma system as a binary process. There are several advantages of such approach; the existence of the exact analytical solutions for the wave functions in the described potential enables to eliminate one of the several sources of numerical error. Also, more complex processes of the interaction inside plasma could be considered, and they have been added in presented work. The work on description of such processes has been started. The collective phenomena of the plasma are here described as an additional shifting and broadening of a bond states levels. Furthermore, with the adding of mentioned broadening and additional shifting of the bond states as free external parameters the good agreement between the analyzed experimental data and our model solutions occurs. The method of determination of the cut-off radius was developed and applied in our considerations. The presented model is a good approach for the description of dense hydrogen plasma of moderate and high non-ideality. It presents an easily extendable model, in which is easy to introduce additional processes and effects.

## 1. Introduction

In this paper is studied a new model method of the describing of the continuous absorption of electromagnetic (EM) radiation in dense strongly ionized hydrogen plasma, caused by the atomic photo-ionization processes



and electron-ion inverse "bremsstrahlung" processes



where  $E_{h\nu}$  is the energy of the photon with the wavelength  $\lambda$ ,  $n$  and  $l$  - principal and orbital quantum numbers of hydrogen excited states,  $\vec{q}$  and  $\vec{q}'$  - the momentum of the free electron before and after scattering on the considered ion  $H^+$ .

While in weakly and moderately non-ideal plasma, this absorption is caused by the neutral atoms and electron-ion collision complex which interaction with the neighborhood can be neglected, as for example in Solar photosphere [5, 6], or described within the framework of a perturbation theory [18, 12, 13, 15, 16] in the dense strongly non-ideal plasma the situation is in principle different.

By now a lot of effort was aimed to the development of the quantum-statistical methods for the description of the thermodynamical and transport properties of dense strongly non-ideal plasma [9, 11, 8, 7, 10, 14] while the absorption processes was treated only for plasma with electron densities  $N_e < 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , where the approximation of electron-atom and electron-ion binary collisions is still applicable. The area of really dense plasma with  $N_e > 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  was not systematically studied from the aspect of the bound-bound, bound-free and free-free absorption processes, excluding some efforts of semi-empirical describing of such processes [25, 26]. Because of that the development of a model method which describes the mentioned absorption process in dense strongly non-ideal plasma on a simple and physically acceptable way is the one of the actual tasks. Within this work as a landmark is taken the hydrogen plasma with the electron density  $N_e = 1.5 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  and the temperature  $T = 23000K$ , which was experimentally studied in [26]. The direct result of this work is a new model method for the determination of absorption coefficients  $\kappa_{bf}(\lambda)$  and  $\kappa_{ff}(\lambda)$ , characterizing the bound-free and free-free absorption processes (1) and (2) in the strongly non-ideal hydrogen plasma, which is based on a cut-off Coulomb pseudo-potentials, similar to the one used for the determination of the non-ideal plasma conductivity. The presented method is tested in the optical range of photon wavelengths  $350\text{nm} \leq \lambda_{h\nu} \leq 550\text{nm}$ .

## 2. Theory

### 2.1. The cut-off Coulomb potentials

The obvious way of simplification of principally many body processes of photo absorption transitions inside plasma was transformation to the corresponding transitions of the electron in an adequately chosen pseudo-potential, which replaces the considered ion and the rest of the system. In [22], in order to obtain the method of the describing of such process which would be practically applicable, generally non-local pseudo-potential in usual way was sought in the form of the corresponding local one-particle potential. As such potential was chosen one of model screening Coulomb potential, namely cut-off potential (4).

On the occasion of the choosing of the model potential it was taken into account the argumentation from the [22], which shows that often used model Debye-Hückel (DH) potential is not adequate for strongly non-ideal plasma. Let us draw attention that we here do not have in mind some undesirable properties of the DH potential [28, 27], but the way of the obtaining of that potential itself. Namely, in accordance with [19] the DH potential is the average electrostatic potential which is generated by the observed ion and all charged particles from its neighborhood, which are often treated as the screening cloud. Consequently, the electron, that is involved in scattering on the considered ion, also is the part of that cloud. In spite of this fact the DH potential, as it is known, is used often in weakly non-ideal plasma when the number  $n_D \gg 1$ , where  $n_D$  is the number of the electrons inside the sphere with the Debye radius  $r_D$ .

However, in the case of strongly non-ideal plasmas, when  $n_D \cong 1$ , as it is in the considered plasma, practically, the complete cloud is consisted of the free electron that is involved in scattering, and the DH potential could not be used any more. Contrary to that, in the case  $n_D \cong 1$  the application of the cut-off Coulomb potential, as it was noted in [22], is physically completely justified, since it automatically provides: just Coulomb behavior of the potential in the close vicinity of the considered ion; the lowering of the atom ionization potential caused by the influence of the neighborhood, which is equal to the average potential energy of a free electron in plasma; non Coulomb asymptotic of the wave function of a free electron.

All mentioned have caused that one of the considered here model cut-off Coulomb potentials has the form, which is shown, in the Fig. (1a), where  $e$  is the absolute value of electron charge,  $r$  - the distance from the origin of the chosen reference frame,  $r_c$  - corresponding screening radius, and the value  $U_p = -e^2/r_c$  has to be interpreted as the above mentioned the average potential energy of a free electron in plasma. Other model cut-off Coulomb potential is considered here because the fact that in the case of the first model the average potential energy of the electron in the region  $0 < r < r_c$ , for the difference of the region  $r_c < r < \infty$ , is not equal to the energy  $U_p$ , which is illustrated by Fig. (1 a). However, in the plasma the moving of the electron from the region occupied by the one ion to the region occupied by the nearest neighbor ion is realized in the potential with the maximal value (between the position of the mentioned ions), which is greater than average values of potential. Because of that the average potential energies of the electron in the region occupied by the one ion and in the rest of the plasma have to be equal to the average energy of the free electron in the whole system denoted here by  $U_p$ . One can see that this condition can be satisfied in the case of other cut-off Coulomb potential, which is shown in Fig. (1b), when the parameter  $k = 1/2$ . Namely, it can be shown that

$$\int_0^{(k+1)r_c} U(r) 4\pi r^2 dr = U_p V = -\frac{e^2}{r_c} \cdot \frac{4\pi}{3} [(k+1)r_c]^3, \quad (3)$$

is only valid for  $k = 1/2$ , where  $V$  is the volume of sphere with radius  $r_c$ , which is determined on the basis of the result from [28].

In further consideration we will take the value  $-e^2/r_c$  as the zero of the energy. After that, the potentials shown in the Figs. (1a) and (1b) are transformed to the forms  $U_0(r; r_c)$  and  $U_k(r; r_c)$ , respectively, where

$$U_0(r; r_c) = \begin{cases} -\frac{e^2}{r} + \frac{e^2}{r_c} & : 0 < r \leq r_c, \\ 0 & : r_c < r, \end{cases} \quad (4)$$

$$U_k(r; r_c) = \begin{cases} -\frac{e^2}{r} + \frac{e^2}{r_c} & : 0 < r \leq (k+1)r_c \\ 0 & : (k+1)r_c < r \end{cases}, \quad (5)$$

where  $U_0(r; r_c)$  is the same potential as in [22]. Because of the above mentioned, in the case of the potential  $U_k(r; r_c)$  we will consider that  $k = 1/2$ .

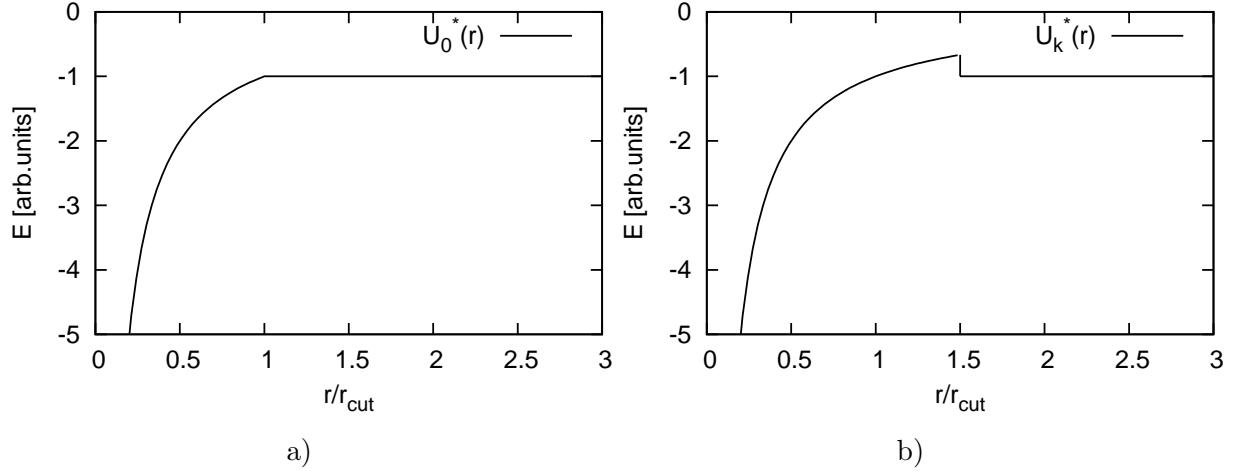
Let us denote that the form of the potential (5) is not caused by the presence of some new mechanism that increases the barrier in the region  $r > r_c$  for the electron in the complex  $(H^+ + e)_{nl}$  or  $(H^+ + e)_{\bar{q}}$ , but exclusively by the requirement for the satisfying of the condition (3).

## 2.2. The photo-ionization and inverse "bremsstrahlung" cross-sections

Since under the condition from [26] the considered wavelength  $\lambda \gg r_s$ , where  $r_s = (3/4\pi N_e)^{1/3}$  is the corresponding Wigner-Seitz radius, the dipole approximation in the case of considered processes is valid. According to that, the cross section for these bound-free and free-free absorption processes are given by the expressions from [24], namely

$$\sigma(nl; E') = \frac{4\pi^2 e^2 k}{3(2l+1)} \sum_{l'=l\pm 1} l_{max} \left( \int P_{nl} r P_{E'l'} dr \right)^2, \quad (6)$$

$$\sigma(E; E') = \frac{8\pi^4 \hbar e^2 k}{3 q^2} \sum_{l'=l\pm 1} l_{max} \left( \int P_{El} r P_{E'l'} dr \right)^2, \quad (7)$$



**Figure 1.** The behavior of the used potentials: **a)** - from (4), **b)** - from (5).

where  $k = \epsilon_\lambda/\hbar c$  is the momentum of the absorbed photon with the given  $\lambda$ ,  $E = \hbar^2 q^2/2m$  and  $E' = \hbar^2 q'^2/2m$  - the energies of the free electron,  $l_{max}$  - maximal value of  $l$  and  $l'$ ,  $m$  - the electron mass, and  $c$  - the light velocity. Here the radial wave function of the electron in the model potentials (4) and (5) with  $k = 0.5$  is denoted with  $P_{nl}/r$ , for the bound states with given  $n$  and  $l$ , and with  $P_{El}/r$  and  $P_{E'l'}/r$  for the free states with the given  $E$  and  $l$  or  $E'$  and  $l'$ . The functions  $P_{nl}$  and  $P_{El}$  are obtained in strict analytical form by the means of the expressions for the Whittaker, Coulomb, spherical Bessel, and modified Bessel functions.

In further calculations for the determination of the photo-ionization cross section  $\sigma(nl; E')$  is used Eq. 6, while in the case of inverse "bremsstrahlung" cross section  $\sigma(E; E')$  is used the expression which is obtained by means of the known relations [24], which connect the matrix elements of the  $j$ -th components ( $j = 1, 2, 3$ ) of the radius-vector  $\vec{r}$ , electron momentum  $\vec{p}$ , and gradient of the potential  $\vec{\nabla}U(\vec{r})$ , namely

$$\langle in|\vec{\nabla}_j U(\vec{r})|fin\rangle = \frac{i}{\hbar}(E_{in} - E_{fin}) \langle in|\vec{p}_j|fin\rangle, \quad (8)$$

$$\langle in|\vec{p}_j|fin\rangle = \frac{i m}{\hbar}(E_{in} - E_{fin}) \langle in|\vec{r}_j|fin\rangle, \quad (9)$$

where  $U(\vec{r})$  in the considered case is equal to  $U_0(r)$  or  $U(r; k)$ . Namely, from Eqs. (7), (8) and (9) it follows the expression

$$\sigma(E; E') = \frac{4\pi^4}{3} \frac{\hbar^6 e^2}{m^3 c E E_{h\nu}^3} \sum_{l'=l\pm 1} l_{max} \left( \int_0^{(k+1)r_c} P_{El} \nabla_r U(r) P_{E'l'} dr \right)^2, \quad (10)$$

where  $E_{h\nu} = E' - E$ , and with  $U(r) = U(r; k = 0) \equiv U_0(r)$  or  $U(r; k = 1/2)$ , which enables to use the shape of the potentials (4) and (5) and to avoid all difficulties connected with the calculation of the dipole matrix element in Eq. (7) in the whole region of space  $0 < r \leq \infty$ . Just Eq. (10) is used here for the calculation of the inverse "bremsstrahlung" cross-section  $\sigma(E; E')$ .

### 2.3. The partial and total absorption coefficients

The expressions (6) and (10) for the photo-ionization and inverse "bremsstrahlung" cross-sections enable the direct determination of the partial absorption coefficients, characterizing the bound-free and free-free absorption processes (1) and (2), given by the relations

$$\kappa_{bf}^{(0)}(\lambda; N_e, T) = \sum_{n=1}^{n_{max}} \sum_{l=0}^{n-1} N_{nl} \cdot \sigma(nl; E'), \quad (11)$$

$$\kappa_{ff}^{(0)}(\lambda; N_e, T) = N_i N_e \cdot \int_0^\infty \sigma(E; E') v f(v) dv, \quad (12)$$

where  $N_{nl}$  is the density of the atoms  $H^*$ , e.g. electron-ion pairs in the bound states with the given quantum numbers  $n$  and  $l$ ,  $T$  - the plasma temperature, and  $n_{max}$  - the principal quantum number of the last realizing bond state for the given  $N_e$  and  $T$ . However, while the expression (12) for the free-free absorption coefficient  $\kappa_{ff}^{(0)}(\lambda; N_e, T)$  should generate the purely acceptable results, the situation in connection with Eq. (11) is different. Namely, the results obtained by means of Eq. (11) should be similar to the ones for the diluted plasma (see for example [5]), since, contrary to the existing experimental results [26], the unique serious difference would ensue from the lowering of the photo-ionization limits for the realizing bound states for the value close to  $e^2/r_c$ .

The plasma-ion interaction at the considered densities is mainly of Stark type, and also it was made a transition from many particle model towards the two particle model. Because of that there should be included and additionally considered a shift and the broadening of a bond state levels, as a result of a many particle interactions. The mentioned shifts and broadenings are treated as the semi-empirical quantities, which appear as the external parameter of the theory. Here, the shift of  $(nl)$ -level is denoted by  $\Delta_{nl}^{sh}$ , and broadening by  $\Delta_{nl}^{br}$ . As it is usual we assume that the electron in atom  $H_{nl}^*$  in the plasma could be in the state with the energies which are dominantly grouped around the energy  $\varepsilon_{nl}^{max} = \varepsilon(nl) + \Delta_{nl}^{sh}$ , inside the interval  $(\varepsilon_{nl}^{max} - \Delta_{nl}^{br}/2, \varepsilon_{nl}^{max} + \Delta_{nl}^{br}/2)$ . Let  $P_{nl}(\varepsilon)$  is the probability density which characterizes the distribution of the energies of the mentioned state within the interval  $(\varepsilon_{nl}^{max} - \Delta_{nl}^{br}/2, \varepsilon_{nl}^{max} + \Delta_{nl}^{br}/2)$ , which satisfies the conditions

$$\max\{P_{nl}(\varepsilon)\} = P(\varepsilon = \varepsilon_{nl}^{max}), \quad \int_{\varepsilon_{nl}^{max} - \Delta_{nl}^{br}/2}^{\varepsilon_{nl}^{max} + \Delta_{nl}^{br}/2} P_{nl}(\varepsilon) d\varepsilon = 1. \quad (13)$$

In accordance with above consideration, here we will characterize the bound-free and free-free processes by the photo-ionization and inverse "bremsstrahlung" partial absorption coefficients

$$\kappa_{bf}(\lambda; N_e, T) = \int_{\varepsilon_{nl}^{max} - \Delta_{nl}^{br}/2}^{\varepsilon_{nl}^{max} + \Delta_{nl}^{br}/2} P_{nl}(\varepsilon) \cdot \tilde{\kappa}_{bf}^{(0)}(\lambda; N_e, T; \varepsilon) d\varepsilon, \quad (14)$$

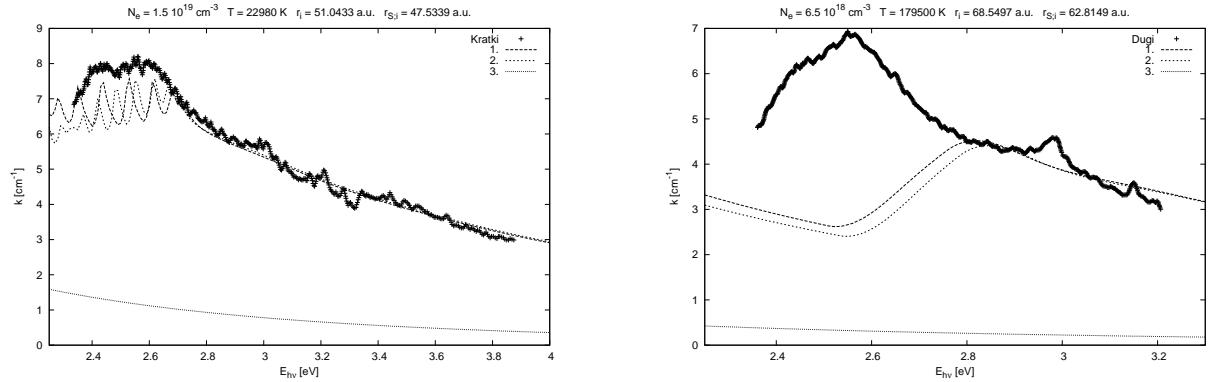
where  $\tilde{\kappa}_{bf}^{(0)}(\lambda; N_e, T; \varepsilon)$  is obtained from (6) and (11) by replacing free electron energy  $E'$  with  $\tilde{E}' = E' + (\varepsilon - \varepsilon_{nl})$ ,

$$\kappa_{ff}(\lambda; N_e, T) = \kappa_{ff}^{(0)}(\lambda; N_e, T), \quad (15)$$

where  $\kappa_{ff}^{(0)}(\lambda; N_e, T)$  is given by Eq. (12), as well as the corresponding total absorption coefficient

$$\kappa_{tot}(\lambda; N_e, T) = (\kappa_{ff}(\lambda; N_e, T) + \kappa_{bf}(\lambda; N_e, T)) \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\epsilon_\lambda}{kT}\right) \right], \quad (16)$$

where it is taken into account the influence of the stimulated emission.



**Figure 2.** The calculated data for the potential (4), left figure The short pulse, comparison with the results in the case of the potential  $U_0$  with  $r_c = 44.964$  a.u. Curve **1.** - model with changeable shift and broadening,  $\Delta E = 0.6$  eV and  $\delta E = 1$  eV for  $n = 2$ . Curve **2.** - model with constant shift and broadening, case  $\Delta E = 0.5$  eV i  $\delta E = 0.75$  eV. **3.** -  $\kappa_{ff}$ . The right figure, long pulse, comparison with the results in case of the potential  $U_0$  with  $r_c = 55.0523$  a.u.. Curve **1.** - model with changeable shift and broadening  $\Delta E = 0.275$  eV and  $\delta E = 0.25$  eV for  $n = 2$ . Curve **2.** - model with constant shift and broadening, case  $\Delta E = 0.25$  eV i  $\delta E = 0.25$  eV, **3.** -  $\kappa_{ff}$ .

### 3. Results and discussion

In this paper the calculations of the total absorption coefficient  $\kappa_{tot}(\lambda; N_e, T)$  with the cut-off Coulomb potential (4) were made for the strongly non-ideal hydrogen plasma  $N_e = 1.5 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 23000K$ , as well as  $N_e = 6.5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  and  $T = 18000K$  taken from [26].

After process of selection of adequate shift and broadening parameters and comparison with the experimental data, good agreement was found. The good agreement with the experimental data in area where only continuous absorption is present, e.g. at the energies  $E_{h\nu} \geq 2.8$  eV, and the form of the total continuous absorption coefficient gives a space for bond-bond transition absorption.

Without further research on bond-bond transition within the frame of this model, there is not much to be said and analyzed for the model of broadening and shifting of bond state levels. Allthow, at this moment, it is just a parameter without further involvement into the processes behind it, it should be emphasized again that good agreement with experimental data exists.

### 4. Conclusion

Besides the fact that the presented model is still in process of development, a good agreement with the experimental data was shown.

There is a need to develop a model of bond-bond absorptions, which would enable the investigation of form of broadening and shifting of bond state levels. It would enable the studies of the broadening and shifting effects more in detail and develop a more concise model.

Also there is still a need for developing of both faster numerical procedures and code parallelism to improve speed and accuracy.

### Acknowledgments

The work presented in this progress report was done under the MNTRS project 141033.

### References

- [1] K. Suchy. *Beitz. Plasmaphysik*, 4:71, 1964.

- [2] C. Deutsch, M. M. Gombert, and H. Minoo. *Phys. Letters*, 66A:381, 1978.
- [3] K. Gunther and R. Radtke. *Electric Properties of Weakly Nonideal Plasmas*. Akademie, Berlin, 1984.
- [4] W. Kraeft, D. Kremp, W. Ebeling, and G. Ropke. *Quantum Statistics of Charged Particle System*. Academie-Verlag, Berlin, 1986.
- [5] D. Mihalas. *Stellar Atmospheres* W. H. Freeman, San Francisco 1978
- [6] A. A. Mihajlov and Lj. M. Ignjatović and N. M. Sakan and M. S. Dimitrijević *Astronomy and Astrophysics*, 437:1023-1025, 2007.
- [7] G. Rinker, Phys.Rev.A. 37 (1988) 1284, Technical Report No. LA-10608-MS, Los Alamos National Laboratory (1986), unpublished.
- [8] S. Ichimaru H. Iyetomi and S. Tanaka, Phys. Rep. 149 (1987) 91.
- [9] W. Ebeling, W. D. Kraeft, and D. Kremp, *Theory of bound states and Ionization Equilibrium in Plasmas and Solids*, Academia-Verlag, Berlin (1976).
- [10] V. E. Fortov and I. T. Iakubov, *Physics of Nonideal Plasma* Hemisphere, New York (1989).
- [11] W. D. Kraeft, D. Kremp, W. Ebeling, and G. Röpke *Quantum Statistics of Charged Particle Systems* Akademie-Verlag, Berlin, (1986).
- [12] I. M. Tkachenko and P. Fernández de Córdoba *Phys.Rev.E*. **57**, No.2, (1997) 2222-2229
- [13] H. Reinholtz, Yu. Zaporoghetz, V. Mintsev, V. Fortov, I. Morozov, and G. Röpke, *Phys.Rev.E*. **68**, (2003) 036403-1-036403-10
- [14] V. M. Adamyan, Z. Djuric, A. A. Mihajlov, N. M. Sakan and I. M. Tkachenko *J.Phys.D*. **37** (2004) 1896-1903.
- [15] V. B. Mintsev and V. E. Fortov *J.Phys.A* **39** (2006) 4319-4327
- [16] Gabor J. Kalman, J. Martin Rommel amd Krastan Blagoev *Strongly Coupled Coulomb Systems* Kluwer academic publishers
- [17] A. A. Mihajlov, D. Djordjevic, M. M. Popovic, T. Meyer, M. Luft, and W.D. Kraeft. *Contrib. Plasma Phys.*, 29(4/5):441, 1989.
- [18] G.A. Kobzev, I.T. Jakubov, and M.M. Popovich, editors. *Transport and Optical Properties of Non-Ideal Plasmas*. Plenum Press, New York, London, 1995.
- [19] P. Debye and E. Hückel; *Physikalische Z.*, 1923, vol. 24, p.185
- [20] A. A. Mihajlov, D. Djordjević, M. M. Popović, T. Meyer, M. Luft, and W. D. Kraeft. Determination of electrical conductivity of a plasma on the basis of the coulomb cut-off potential model. *Contrib. Plasma Phys.*, 29(4/5):441–446, 1989.
- [21] Mihajlov, A. A., Dimitrijević, D., Vučić, S., Djordjević, D., Luft, M., Kraeft, D., *Contrib Plasma Phys.* **26** (1986) 19
- [22] Mihajlov, A. A., Dimitrijević, D., Djordjević, D., Luft, M., Kraeft, D., *Contrib Plasma Phys.* **27** (1987) 1
- [23] W. D. Kraeft, M. Luft, and A. A. Mihajlov. Scattering properties and electrical conductivity for the coulomb cut-off potential. *Physica A*, 120:263–278, 1983.
- [24] I. I. Sobel'man *Atomic Spectra and Radiative Transitions*. Springer Verlag, Berlin, 1979.
- [25] Gavrilova, T. V.; Aver'yanov, V. P.; et.al. Optics and Spectroscopy **98**, Issue 5, pp/667-674
- [26] Y. Vitel, T. V. Gavrilova, L. G. D'yachkov and Yu.K. Kurilenkov. Spectra of dense pure hydrogen plasma in Balmer area *JQSRT*, 83 (2004): 387..405
- [27] A. A. Mihajlov, Y. Vitel and Lj. M. Ignjatović, The new screening characteristics of strongly non-ideal and dusty plasmas. Part 1: Single-Component Systems, *High Temperature*, 46, No. 6, 737-745, (2008)
- [28] A. A. Mihajlov, Y. Vitel and Lj. M. Ignjatović, The new screening characteristics of strongly non-ideal and dusty plasmas. Part 2: Two-Component Systems, *High Temperature*, 47, No.1, 5-16, (2009)
- [29] V. M. Adamtyan, *private communication* 2008.

----- Оригинална порука -----

Наслов: одељење за механику

Датум: 2016-10-31 07:29

Од: [bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs](mailto:bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs)

За: "Nenad Sakan" <[nsakan@ipb.ac.rs](mailto:nsakan@ipb.ac.rs)>

Поштовани професоре Сакан,

Позивамо Вас да у децембру одржите предавање на Одељењу за механику,  
Математичког института САНУ. Седнице се одржавају традиционално средом  
од

18 часова [http://www.mi.sanu.ac.rs/novi\\_sajt/research/mechcoll.php](http://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/research/mechcoll.php).

С поштовањем,

Божидар Јовановић

--

Institute of Physics Belgrade

Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

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

Reply Reply to All



Фасцикли
<b>Примљене (6316)</b>
Нацрти
Послате
Смеће
<b>20170619 (11083)</b>
<b>Archives (916)</b>
Branka
Ivke
<b>Ја (580)</b>
<b>sent-mail (1)</b>
<b>Tagor (6)</b>

**Наслов Re: одељење за механику**  
 Од bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs  
 За Nenad Sakan  
 Цц mehanika@turing.mi.sanu.ac.rs  
 Датум 2016-11-29 12:38

Приоритет средњи

Поштовани професоре Сакан,

Хвала на послатом резимеу и наслову.

С поштовањем,  
 Божидар Јовановић

Поштовани господине Јовановић,

Наслов и извод предавања су:

"Моделовање оптичких карактеристика водоникове плазме средње и велике неидеалности одсеченим Кулоновим потенцијалом - додавање нових процеса."

Одсечени Кулонов потенцијал се показао као добар моделни потенцијал за опис оптичких особина плазме средње и високе неидеалности. Он се карактерише особинама да је, за разлику од других, потпуно квантно механички модел, са аналитичким решењима за таласне функције и тиме значајно смањује проблем нумеричког одређивања истих, као и адекватно томе добијање пресека. Основни модел је био допуњен процесима проширења и померања енергетских нивоа везаних стања водоника, који су дали добро поклапање израчунатих вредности са експериментално мереним. Поред наведеног, јавља се потреба да се у модел укључе и процеси за везано-везане прелазе. Основна провера је показала да су прорачунате вредности сила социлатора у добром слагају са теоријским вредностима за водоников атом у асимптотском случају, када се утицај плазме на јон водоника занемарује и цео систем почиње да личи на модел слободног водониковог атома.

С поштовањем,

Ненад Сакан  
 научни сарадник Института за физику

Дана 2016-11-28 23:29, [bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs](mailto:bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs) написа:

Поштовани професоре Сакан,

Да ли можете у наредних неколико дана да пошаљете наслов и резиме предавања планираног за 21. 12?

С поштовањем,  
 Божидар Јовановић

Поштовани,

Захваљујем Вам се на позиву и прихватам да одржим предавање. Назив и детаље ћу Вам доставити у најскоројем року.

Хвала,  
 С поштовањем,  
 Ненад Сакан

Дана 2016-10-31 07:29, [bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs](mailto:bozaj@turing.mi.sanu.ac.rs) написа:

Поштовани професоре Сакан,

Позивамо Вас да у децембру одржите предавање на Одељењу за механику, Математичког института САНУ. Седнице се одржавају традиционално средом од 18 часова [http://www.mi.sanu.ac.rs/novi\\_sajt/research/mechcoll.php](http://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/research/mechcoll.php).

С поштовањем,  
 Божидар Јовановић

--  
 Institute of Physics Belgrade  
 Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia  
<http://www.ipb.ac.rs/>

# Mechanics Colloquim

## PROGRAM

---

MATEMATIČKI INSTITUT SANU  
ODELJENJE ZA MEHANIČKU

### PROGRAM ZA DECEMBAR 2016.

Pozivamo Vas da učestvujete u radu sednica Odeljenja i to:

#### **SREDA, 07.12.2016. u 18:00, Sala 301f, MI SANU, Kneza Mihaila 36**

*Bojan Novakovic, Katedra za astronomiju, Matematicki fakultet, Univerzitet u Beogradu*

#### **DINAMIKA MALIH TELA SUNCEVOG SISTEMA**

**Rezime:** Suncev sistem dom je osam (a možda i devet) planeta, njihovih prirodnih satelita, kao i velikog broja tzv. malih tela, asteroida i kometa. Svi članovi naseg planetarnog sistema se neprestano menjaju pod uticajem razlicitih faktora. Jedan od razloga zasto su mala tela Suncevog sistema interesantna istrazivacima svakako je i to što na njima ostaju zapisani tragovi evolucije citavog sistema. Zato se cesto kaze da svaki model evolucije Suncevog sistema mora biti verifikovan u pojasu asteroida koji se prostire izmedju orbita Marsa i Jupitera, i u kome se nalazi najveći broj ovih objekata. Drugim recima, svaka takva teorija mora biti u saglasnosti sa onim što znamo o ovom pojasu. Asteroidni pojas takođe sadrži i informacije o svojoj sopstvenoj evoluciji. Jedan takav primer predstavljaju sudsarne familije asteroida čije proučavanje nam može otkriti mnogo toga kako o dinamickoj, tako i o sudarnoj evoluciji pojasa asteroida, ali i citavog Suncevog sistema. Ovom prilikom predstavljemo najnovija saznanja o dinamici asteroida, sa posebnim osvrtom na dinamicku evoluciju sudsarnih familija. Konacno, ukazacemo i na neka otvorena pitanja, i kratko prodiskutovati moguce odgovore na njih.

#### **SREDA, 21.12.2016. u 18:00, Sala 301f, MI SANU, Kneza Mihaila 36**

*Nenad Sakan, Institut za fiziku*

#### **MODELOVANJE OPTICKIH KARAKTERISTIKA VODONIKOVE PLAZME SREDNJE I VELIKE NEIDEALNOSTI ODSECENIM KULONOVIM POTENCIJALOM - DODAVANJE NOVIH PROCESA**

**Rezime:** Odseceni Kulonov potencijal se pokazao kao dobar modelni potencijal za opis optičkih osobina plazme srednje i visoke neidealnosti. On se karakterise osobinama da je, za razliku od drugih, potpuno kvantno mehanički model, sa analitičkim rešenjima za talasne funkcije i time znacajno smanjuje problem numeričkog određivanja istih, kao i adekvatno tome dobijanje preseka. Osnovni model je bio dopunjeno procesima prosirenja i pomeranja energetskih nivoa vezanih stanja vodonika, koji su dali dobro poklapanje izracunatih vrednosti sa eksperimentalno merenim. Pored navedenog, javlja se potreba da se u model uključe i procesi za vezano-vezane prelaze. Osnovna provjera je pokazala da su proračunate vrednosti sila oscilatora u dobrom slaganju sa teorijskim vrednostima za vodonikov atom u asymptotском slučaju, kada se uticaj plazme na jon vodonika zanemaruje i ceo sistem pocinje da lici na model slobodnog vodonikovog atoma.

#### **SREDA, 28.12.2016. u 18:00, Sala 301f, MI SANU, Kneza Mihaila 36**

*Dragoslav Kuzmanovic, Saobracajni fakultet, Univerzitet u Beogradu*

#### **O MINIMALNIM POVRSIMA**

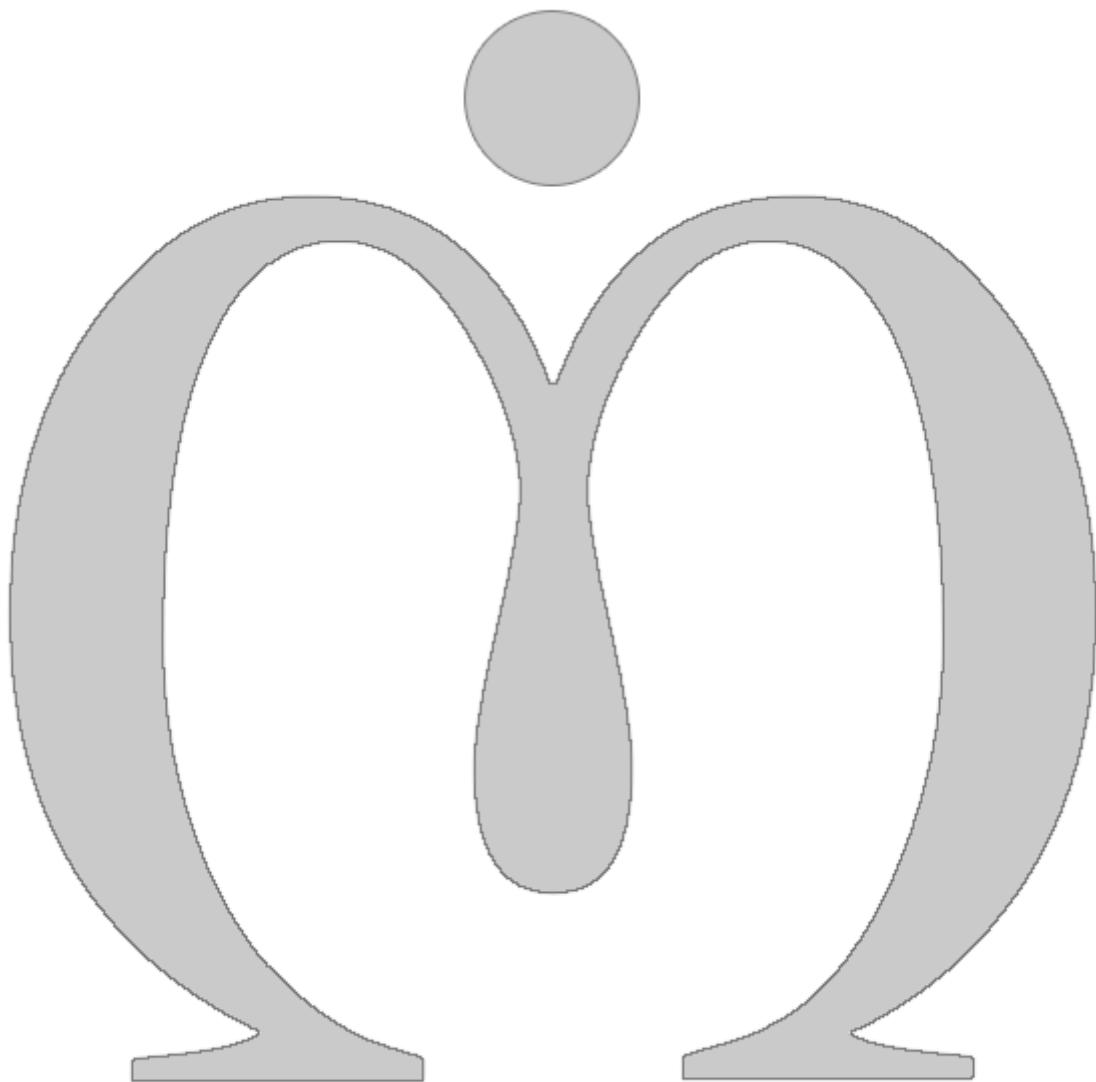
**Rezime:** U izlaganju dace se definicija minimalne povrsi, kao i diferencijalna jednacina. Bice prikazani brojni primjeri, kao i primena u arhitekturi.

---

Predavanja su namenjena sirokom krugu slusalaca, uključujući studente redovnih i doktorskih studija. Održavaju se sredom sa početkom u 18 časova u sali 301f na trećem spratu zgrade Matematičkog instituta SANU, Knez Mihailova 36.

dr Katarina Kukić  
Sekretar Odeljenja za mehaniku  
Matematičkog instituta SANU  
dr Božidar Jovanović  
Upravnik odeljenja za mehaniku  
Matematičkog instituta SANU

---







НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ  
НАВУК БЕЛАРУСІ

Дзяржаўная навуковая ўстанова  
«Інстытут фізікі імя Б. І. Сцяпанава  
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Пр. Незалежнасці, 68, 220072, г. Мінск  
Тэл. (017) 284 17 55, факс (017) 284 08 79  
E-mail: ifanbel@ifanbel.bas-net.by  
URL: <http://ifanbel.bas-net.by>

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
НАУК БЕЛАРУСИ

Государственное научное учреждение  
«Институт физики имени Б. И. Степанова  
Национальной академии наук Беларусь»

Пр. Независимости, 68, 220072, г. Минск  
Тел. (017) 284 17 55, факс (017) 284 08 79  
E-mail: ifanbel@ifanbel.bas-net.by  
URL: <http://ifanbel.bas-net.by>

06.12.2021 № 101-01-12/1601

На № \_\_\_\_\_ ад \_\_\_\_\_

Г\_\_\_\_\_ Г\_\_\_\_\_

Dr. Nenad Sakan  
Institute of Physics,  
University of Belgrade,  
Pregrevica 118  
11080 Belgrade, Serbia  
Fax: +381 11 3162 190

05/11/2021

Dear Doctor Nenad Sakan,

It is a great pleasure of inviting you to participate in the XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas" (PDP-13) which will be held in Minsk in September 13–17, 2021. Your work entitled « The introduction of more complex atoms in a cut-off Coulomb model potential, the Ar I model» has been accepted for invited lecture presentation at the PDP-13.

Programme of PDP-13 includes:

Arrival day – 12.12.2021;

Working days of PDP-13 – 13.12.2021-17.12.2021;

Departure day – 20.12.2021.

Registration fee is not provided.

We are looking forward to seeing you in Minsk, Belarus.

Sincerely yours,  
Deputy director of B.I. Stepanov  
Institute of Physics of the NAS of  
Belarus



I.S. Nikonchuk

**THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS  
B.I. STEPANOV INSTITUTE OF PHYSICS**

**PROCEEDINGS OF THE XIII BELARUSIAN-SERBIAN SYMPOSIUM  
"PHYSICS AND DIAGNOSTICS OF LABORATORY AND  
ASTROPHYSICAL PLASMAS" (PDP-13)**

**December 13–17, 2021, Minsk, Belarus**

**Edited by A.N. Chumakov, M.M. Kuraica and M.S. Usachonak**

**MINSK  
«Kovcheg»  
2021**



**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ИМЕНИ Б.И.СТЕПАНОВА**

**ТРУДЫ XIII БЕЛОРУССКО-СЕРБСКОГО СИМПОЗИУМА  
"ФИЗИКА И ДИАГНОСТИКА ЛАБОРАТОРНОЙ И  
АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ" (ФДП-13)**

**13–17 декабря 2021 г., Минск, Беларусь**

**Под редакцией А.Н. Чумакова, М.М. Кураицы и М.С. Усачёнка**

**МИНСК  
«Ковчег»  
2021**

УДК 533.9 (043.2)

ББК 22.3

Т78

Под редакцией

А.Н. Чумакова, М.М. Кураицы и М.С. Усачёнка

**ТРУДЫ ХІІІ БЕЛОРУССКО-СЕРБСКОГО СИМПОЗИУМА  
T78 "ФІЗИКА І ДІАГНОСТИКА ЛАБОРАТОРНОЙ І  
АСТРОФІЗИЧЕСКОЇ ПЛАЗМЫ" (ФДП-13) : Минск, 13–17  
декабря 2021г. / Под ред. А.Н. Чумакова, М.М. Кураицы и  
М.С. Усачёнка. – Электрон. дан. – Минск : Ковчег, 2021. – 1 электрон.  
опт. флеш-карта (USB) ; 54 мм. – Систем. требования : IBM-  
совместимый PC ; 256 Мб RAM ; VGA ; Windows 2000 / xp / Vista ; USB  
разъём ; мышь. – Загл. с экрана.**

ISBN 978-985-884-108-9.

Сборник трудов составлен по материалам докладов, представленных на XIII Белорусско-Сербском симпозиуме "Физика и диагностика лабораторной и астрофизической плазмы" (ФДП-13), 13–17 декабря 2021 года, г. Минск. Тематика включенных в сборник статей охватывает широкий круг вопросов, касающихся способов получения плазмы, методов ее диагностики и их применения для решения актуальных практических задач.

The Proceedings have been compiled from materials of reports presented at The XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas" (PDP-13), December 13–17, 2021, Minsk. The scope of papers covers a wide range of topics concerning techniques of plasma generation, methods of plasma diagnostics, and their application in solving real-world challenges of the present day.

УДК 533.9 (043.2)

ББК 22.3

**ISBN 978-985-884-108-9**

© B.I. Stepanov Institute of Physics, The  
National Academy of Sciences of Belarus, 2021  
© Оформление. ООО «Ковчег», 2021

## **SYMPOSIUM ORGANIZERS**

The National Academy of Sciences of Belarus  
State Committee on Science and Technology of Belarus  
Ministry of Education of the Republic of Belarus  
Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research  
B.I. Stepanov Institute of Physics of NAS of Belarus  
Institute of Heat and Mass Transfer of NAS of Belarus  
Belarusian State University  
A.N. Sevchenko Scientific-Research Institute of Applied Physical Problems

The papers in these Proceedings are presented by the individual authors. The views expressed are their own and do not necessarily represent the views of the Publishers or Sponsors. Whilst every effort has been made to ensure the accuracy of the information contained in this book, the Publisher or Sponsors cannot be held liable for any errors or omissions however caused.

**PROCEEDINGS OF THE XIII BELARUSIAN-SERBIAN SYMPOSIUM  
"PHYSICS AND DIAGNOSTICS OF LABORATORY AND  
ASTROPHYSICAL PLASMAS" (PDP-13): December 13–17, 2021, Minsk,  
Belarus / Edited by A.N. Chumakov, M.M. Kuraica, M.S. Usachonak**

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the copyright owner.

## HONOUR COMMITTEE

**Chairman:** S.Ya. Kilin (Deputy Chairman of the Presidium of NAS of Belarus)

**S.S. Scherbakov** (Vice-Chairman of the State Committee on Science and Technology of Belarus)

**M.V. Bogdanovich** (Director of The B.I. Stepanov Institute of Physics of NAS of Belarus)

The Ambassador of Serbia in the Republic of Belarus

**S.V. Gaponenko** (Chairman of the Scientific Council of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research)

**A.D. Korol** (Rector of the Belarusian State University)

**P.V. Kuchinsky** (Director of the A. N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems of Belarusian State University)

**O.G. Penyazkov** (General Director of the A.V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of NAS of Belarus)

**A.P. Voitovich, A.F. Chernyavskii, V.I. Arkhipenko, V.K. Goncharov,  
M.S. Dimitrijević, J. Purić, N. Konjević**

## PROGRAMME SCIENTIFIC COMMITTEE

**Co-Chairmen:** A.N. Chumakov (Belarus)  
M.M. Kuraica (Serbia)

**Vice-Chairmen:** L.V. Simonchik (Belarus)  
B. Obradović (Serbia)

**Scientific Secretary:** M.S. Usachonak (Belarus)

V.M. Astashynski (Belarus), M.V. Belkov (Belarus), N. Cvetanović (Serbia), I.I. Filatova (Belarus), K.V. Kozadaev (Belarus), M. Kuzmanović (Serbia), I.S. Nikanchuk (Belarus), L. Popović (Serbia), M.V. Puzyrov (Belarus), J. Savović (Serbia), A.S. Smetannikov (Belarus), I.P. Smyaglikov (Belarus), N.V. Tarasenko (Belarus), M. Trtica (Serbia).

## LOCAL COMMITTEE

**Chairmen:** L.V. Simonchik (Belarus)

**Vice-Chairmen:** M.V. Puzyrov (Belarus)

**Secretary:** V.A. Lyushkevich (Belarus)

N.A. Bosak, E.A. Ershov-Pavlov, S.V. Goncharik, A.V. Kazak, V.G. Kornev, A.A. Kirillov, V.V. Lychkovskiy, M.I. Nedelko, A.A. Nevar, N.N. Tarasenka, A.M. Vabishchevich.

# THE INTRODUCTION OF MORE COMPLEX ATOMS IN A CUT-OFF COULOMB MODEL POTENTIAL, THE AR I MODEL

Sakan Nenad M.<sup>1</sup> and Simić Zoran J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physics, University of Belgrade, PO Box 57, 11001 Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade, Serbia

**Introduction.** Dense plasma is a object of interest in recent years [1]. Up until now the absorption coefficients of hydrogen plasma, were calculated within the frame of cut-off Coulomb potential model, for the wide area of electron densities and temperatures [2-9]. The optical parameters of hydrogen plasma of mid and moderately high non-ideality parameter are described successfully, thus enabling the modeling of optical properties [2,3], [5-9]. Governed by this results a effort has been made to introduce a extension of a model towards the more complex atoms. As a first goal the Ar atom model was used since the ionic core model potential for the Ar I was analyzed in [10]. As it was case with the hydrogen model here, the model potential for Ar is solvable in entire space and within entire energy spectrum, thus the yielded wave function solutions are a combination of a special functions. As it was proven a faster, and no less reliable, method of numerical integration using a Numerov integration is used. It posses a fast convergence and as such is preferred method for introduction of more complex atom and ion model potentials in consideration, the comparison and application is shown in [11].

**Theory remarks.** The collective phenomena of plasma that consists of many interacting particles, could be described as quantum mechanical system consists of a single emitter, and averaged plasma influence as whole. This approach is more applicable for the plasma of higher non-ideality, and it is easy to introduce additional processes within the considered model. The heart of modeling of plasma-emitter interaction and investigation of it's optical behavior is done by the introduction of adequate model potential, the one for Ar I is given by

$$V(r) = \begin{cases} -\frac{Z_l e^2}{4\pi\epsilon_0 r} & : r < r_0 \\ -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} & : r_0 \leq r < r_c \\ 0 & : r \geq r_c \end{cases}, \quad Z_l = \begin{cases} 9.04 - l \frac{8.04}{3} & : l \leq 3 \\ 1 & : l > 3 \end{cases}, \quad r_0 = 1.7 a_0. \quad (1)$$

Here the  $a_0$  is the Bohr radius.

In such way the results yielded within the frame of this model method are purely quantum mechanical solutions for the considered plasma. All the optical properties are connected to each other, so the main goal of describing optical parameters of plasma is by the solving or the radial part of the Schrodinger equation,

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial R_{nl}}{\partial r} \right) + \left[ V(r) + \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2mr^2} \right] R_{nl}(r) = E_{nl} R_{nl}(r), \quad (2)$$

by the help of new function  $P(r)=rR(r)$  it gives an more easily solvable form

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dr^2} P_{nl}(r) + \left[ V(r) + \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2mr^2} - E_{nl} \right] P_{nl}(r) = 0. \quad (3)$$

The eigenvalues  $E_{nl}$  and eigenvectors  $P_{nl}$  are needed to have a dipole matrix element  $\hat{D}(r; r_0; r_c; n_i l_i; n_f l_f) = \langle n_f l_f | r | n_i l_i \rangle$  determined, and further on the adequate cross-sections like  $\sigma_0(\omega=\omega_f) \sim |\hat{D}(r; r_0; r_c; n_i l_i; n_f l_f)|^2$  for the bond-bond transitions.

**Results and discussion.** The goal of presented work is to prove that a Ar atom optical behavior in plasma could be described by the means of solving the Schrodinger equation (3) with the model potential (1), in the same way as it was a case with the hydrogen atom. Since, in contrast to the hydrogen model, there is not a adequate theoretical functions for the optical properties the only way was to compare the results to the hydrogen model ones, and to analyze a convergence of the wave functions towards the model of unperturbed argon atom in case of diminishing a plasma influence.

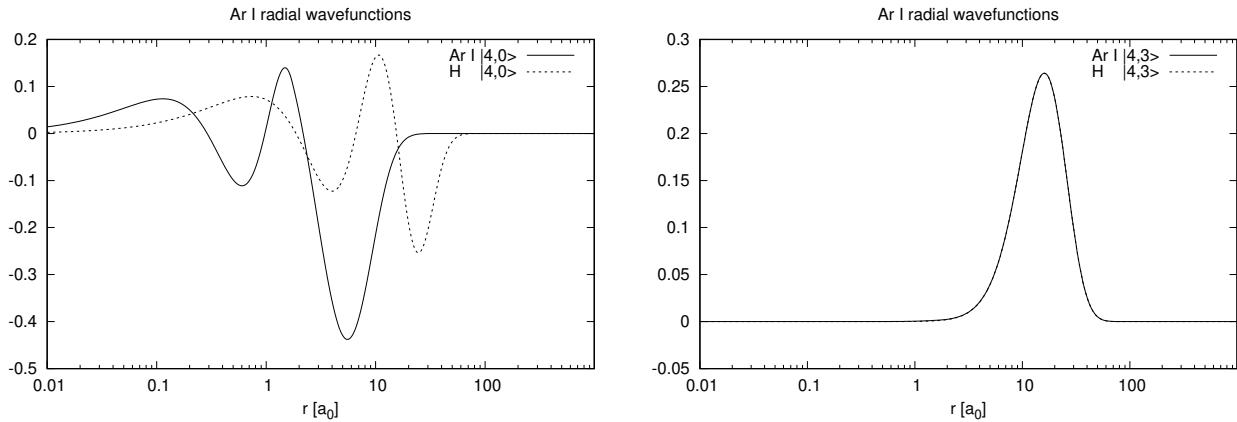


Figure 1. Comparison of hydrogen and Ar I wave functions.

As first, a pure comparison of argon radial wave functions with the hydrogen atom ones was made. It could be seen from the example on the Figure 1. that for the orbital quantum number small enough ( $l < 3$ ) where the ionic core has effect onto the potential (1), the wave function is bond more stiffer to the core than the hydrogen one, as expected.

On the Figure 2. the set of wave functions are given as a illustration of their behavior. And finally, the Figure 3. presents a result of the investigation of the behavior of the wave functions for the variety of cut-off radius  $r_c$  values that reflects the averaged plasma influence onto the emitter. For the presented calculation results a more complex potential is used

$$V^*(r) = V(r) + \langle E_{plas} \rangle = V(r) + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_c}. \quad (4)$$

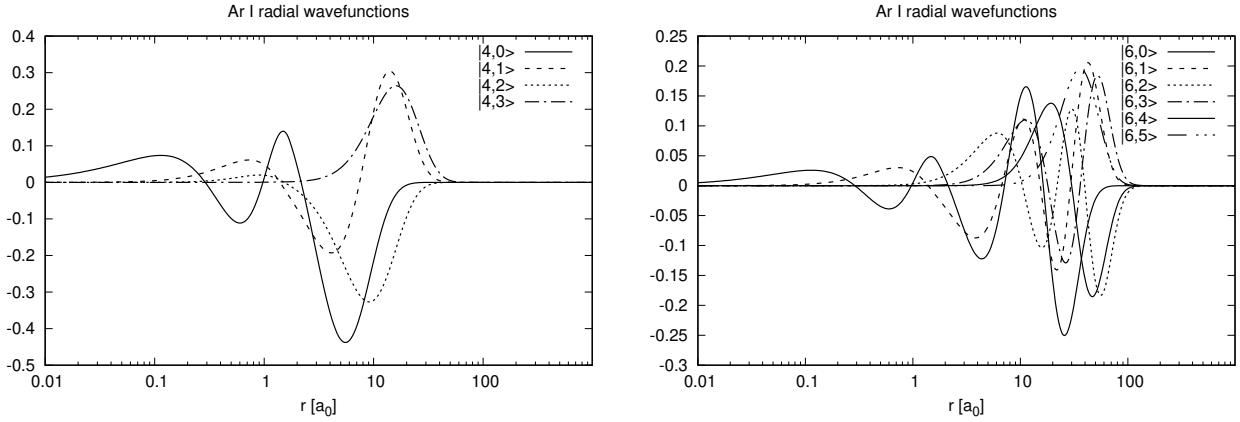


Figure 2. Example sets of Ar I wave functions.

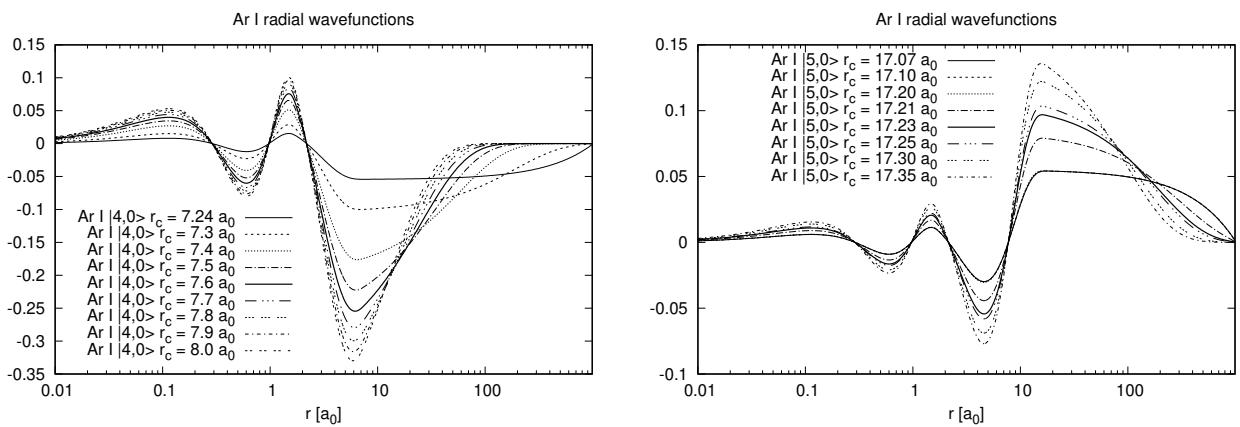


Figure 3. Plasma influence on Ar I wave functions and convergence towards unperturbed case.

As expected the convergence toward an unperturbed values is proven.

**Conclusion.** The presented results are leading us to conclusion that the cut-off Coulomb potential model is usable for the describing more complex atoms in plasma in general. The well behaved wave function convergences are more than encouraging for the using of the presented results in a modeling of the optical properties of plasma. The effort on connecting of optical and transport plasma parameter is to be done. The considered here Ar I as a emitter is expected to be used in near future in both single component and complex composition non-ideal plasma. The mid and higher non-ideality, that is a goal of model, has a influence on describing of stellar processes. Although the presented work is still in progress, the results could be used directly even in this early development phase.

**Acknowledgment.** Funding provided by the Institute of Physics Belgrade, through the grant by the Ministry of Education, Science, and Technological Development of the Republic of Serbia.

## Literature

1. **Fortov, V.E., Iakubov, I.T.** // The physics of non-ideal plasma / World Scientific, 1999.
2. **Mihajlov, A.A., Sakan, N.M., Srećković, V.A., Vitel, Y.** // Modeling of continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas. *J. Phys. A* (2011), 44, 095502.
3. **Mihajlov, A.A., Ignjatović, L.M., Srećković, V.A., Dimitrijević, M.S., Metropoulos, A.** // The non-symmetric ion-atom radiative processes in the stellar, atmospheres, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2013, 431, 589–599.
4. **Mihajlov, A.A., Djordjević, D., Popović, M.M., Meyer, T., Luft, M., Kraeft, W.D.** // Determination of the Electrical Conductivity of a Plasma on the Basis of the Coulomb cut-off Potential Model., *Contrib. Plasma Phys.*, 1989, 29, 441–446.
5. **Ignjatović, L.M., Srećković, V.A., Dimitrijević, M.S.** // The Screening Characteristics of the Dense Astrophysical Plasmas: The Three-Component Systems., *Atoms*, 2017, 5, 42.
6. **Mihajlov, A.A., Sakan, N.M., Srećković, V.A., Vitel, Y.** // Modeling of the Continuous Absorption of Electromagnetic Radiation in Dense Hydrogen Plasma., *Balt. Astron.*, 2011, 20, 604–608.
7. **Mihajlov, A.A., Srećković, V.A., Sakan, N.M.** // Inverse Bremsstrahlung in Astrophysical Plasmas: The Absorption Coefficients and Gaunt Factors., *J. Astrophys. Astron.*, 2015, 36, 635–642.
8. **Sakan, N.M., Srećković, V.A., Mihajlov, A.A.** // The application of the cut-off Coulomb potential for the calculation of a continuous spectra of dense hydrogen plasma., *Mem. S. A. I. Suppl.*, 2005, 7, 221–224.
9. **Sakan, Nenad M. and Srećković, Vladimir A. and Simić, Zoran J. and Dimitrijević, Milan S.** // The Application of the Cut-Off Coulomb Model Potential for the Calculation of Bound-Bound State Transitions, *Atoms*, 2018, 6, 1, 4
10. **A. Mihajlov and D. Djordjević and M.M. Popović** // The inner charge defect method as an analog to the quantum defect method, *JQSRT*, 1980, 47-52, [https://doi.org/10.1016/0022-4073\(80\)90040-0](https://doi.org/10.1016/0022-4073(80)90040-0)
11. **Nenad M. Sakan, Zoran J. Simić, and Momchil Dechev** // The optical properties of Hydrogen plasma described in the frame of the fully quantum method based on a cut-off Coulomb model potential, 16th ESPM - European Solar Physics Meeting, 6-10 September 2021, online