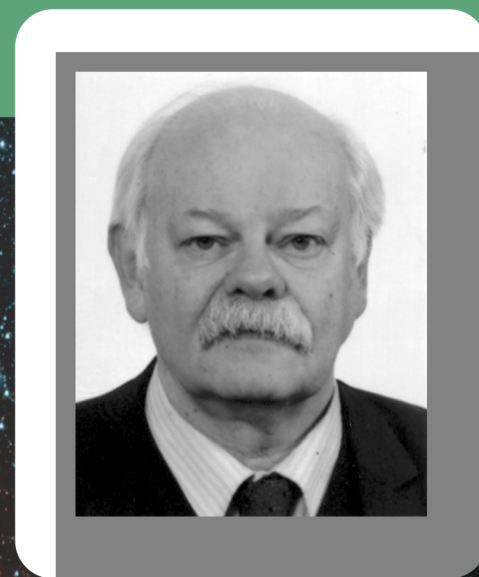




СКУП ПОВОДОМ 75 ГОДИНА МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА

СКУП ПОВОДОМ 75 ГОДИНА МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА



ISBN: 978-86-905633-5-7



9 788690 563357

Српска академија нелинеарних наука
Београд, 2023.

СКУП ПОВОДОМ 75 ГОДИНА
МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА

Уредник БРАНКО ДРАГОВИЋ

СКУП ПОВОДОМ 75 ГОДИНА
МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА

Уредник:

Бранко Драговић

Издавач:

Српска академија нелинеарних наука

Корице:

Миленко Јекић

Фотографија на задњој корици:

Милан С. Димитријевић у Кентерберију 30. априла 1989.

Снимио Анатолиј А. Михајлов

Компјутерски слог:

Миленко Јекић

www.daktilografija.rs

Штампа:

Скрипта интернационал

Мике Аласа 54, Београда

Тираж:

100

ISBN: 978-86-905633-5-7

СКУП ПОВОДОМ 75 ГОДИНА МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА

Београд 24. новембар 2022.

Уредник БРАНКО ДРАГОВИЋ



*Српска академија нелинеарних наука
Београд 2023*

САДРЖАЈ

Бранко Драговић: ПРЕДГОВОР	7
ДР МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ - БИОГРАФИЈА	9
Милан С. Димитријевић: СУДАРИ ЕМИТЕРА И АПСОРБЕРА СА НАЕЛЕКТРИСАНИМ ЧЕСТИЦАМА И ЗВЕЗДАНА ПЛАЗМА	15
Лука Ч. Поповић: АКТИВНА ГАЛАКТИЧКА ЈЕЗГРА И ДОПРИНОС МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА.....	64
Владимир А. Срећковић: АТОМСКИ И МОЛЕКУЛАРНИ ПРОЦЕСИ У КОСМИЧКИМ ПЛАЗМАМА	71
Александра Бајић: ДРУШТВО ЗА АРХЕОАСТРОНОМСКА И ЕТНОАСТРОНОМСКА ИСТРАЖИВАЊА „ВЛАШИЋИ“, БЕОГРАД.....	93
БИБЛИОГРАФИЈА ИЗАБРАНИХ НАУЧНИХ РАДОВА И КЊИГА МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА	104

ПРЕДГОВОР

Ова књига је мала по обиму, али врло садржајна и инспиративна, посебно за младе научнике. Написана је поводом обележавања 75-ог рођендана проф. др. Милана С. Димитријевића, редовног члана Српске академије нелинерних наука (САНН) - академика САНН, <http://www.sann.kg.ac.rs/>.

Милан Димитријевић је један од ретких српских научника који је свој живот посветио науци, пре свега научним истраживањима у физици и астрономији, организационим проблемима научно-истраживачког рада и популаризацији савремених научних достигнућа у истраживању васионе. Иако је пре 10 година постао пензионер, он је врло активно наставио да развија своју област истраживања, организује научне скупове, развија научну сарадњу са више европских земаља. У свим својим активностима, Димитријевић постиже врло запажене резултате, чиме значајно доприноси развоју науке у Србији и њеним научним везама са светом.

Од прошле године, Милан Димитријевић је потпредседник Српске академије нелинеарних наука. САНН је настала 2018. из југословенског (јужнословенског) огранка Академије нелинеарних наука, која је основана 1995. г. у Москви и која је пре десетак година престала са радом. Сада је САНН једина академија у свету у области нелинеарних наука. Њени чланови (редовни, дописни, инострани и почасни)

су истакнути српски и инострани научници који су дали и дају значајан допринос науци, а нарочито у области нелинеарних феномена. У оквиру својих активности, САНН обележава јубиларне годишњице својих чланова. Прошле године САНН је обележила 5 јубилеја, међу њима и јубилеј Милана Димитријевића. Димитријевић је дао и даје значајан допринос усавршавању Академије. Његов научни рад и постигнути успех могу да служе за пример и подстицај младим српским нараштајима опредељеним за научна истраживања.

Српска академија нелинеарних наука жели проф. др. Милану С. Димитријевићу, академику САНН, много здравља, даљег непресушног ентузијазма, креативних идеја, и много нових значајних успеха у свим његовим активностима.

Београд, на Сретење 2023. г.

Бранко Драговић
Председник САНН

ДР МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ - БИОГРАФИЈА -

Основни подаци: Рођен 24. августа 1947. у Лесковцу. Основну школу и Класичну гимназију завршио у Београду. Дипломирао Астрономију 1972, а Физику 1973, на ПМФ у Београду. Ту је магистрирао 1976, а докторирао 1978. У звање научног саветника изабран 1986. Радио је у Институту за физику у Београду 1974-1978, 1983-1984; Институту за примењену физику 1978-1983, на Астрономској опсерваторији 1984-2012. Од 2012. у пензији. Савезни Министар за науку, технологију и развој 1993-1994. Директор Астрономске опсерваторије 1994-2002. Од 2009. придружени сарадник Париске опсерваторије у Laboratoire d'Etudes du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique. Председник Друштва астронома Србије (2008-2014). Председник Астрономског друштва „Руђер Бошковић” 1982-2005. Главни и одговорни уредник „Serbian Astronomical Journal” и серије „Publications of the Belgrade Astronomical Observatory” 1987-2002. Главни и одговорни уредник часописа „Васиона” 1985-2004. Копредседник Радне групе за сударне процесе Међународне астрономске уније (2006-2015), члан Управе Евроазијског астрономског друштва а био и члан Савета Европског астрономског друштва (2008-2012). Од 9. јануара 2001. члан Академије нелинеарних наука у Москви и њеног југословенског одељења које је касније прерасло у Српску академију нелинеарних наука. Од 25. новембра 2020, члан Међународне словенске академије. Члан Удружења књижевника.

Говори течно руски, француски, енглески, бугарски и италијански. Служи се шпанским, немачким и пољским.

Мада је од 2012. у пензији и даље се интензивно бави научним радом.

Научно-истраживачка тематика: Научни радови Милана С. Димитријевића су првенствено из области Астрономије, али и из одређених области физике, примењене математике, информатичких технологија и историје и философије природних наука. Као нову научну област у српској астрономији, увео је теоријско проучавање облика линија у звезданим спектрима и, у сарадњи са А. А. Михајловим, истраживање утицаја атомских и молекуларних сударних процеса на оптичке карактеристике звезданих атмосфера.

Научни резултати: Закључно са фебруаром 2023 објавио је 366 научних радова у међународним часописима са рецензијом. Најзначајнија научна достигнућа Димитријевић има у области спектроскопије звездане и лабораторијске плазме. У неколико радова, заједно са Н. Коњевићем, В. Кршљанином и Л. Ч. Поповићем, формулисао је и разрадио модификовани семиемпиријски прилаз за прорачун параметара спектралних линија проширених Штарковим ефектом. Овај прилаз је нашао широку примену у астрономији и физици. Такође је разрадио и тестирао више различитих апроксимативних прилаза за прорачун и процену параметара спектралних линија, проширених сударима са наелектрисаним честицама, погодних за различите ситуације које се срећу у звезданим атмосферама. Истраживања профила линија вишеструко наелектрисаних јона су често прва систематска теоријска истраживања овакве врсте. Спајањем и повезивањем више компјутерских програма, заједно са Н. Бен Несибом из Туниса и С. Сахал-Брешо из Париза, остварио је *ab initio* прорачун параметара Штарковог ширења, полазећи од квантних бројева и атомске структуре. Заједно са С. Сахал-Брешо из Париза направио међународну базу података о Штарковом ширењу

спектралних линија STARK-B, у коју су укључени њихови резултати.

Димитријевић је показао да механизам Штарковог ширења спектралних линија може да буде значајан за анализу и синтезу звезданих спектра и моделирање звезданих атмосфера и истражио при каквим условима и код којих класа звезда он највише долази до изражаја.

Истражен је такође, заједно са А. А. Михајловим, утицај јон - атомских сударних процеса са формирањем квазимолекуларног комплекса, на емисију, апсорпцију и рекомбинацију у атмосферама хладних звезда и код белих патуљака и показано да група, до ових радова занемариваних, процеса мора бити узета у обзир код моделирања атмосфера хелијумом богатих белих патуљака и неких слојева Сунчеве атмосфере.

Димитријевић је дао значајан допринос проучавању историје астрономије код Срба, посебно анализирајући дела Милутина Миланковића и Ђорђа Станојевића, али је, у сарадњи са Евстратијем Теодосијом и Василијем Маниманисом из Атине, истраживао и дела византијског астронома Нићифора Григоре, Василија Великог, Риге од Фере, пресократовских филозофа, појам бесконачног, развој хелиоцентричке идеје, од Орфичких химни, преко питагорејаца и Аристарха до цара Јулијана, астрономску тематику у *Илијади* и *Одисеји*, звезду Сиријус у античкој литератури, као и космичке мотиве у српској средњовековној нумизматици.

Аутор књига “Српски астрономи у индексу научних цитата у XX веку” (2005), “Астрономска спектроскопија” (1998). Објавио је и серије “Истраживање облика спектралних линија у Југославији и Србији” I-V(1990-2001), “Београдска астрономска опсерваторија” у годинама од 1995 до 2000, „Песме“ (преведена на бугарски), антологију “Космички цвет” (Просвета 2003), књиге стихова преведених са бугарског „Пред звезданим вратима“ (Савремена бугарска поезија) (Просвета 2015) и “Стаза ка звездама” (Алма 2017), а

заједно са Александром Бајић превео је уз астрономске коментаре Овидијеве „Fasti“.

Одзив на научне резултате: Према бази података NASA ADS (http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-abs_connect) у периоду 1974-2018 има 2219 цитата без аутоцитата. Хиршов фактор према NASA ADS (период 1974 – 2018) - 27; према WEB of Science (период 1996-2018) - 22. Према Google Scholar на дан 28. маја 2021, 7253 цитата (са аутоцитатима), Хиршов фактор 37. Његових 47 предавања по позиву штампана су у целини у књигама међународних издавача. Награда за научни рад Астрономске опсерваторије 1996 и 2002.

Педагошки ангажман: На Математичком факултету у Београду на постдипломским односно докторским студијама предавао: «Астрономску спектроскопију» и «Утицај судара са наелектрисаним честицама на спектре астрофизичке плазме». На европским Астромундус мастер студијама из Астрономије предавао «Spectral Lineshapes in Astrophysics». Димитријевић је био ментор 5 докторских дисертација и 4 магистарске тезе Објавио више од 250 научнопопуларних чланка из астрономије и, са А. Томићем, уџбеник астрономије за гимназију (шест издања, преведен на албански и македонски). Написао и снимио за ТВ Београд и Нови Сад десетак серија о астрономији (три издате као видео касете намењене настави).

Организациони рад: Поред тога што је био Савезни Министар за науку, технологију и развој 1993-1994 и директор Астрономске опсерваторије 1994-2002, Димитријевић је остварио и изузетно успешну међународну сарадњу. Руководио је међународним пројектима са Париском опсерваторијом, Универзитетима у Лондону, Дарему и Атини, Институтом за теоријску астрономију у Москви и Институтом за астрономију у Софији. Био је руководилац српског дела великог међународног ФП7 ЕУ пројекта за стварање европског Виртуелног центра за атомске и молекуларне податке, првенствено за потребе моделирања звезданих атмосфера, иначе првог

пројекта Европске уније у астрономији у Србији, а сада је члан конзорцијума ове институције.

Организовао преко 30 међународних и националних научних конференција, као што су серије конференција «Српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици», и низ заједничких конференција са бугарским, румунским, мађарским и белоруским астрономима. Да би унапредио истраживања историје астрономије, проучавање космичко-астрономских инспирација, мотива и веза у археологији, философији, поезији, књижевности, музици, сликарству, организовао је серију научних конференција „Развој астрономије код Срба“, које су окупиле велики број научника, књижевника и уметника.

Допринос нелинерним наукама: Досадашњи научни опус др Димитријевића највећим делом је посвећен истраживањима у нелинеарним наукама, и то првенствено у спектроскопији, истраживању звезданих атмосфера и истраживању сударних процеса.

Списак 5 изабраних радова:

1. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: Stark widths of doubly- and triply-ionized atom lines, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 24, 451, 1980
2. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: Simple estimates for Stark broadening of ion lines in stellar plasmas, *Astronomy and Astrophysics*, 172, 345, 1987
3. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: Modified semiempirical method, *Journal of Applied Spectroscopy*, 68, 893, 2001
4. M. S. Dimitrijević: Stark broadening in astrophysics, *Astronomical & Astrophysical Transactions*, 22, 389, 2003
5. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, J. Kovačević, M. Dačić, D. Плић.: The flux ratio of the [OIII] $\lambda\lambda$ 4959,5007 lines in AGN: Comparison with theoretical calculations, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 374, 1181, 2007

Сајтови за допунске информације:

<https://www.researchgate.net/profile/Milan-Dimitrijevic-2>

<https://publons.com/researcher/1192916/milan-s-dimitrijevic/>

СУДАРИ ЕМИТЕРА И АПСОРБЕРА СА НАЕЛЕКТРИСАНИМ ЧЕСТИЦАМА И ЗВЕЗДАНА ПЛАЗМА

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Апстракт. Судари емитера и апсорбера са наелектрисаним честицама, утичу на профиле спектралних линија звездане плазме, пошто услед цепања и померања енергетских нивоа атома у електричном пољу (Штарков ефекат) долази до ширења и померања линија у спектрима. У раду је анализирана важност Штарковог ширења оваквих линија за анализу, интерпретацију и синтезу звезданих спектара, анализу, дијагностику и моделирање звездане плазме и значај оваквих резултата за истраживања лабораторијске, фузионе и технолошких плазми као и за физику ласера. Размотрено је код каквих типова звезда и при којим истраживањима је Штарково ширење значајно и дискутовани су методи за теоријско одређивање параметара ширења спектралних линија. Такође су дати и примери оваквих истраживања на Астрономској опсерваторији у Београду.

Кључне речи: Штарково ширење, спектралне линије, звездане атмосфере, базе података

УВОД

Спектрална линија није никада монохроматска. Увек је проширена због неколико разлога. Хајзенбергова релација неодређености показује да не можемо апсолутно тачно познавати координату и импулс честице. Може се показати (види нпр. [1]) да се ова релација може тако трансформисати да повезује ширину енергетског нивоа у атому и време живота електрона у таквом енергетском стању, односно што је време живота електрона краће то је енергетски ниво шири. Пошто је само у основном стању време живота електрона толико дуго да можемо да кажемо да његова ширина тежи нули, све спектралне линије имају неку ширину због ширине енергетских нивоа прелаза којим су настале. Таква ширина се назива природна и не зависи од температуре и густине честица (притиска) већ само од унутрашњих особина атома или јона који зрачи.

Осим овог узрока, линије могу бити проширене и услед Доплеровог ефекта. Пошто се емитери крећу хаотично, сваки емитовани фотон ће имати неки црвени или плави помак у зависности од компоненте брзине у правцу посматрача. Када се ови помаци саберу добиће се проширена спектрална линија. Профил Доплеровски проширене линије је Гаусов, пошто је то расподела која описује случајне процесе или догађаје и овај механизам ширења зависи од температуре емитера.

Судар такође доводе до ширења спектралних линија и овакви механизми ширења зависе од концентрације честица које пертурбују емитирујући/апсорбујући атом или јон, односно притиска, па се једним именом зову ширење притиском. То су Штарково ширење услед судара са наелектрисаним честицама, Ван дер Валсово ширење или ширење сударима са неутралним атомима и резонантно ширење (види нпр. [1]).

Занимљиво је колико података о звездама можемо сазнати анализом њиховог спектра. Анализом спектралних ли-

нија можемо одредити температуру звездане плазме, односно појединих слојева звездане атмосфере, њен хемијски састав и површинску гравитацију. Можемо боље разумети нуклеарне процесе у њеној унутрашњости, и одредити њен спектрални тип и ефективну температуру упоређивањем спектра звезде са стандардним спектрима за поједине типове.

Истраживање Штарковог ширења је развијена научна област у Србији и бившој Југославији, која има критичку масу научника, и захваљујући и свом мултидисциплинарном значају пружа добру основу за успешну сарадњу. Аутор је публикувао преглед истраживања облика спектралних линија у Србији и Југославији са библиографијом и индексом цитата за период од првог рада објављеног 1962. до краја 2000. године [2-6]. У том периоду је регистровано 1427 (1222 од српских аутора) библиографских јединица које је објавило 179 југословенских аутора (152 из Србије, 26 из Хрватске и један Македонац (Паскал Сотировски) који је живео у Француској). Већина ових радова односи се на Штарково ширење.

У овом раду размотриће се значај Штарковог ширења за истраживања астрофизичке плазме и рад у овој научној области на Астрономској опсерваторији у Београду у Групи за Астрофизичку спектроскопију.

УСЛОВИ У АСТРОФИЗИЧКОЈ ПЛАЗМИ И ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ

Хенри Расел је 1926. објавио у Астрофизичком журналу чланак [7] са анализом спектра Fe II у коме је пронашао 61 енергетски ниво на основу 214 спектралних линија јонизованог гвожђа. У њему је написао да су сада «све линије од астрофизичког значаја класификоване». Ипак, 1988. је у чланку Јохансона [8], изјављено да сада познајемо 675 енергетских нивоа Fe II, али да је 50% појединачних спектралних облика у астрофизичким спектрима високе резолуције, још неклассификовано.

То је последица чињенице, да су услови у астрофизичким плазмама невероватно разноврсни у поређењу са изворима лабораторијске плазме. Сходно томе, ширење спектралних линија услед интеракције између емитера/апсорбера и наелектрисаних честица (Штарково ширење) у астрофизици је од интереса у плазмама у тако екстремним условима као што су они у међузвезданим облацима молекуларног водоника или у атмосферама неутронских звезда, какви се не могу добити у лабораторијама.

Типичне електронске температуре у међузвезданим молекуларним облацима су око 30 К или мање, а типичне електронске густине су $2-15 \text{ cm}^{-3}$. У таквим условима, јон може да захвати слободне електроне (рекомбинација) у веома удаљену орбиту са главним квантним бројем (n) чија је вредност неколико стотина, па и већа од хиљаду и да се каскадно деесцитује на енергетске нивое $n-1$, $n-2$,... зрачећи у радио домену. Такви удаљени електрони су слабо повезани са језгром и на њих могу утицати веома слаба електрична микропоља. Сходно томе, Штарково ширење може бити значајно (види нпр. [9]).

У међузвезданим облацима јонизованог водоника, електронске температуре су око 10 000 К а електронске густине реда 10^4 cm^{-3} [10]. На одговарајуће серије блиских радио рекомбинационих линија које потичу са енергетских нивоа са великим вредностима n (неколико стотина па и веће од хиљаду) утиче Штарково ширење [10].

За $T_{\text{eff}} > 10^4 \text{ K}$, водоник, главни конституент звезданих атмосфера је углавном јонизован, и међу сударним механизмима ширења спектралних линија, доминантан је Штарков ефекат. То је случај за беле патуљке и вреле звезде О, В и А типа. Чак и у атмосферама хладнијих звезда, као што је Сунце, Штарково ширење може бити значајно. На пример утицај Штарковог ширења у спектралним серијама расте са порастом главног квантног броја горњег нивоа [11-13] и за линије

са већом вредношћу овог квантног броја допринос Штарковог ширења је значајан и у Сунчевом спектру [14-16].

На пример спектралне линије - високи чланови Балмерове серије, могу се употребити као моћно дијагностичко средство за проучавање звезданих атмосфера. У раду Фелдмана и Дошека [17], употребљени су профили чланова Балмерове серије са главним квантним бројем n између 16 и 32 (на које значајно утиче Штарков ефекат), да би се одредила електронска густина и температура изнад активне области на Сунцу. Опсег густина (у cm^{-3}) и температура (у К) од значаја за радијативне омотаче А и F звезда је $10^{14} \text{cm}^{-3} \leq N_e \leq 10^{16} \text{cm}^{-3}$; $10^4 \text{K} \leq T \leq 4 \cdot 10^5 \text{K}$ [18].

Бели патуљци DA и DB типа имају ефективне температуре између око 10 000 К и 30 000 К тако да је Штарково ширење од значаја за интерпретацију и синтезу њихових спектра и за истраживање, моделирање и анализу њихових атмосфера. Спектри патуљака DA типа карактеришу се широким водониковим линијама (нпр. [19]), а код DB типа у спектру доминирају линије неутралног хелијума. Занимљиво је да је у спектрима белих патуљака откривено Земаново ширење, кога нема у лабораторијским спектрима [20]. Бели патуљци DO типа имају ефективне температуре од приближно 45000 К до око 120 000 К [21] и за истраживање плазме њихових атмосфера Штарково ширење може да буде веома значајно [22].

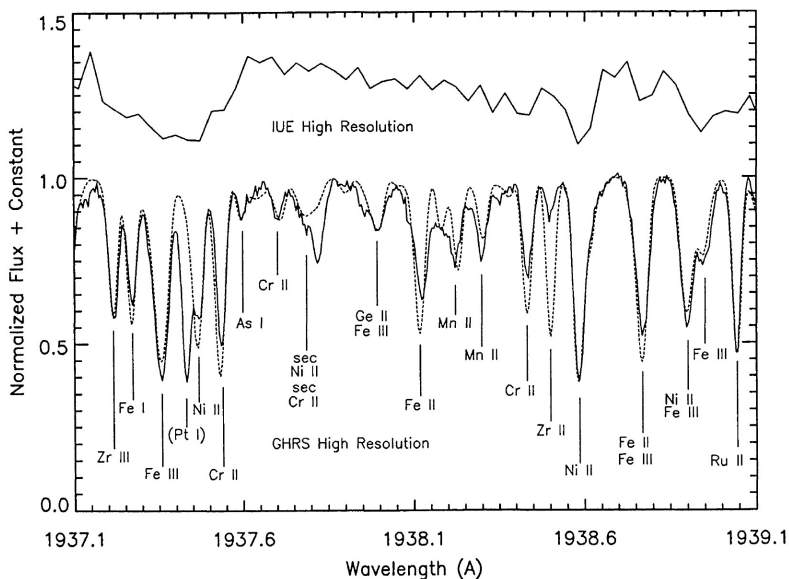
Међу најтоплије звезде спадају оне типа PG1159, Врели пре-бели патуљци са мањком водоника, чија ефективна температура се налази у опсегу од $T_{eff} = 100\,000 \text{K}$ (нпр. за PG1424+535 и PG1707+427) до $T_{eff} = 140\,000 \text{K}$ (за PG1159-035 и PG1520+525), где је свакако Штарково ширење изузетно важно [23]. Ове звезде имају велику површинску гравитацију ($\log g = 7$), и у њиховим фотосферама доминира хелијум и угљеник са знатним додатком кисеоника ($\text{C/He} = 0.5$ и $\text{O/He} = 0.13$) [23]. У њиховим спектрима, на које јако утиче Штарково ширење, доминирају линије He II, C IV, O VI и N V.

У атмосферама неутронских звезда, густина материје, електронска концентрација и температура су за редове величине већи него у атмосферама белих патуљака, и типичне су за унутрашњост звезда. Температуре на којима се одвија емисија из фотосфере су реда $10^6 - 10^7$ К, а електронске густине реда 10^{24} cm^{-3} [24,25]. У реф. [25], финални профил за хелијуму сличну резонантну линију гвожђа је описан помоћу Фогтовог профила, са укупним параметром пригушења једнаким суми природног и Штарковог (судари са електронима) ширења.

Јасно је да звездана спектроскопија зависи од веома великог броја прелаза за различите атоме и јоне са подацима о њиховим атомским параметрима и Штарковом ширењу што је посебно стимулисано развојем космичке астрономије, пошто је помоћу инструмената као што је Годаров спектрограф велике резолуције (Goddard High Resolution Spectrograph - GHRS) на Хабловом космичком телескопу (Hubble Space Telescope), прикупљен велики скуп спектроскопских података високог квалитета, који стално расте, стимулишући истраживања спектралних линија. То се може лепо илустровати упоређивањем ултра љубичастих спектра χ Lupi добијених помоћу уређаја на сателиту IUE (International Ultraviolet Explorer) и GHRS (сл. 1). Треба узети у обзир да је на сл. 1 приказан део спектра широк само 2 Ангстрема и упоредити квалитет посматраних профила спектралних линија.

Развој компјутера такође стимулише потребу за великом количином атомских и спектроскопских података. Нарочито велики број података је потребан на пример за прорачун непрозрачности звезданих атмосфера. Илустративан пример може бити чланак о прорачуну непрозрачности за класичан модел цефеида [28], где је у обзир било узето 11 996 532 спектралних линија. Други добар пример колико је велики скуп атомских и спектроскопских података неопходан, је моделирање звезданих атмосфера. На пример компјутерски програм

PHOENIX (види [29] и референце у чланку) за моделирање звезданих атмосфера, укључује базу података која садржи податке о 4.2×10^7 атомских, јонских и молекуларних прелаза.



СЛИКА 1. УВ спектар звезде χ Lupi добијен помоћу GHRS и помоћу IUE сателита [26]. Резолуција GHRS спектра је 0.0023 нм а максимални однос сигнал/шум је 95 [27]. На GHRS спектру пуном линијом је означен посматран а тачкастом синтетизовани.

Занимљива истраживања, која показују могућности које се отварају са развојем компјутерских технологија, и указују потребу за што је могуће већим скупом спектроскопских и атомских података, су прорачуни промена еквивалентних ширина са временом у звезданим јатима и галаксијама, „породилиштима“ (starburst) звезда [30]. У овим истраживањима, рачуната је промена еквивалентних ширина појединих водоникових и хелијумових линија у току 500 милиона година, и поређена са посматрањима звезданих јата и галаксија

«породилишта» звезда. Прорачуни су изведени у два корака. Прво су израчунате популације звезда различитих спектралних типова у функцији времена, а онда су профили спектралних линија синтетизовани додајући различите доприносе појединих спектралних типова звезда. Приликом синтезе профила спектралних линија, узети су у обзир природно, термално Доплерово, Штарково, и ширење линија услед судара са неутралним атомима.

За прорачун преноса зрачења кроз звездану плазму, нарочито у субфотосферским слојевима, као и за одређивање хемијске обилности елемената помоћу апсорпционих линија, потребан је што је могуће потпунији скуп података за што је могуће већи број спектралних линија различитих емитера односно апсорбера, пошто ми не знамо унапред хемијски састав проучаване звезде.

ИСТРАЖИВАЊА ЗВЕЗДАНЕ ПЛАЗМЕ

Профили спектралних линија улазе у моделирање слојева звездане атмосфере у оквиру процене величина као што су коефицијент апсорпције κ_ν , Роселандова оптичка дубина τ_{Ross} и укупни пресек за непрозрачност по атому σ_ν . Узмимо да је правац деловања гравитације у звезданој атмосфери z -оса. Ако је атмосфера у макроскопској механичкој равнотежи, а ρ означимо густину гаса, оптичка дубина је

$$\tau_\nu = \int_z^\infty \kappa_\nu \rho \, dz,$$

$$\kappa_\nu = N(A, i) \phi_\nu \frac{\pi e^2}{mc} f_{ij},$$

κ_ν је коефицијент апсорпције на фреквенцији ν , $N(A, i)$ је запреминска густина емитера у стању i , f_{ij} је јачина осцилатора у апсорпцији, m је маса електрона и ϕ_ν профил спектралне линије.

Пресек укупне непрозрачности по атому је

$$\sigma_v(\text{op}) = M\kappa_v,$$

где је M средња маса атома, а непрозрачност по јединици дужине је

$$\rho\kappa_v = N\sigma_v(\text{op}),$$

Уведимо као независну променљиву средњу оптичку дубину

$$\tau_{\text{Ross}} = \int_z^\infty \kappa_{\text{Ross}} \rho \, dz.$$

За Роселандову средњу оптичку дубину τ_{Ross} , κ_{Ross} је дефинисано као

$$\frac{1}{\kappa_{\text{Ross}}} \int_0^\infty \frac{dB_v}{dT} \, dv = \int_0^\infty \frac{1}{\kappa_v} \frac{dB_v}{dT} \, dv,$$

$$B_v(T) = \frac{2hv^3}{c^2} (e^{hv/kT} - 1)^{-1}.$$

Сада је Роселандов средњи пресек непрозрачности

$$\sigma_{\text{Ross}} = M\kappa_{\text{Ross}}.$$

Параметри Штарковог ширења су такође потребни за одређивање хемијског састава звезданих атмосфера, односно за одређивање звездане обилности хемијских елемената. Метод који користи синтетичке и посматране спектре и подешавање параметара модела атмосфере да би се добило најбоље

слагање, добро је развијен и примењиван на много звезда. Нађено је да постоје хемијски нерегуларне звезде, посебно у интервалу спектралних класа F0-B2 [31], код којих се обилности појединих елемената разликују за неколико редова величине од Сунчевих. Такође је пронађено да је површина CP звезда хемијски нехомогена, тако да је уведен локални хемијски састав, који зависи од координата на звезданој површини [31,32]. Такве неправилности се углавном објашњавају дифузионим механизмом, који делује у звезданим омотачима и (или) атмосферама, као и разликама у радијативном убрзању појединих елемената [33]. Радијативно убрзање g_r на ν , у интервалу фреквенција $d\nu$, које делује на елемент A (чија је густина $N(A)$ а маса m_A) је [34]

$$m_A g_r = \frac{\kappa_\nu(A)}{N(A)} \Phi_\nu \frac{d\nu}{c},$$

где је $\kappa_\nu(A)$ допринос A монохроматском коефицијенту апсорпције, а Φ_ν флуks зрачења. У непрозрачном омотачу радијуса r , флуks зрачења је приближно једнак [34]

$$\Phi_\nu = \frac{4\pi}{3} \frac{1}{\rho \kappa_\nu} \frac{\partial B_\nu}{\partial T} \left(\frac{-\partial T}{\partial r} \right),$$

$$\kappa_\nu = \kappa_\nu(A) + \kappa_{\text{rest}},$$

где су са κ_{rest} означени остали доприноси укупном коефицијенту апсорпције, поред $\kappa_\nu(A)$. Већина CP звезда су A и B спектралног типа, код којих је Штарково ширење главно од механизма ширења притиском.

НЕУТРОНСКЕ ЗВЕЗДЕ

Са побољшаном осетљивошћу Рендгенских уређаја у космосу, расте интерес за спектралне линије код атмосфера неутронских звезда. Пошто је карактеристична густина у атмос-

фери директно сразмерна гравитационом убрзању на звезданој површини, мерењем ширења притиском апсорпционих линија директно се мери M/R^2 , где су M и R маса и радијус звезде. Када се то повеже са мерењем гравитационог црвеног помака (пропорционалног са M/R), за исту или било коју другу линију или скуп линија, могу се одредити маса и радијус. Оваква мерења масе и радијуса не укључују удаљеност неутронске звезде, која је често недовољно прецизно позната, као ни величину емитујуће области [34].

Да бисмо добили грубу процену ширине спектралне линије за атмосферу неутронске звезде, можемо да проценимо ширину услед деловања најближег суседа (на растојању r_{nn}). Енергетска ширина линије $L\alpha$ коју изазива пертурбер са наелектрисањем z је [34]

$$W_{\text{Stark}} = \frac{6a_0ze^2}{Zr_{nn}^2} = 6\left(\frac{4\pi}{3}\right)^{2/3} \frac{a_0ze^2}{Z} N_{\text{pert}}^{2/3} \text{ eV}.$$

Овде је N_{pert} густина пертурбера а Z наелектрисање језгра јона.

Ако изаберемо јединицу дубине Томсоновог расејања као одговарајућу референтну тачку, и интегришемо једначину хидростатичке равнотеже за изотермалну атмосферу температуре T , добија се да је карактеристична електронска густина за атмосферу неутронске звезде [34]

$$N_e = \frac{\mu m_p g}{\sigma_T k T} = 3.4 \times 10^{24} \mu M_{1.4} T_6^{-1} R_6^{-2} \text{ cm}^{-3}.$$

Овде је μ средња маса по честици у јединицама масе протона m_p , g је гравитационо убрзање, σ_T Томсонов пресек, k Болцманова константа, $M_{1.4}$ маса звезде у јединицама 1.4 масе Сунца, R_6 радијус у јединицама 10^6 см, и T_6 температура атмосфере у јединицама 10^6 К.

У квазистатичкој апроксимацији [34], претпостављајући да су електронско и јонско ширење упоредиви, Штаркова

ширина спектралне линије за плазму у којој доминира водоник ($Z=1$, $N_{\text{pert}} = N_e$, $\mu = 1/2$) је [34]

$$W_{\text{Stark}} [\text{eV}] = 163 Z^{-1} (M_{1,4})^{2/3} (R_6)^{-4/3} (T^6)^{-2/3} \text{ eV}.$$

Перелс [34] је за $\text{Ly}\alpha$ линију водонику сличног кисеоника нашао типичну Штаркову ширину од 20 eV, а од 60 eV за $\text{Ly}\beta$.

ПРИМЕНА СЕМИКЛАСИЧНОГ МЕТОДА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА У СРБИЈИ И АСТРОФИЗИЧКИ ЗНАЧАЈ ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Упркос чињеници да је најбољи теоријски метод за одређивање Штарковски проширених профила спектралних линија квантно – механички метод јаке спреге, услед његове комплексности и нумеричких тешкоћа, постоји само мањи број оваквих прорачуна (види на пример референце у [36] као и [37-42]). Као пример доприноса чланова Групе за Астрономску спектроскопију на Астрономској опсерваторији у Београду, можемо навести прво одређивање параметара Штарковог ширења у оквиру квантно-механичке теорије јаке спреге за један неводонични неутрални емитер (спектрална линија $\text{Li I } 2s \ ^2S - 2p \ ^2P^o$ [43]). Уз помоћ квантно-механичке теорије [41,42] израчунали смо и параметре Штарковог ширења за две линије C IV , 2 N V , 2 O VI , 2 F VII , 2 Ne VIII [44], 6 Ar VII [45] 6 Ar XV [46]

У многим случајевима, као што су на пример комплексни спектри тешких атома или прелази између високопобуђених нивоа, квантно-механички метод је веома тешко, а често и практично немогуће употребити, те у таквим случајевима семикласични метод остаје најефикаснији метод за одређивање параметара Штарковог ширења.

Постојећи семикласични прорачуни већег обима изведени су коришћењем три различита компјутерска програма које су у основи разрадили (i) Џонс, Бенет и Грим (Jones, Benett и Griem [47-49]), (ii) Саал-Брешо (Sahal-Bréchet [50,51]) и (iii) Басало, Катани и Валдер (Bassalo, Cattani и Walder [52]).

Да би обезбедили што већи број података о Штарковом ширењу, потребних за истраживања астрофизичке и лабораторијске плазме, прорачун звезданих непрозрачности и моделирање атмосфера ових објеката, чинимо непрекидан напор да одредимо параметре Штарковог ширења за велики број линија у спектрима атома и јона. У низу радова, користећи семикласични пертурбациони формализам [50, 51] који је био иновирани, осавремењен и оптимизован више пута (види нпр. [36,53-56], о примени метода види [57]), одредили смо параметре Штарковог ширења за прелазе за које постоји довољно комплетан скуп поузданих атомских података, тако да се очекује добра тачност резултата (види на пример референце у [36] као и [58]).

До сада су публиковани резултати за 79 He I, 61 Li I, 19 Be I, 66 B I, 9 O I, 29 Ne I, 62 Na I, 270 Mg I, 25 Al I, 51 K I, 189 Ca I, 9 Cr I, 5 Cu I, 32 Zn I, 18 Ga I, 31 Se I, 31 Se I, 11 Kr I, 24 Rb I, 33 Sr I, 3 Pd I, 48 Ag I, 70 Cd I, 4 Te I, 14 Ba I, 6 Au I, 29 Li II, 30 Be II, 1 B II, 148 C II, 5 F II, 22 Ne II, 66 Mg II, 19 Si II, 7 S II, 300 Ar II, 28 Ca II, 16 Cr II, 3 Fe II, 2 Ni II, 34 Zn II, 1 Kr II, 1 Cd II, 64 Ba II, 12 B III, 27 Be III, 5 F III, 5 Ne III, 23 Al III, 32 Ar III, 10 Sc III, 32 Y III, 20 In III, 4 Sn III, 2 Tl III, 157 B IV, 90 C IV, 5 O IV, 2 Ne IV, 39 Si IV, 114 P IV, 10 Ti IV, 114 Pb IV, 25 C V, 30 N V, 19 O V, 26 Ne V, 16 Si V, 51 P V, 34 S V, 26 V V, 238 Fe V, 30 O VI, 2 F VI, 15 Si VI, 21 S VI, 4 Xe VI, 14 O VII, 10 F VII, 10 Cl VII, 8 Ar VII, 20 Ne VIII, 4 K VIII, 9 Ar VIII, 6 Kr VIII, 60 Xe VIII, 8 Na IX, 30 K IX, 4 Ca IX, 57 Na X, 48 Ca X, 4 Sc X, 18 Mg XI, 7 Al XI, 4 Si XI, 10 Sc XI, 4 Ti XI, 9 Si XII, 27 Ti XII, 61 Si XIII, 33 V XIII, 6 Ar XV и 18 Fe XXV појединачних спектралних линија и мултиплета.

Добијени семикласични резултати су упоређени са критички изабраним експерименталним подацима за 13 мултиплета He I [59]. Разлике између семикласичних резултата и експерименталних вредности су унутар граница од $\pm 20\%$, што су и предвиђене границе тачности семикласичног метода [50]).

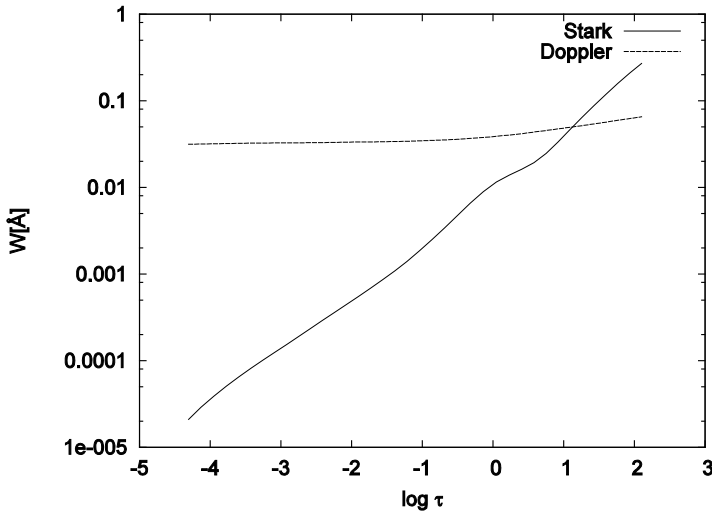
ПРИМЕНА ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА ОДРЕЂЕНИХ СЕМИКЛАСИЧНИМ ПЕРТУРБАЦИОНИМ МЕТОДОМ ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА ОВОГ МЕХАНИЗМА ШИРЕЊА У ЗВЕЗДАНИМ АТМОСФЕРАМА

У низу радова истраживан је утицај Штарковог ширења на Au II [60], Co III [61], Ge I [62], Ga I [63], Cd I [64], Te I [65], Cr II [66,67], Lu II [68], Lu III [69], Co II [70], Zn II [71], Zn III [72] и Sn III [73] спектралне линије у спектрима атмосфера хемијски нерегуларних звезда А типа и за сваки испитивани спектар нађени су атмосферски слојеви, где се допринос овог механизма не може занемарити. У реф. [71] ово је истражено и код звезда касног В и раног F типа Као модел хемијски нерегуларне звездане атмосфере А типа, у поменутих радовима је коришћен модел са условима у плазми блиским HgMn звезди А типа χ Lupi. Таква истраживања су изведена и за атмосфере белих патуљака DA, DB и DO типа [22, 60, 61, 66, 68, 70, 72, 74-81], и установљено је да је за такве звездане атмосфере Штарково ширење доминантно у односу на Доплерово, у практично свим релевантним атмосферским слојевима. Слично испитивање изведено је и за sdV субпатуљке [82-84].

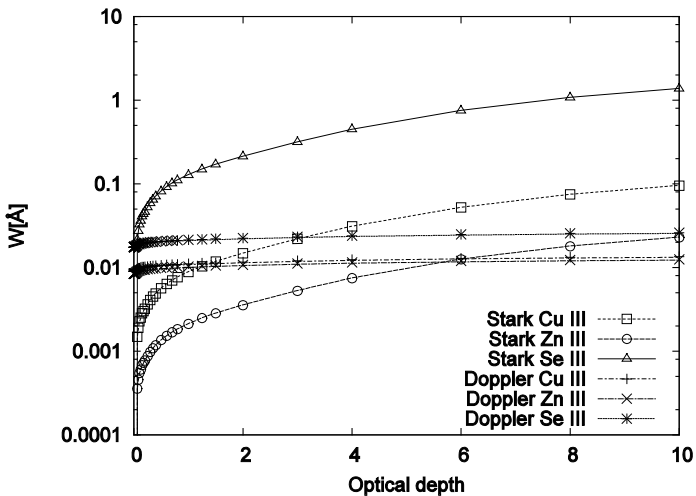
Као пример утицаја Штарковог ширења у атмосферама врелих звезда, на Сл. 2 је Штаркова ширина Te I $6s\ ^5S^{\circ} - 6p\ ^5P$ (9903.9 Å) мултиплета, упоређена са Доплеровом за модел ($T_{\text{eff}} = 10000$ K, $\log g = 4.5$ [85]) [65] атмосфере звезде

спектралног типа А. Наиме у атмосферама врелих звезда, Доплерово ширење је важан конкурентни механизам ширења спектралних линија, и упоређивањем Штаркове и Доплерове ширине може се закључити о значају ових механизма ширења. Треба имати у виду да се профил Доплеровски проширене линије описује Гаусовом расподелом а Штарковски проширене Лоренцовом. Због особина ове две расподеле, чак и када је Штаркова ширина линије мања од Доплерове, овај механизам може да утиче на крила линије. Резултати Симића и др. [65], представљени су на Сл. 2 у функцији Роселандове оптичке дубине – $\log \tau$. Може се видети да је механизам Штарковог ширења апсолутно доминантан у поређењу са термалним Доплеровим, у дубљим слојевима звездане атмосфере.

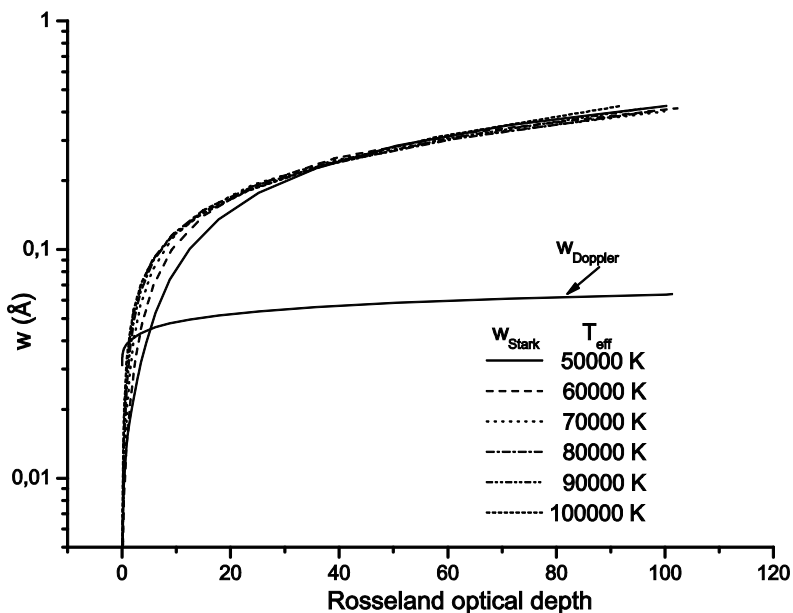
Утицај Штарковог ширења на линије Cu III, Zn III и Se III у спектрима атмосферама DB белих патуљака, истраживали су Симић и др. [64] за Cu III $4s\ ^2F - 4p\ ^2G^o$ ($\lambda=1774.4\ \text{\AA}$), Zn III $4s\ ^3D - 4p\ ^3P^o$ ($\lambda=1667.9\ \text{\AA}$) и Se III $4p5s\ ^3P^o - 5p\ ^3D$ ($\lambda=3815.5\ \text{\AA}$), користећи модел атмосфере са $T_{\text{eff}} = 15000\ \text{K}$ и $\log g = 7$ [86]. За разматрани модел атмосфере DB белих патуљака мрежа тачка за оптичку дубину дата је у реф. [86] за стандардну таласну дужину $\lambda_s = 5150\ \text{\AA}$ (τ_{5150}) па је оптичка дубина тако претстављена и код Симића и др. [64]. Као што се може видети на Сл. 3, за услове у плазми атмосфере DB белих патуљака термално Доплерово ширење има много мањи значај у поређењу са Штарковим ширењем. На пример Штаркова ширина за разматрану Se III $3815.5\ \text{\AA}$ линију је већа од Доплерове и до два реда величине у оквиру посматраног опсега оптичких дубина. Много веће Штаркове ширене у атмосферама DB белих патуљака, у поређењу са звездама спектралног типа А, су последица већих електронских густина услед много веће површинске гравитације и ефективне температуре, тако да је механизам ширења спектралних линија услед судара са електронима (Штарков) много ефективнији.



СЛИКА 2. Термална Доплерова и Штаркова ширина за $\text{Te I } 6s^5S^{\circ} - 6p^5P$ (9903.9 \AA) мултиплет у функцији оптичке дубине за звезду спектралног типа A ($T_{\text{eff}} = 10000 \text{ K}$, $\log g = 4.5$).



СЛИКА 3. Термална Доплерова и Штаркова ширина за спектралне линије $\text{Cu III } 4s^2F - 4p^2G^{\circ}$ ($\lambda=1774.4 \text{ \AA}$), $\text{Zn III } 4s^3D - 4p^3P^{\circ}$ ($\lambda=1667.9 \text{ \AA}$) и $\text{Se III } 4p5s^3P^{\circ} - 5p^3D$ ($\lambda=3815.5 \text{ \AA}$), за модел атмосфере DB белог патуљка са $T_{\text{eff}} = 15\,000 \text{ K}$ и $\log g = 7$, у функцији оптичке дубине τ_{5150} .

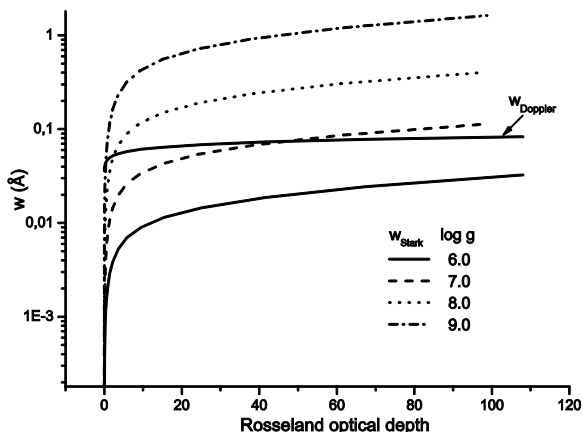


СЛИКА 4. Штаркова и Доплерова ширина за спектралну линију Si VI $2p^4(^3P)3s^2P-2p^4(^3P)3p^2D^0$ ($\lambda = 1226, 7\text{\AA}$) у функцији Роселандове оптичке дубине. Штаркове ширине су дате за шест модела DO белих патуљака са ефективним температурама $T_{\text{eff}} = 50\,000\text{--}100\,000\text{ K}$ и $\log g = 8$.

Хамди и др. [22] истраживали су утицај Штарковог ширења на Si VI линије у спектру DO белих патуљака за $50000\text{ K} \leq T_{\text{eff}} \leq 100000\text{ K}$ и $6 \leq \log g \leq 9$. Установљено је да утицај расте са порастом $\log g$ и доминантан је у великим областима разматраних атмосфера, чији су модели узети из рада Весемела (Wesemael) [87].

На Сл. 4 и 5 представљене су Штаркова (FWHM) и Доплерова ширина за спектралну линију Si VI $2p^4(^3P)3s^2P-2p^4(^3P)3p^2D^0$ ($\lambda = 1226, 7\text{\AA}$) у функцији Роселандове оптичке дубине. Штаркове ширине су дате за шест модела DO белих патуљака са ефективним температурама $T_{\text{eff}} = 50\,000\text{--}100\,000\text{ K}$ и $\log g = 8$ и четири модела са $\log g = 6\text{--}9$ и $T_{\text{eff}} = 80\,000\text{ K}$. За моделе звезданих атмосфера са већим вредностима површинске гра-

витације ($\log g = 8-9$), Штарково ширење је знатно веће од Доплеровог. За звездане атмосфере са површинском гравитацијом $\log g = 7$, Штаркове ширине су упоредиве са Доплеровим само за дубље, врелије слојеве. За моделе атмосфера са $\log g = 6$, Доплерово ширење је доминантно за све анализирани слојеве атмосфере.

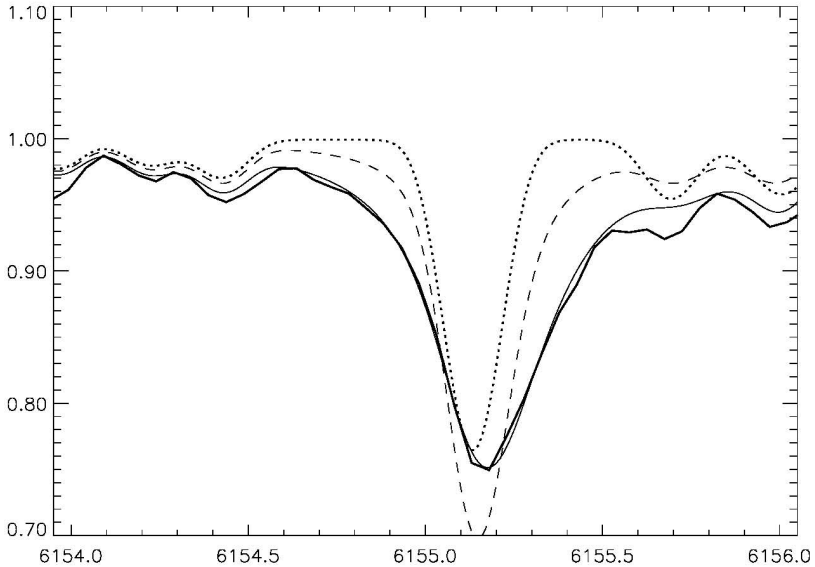


СЛИКА 5. Штаркова и Доплерова ширина за спектралну линију $Si VI 2p^4(^3P)3s^2P-2p^4(^3P)3p^2D^{\circ}$ ($\lambda = 1226, 7 \text{ \AA}$) у функцији Роселандове оптичке дубине. Штаркове ширине су дате за четири модела DO белих патуљака са $\log g = 6-9$ и $T_{eff} = 80\,000 \text{ K}$.

УТИЦАЈ ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА И СТРАТИФИКАЦИЈЕ НА ЛИНИЈЕ $Si I$ КОД $roAp$ ЗВЕЗДЕ $10 Aq1$

Као пример примене података о Штарковом ширењу у астрофизици може да послужи реф. [88] где је проучен утицај хемијске раслојености односно стратификације и Штарковог ширења на спектралне линије $Si I$, код брзо осцилујуће $roAp$ звезде $10 Aq1$, где су линије $Si I 6142.48 \text{ \AA}$ и 6155.13 \AA асиметричне и померене. Аутори су прво израчунали параметре Штарковог ширења, користећи семикласични пертурбациони метод, за три спектралне линије неутралног силицијума:

5950.2 Å, 6142.48 Å и 6155.13 Å. Изменили су програм за рачунање синтетичког спектра тако да се узимају у обзир и Штаркове ширине и помаци за анализиране линије. На основу упоређивања теоријских прорачуна са посматрањима, нашли су да ефекти Штарковог ширења + хемијског раслојавања (стратификације) могу да објасне асиметрију Si I 6142.48 Å и 6155.13 Å линија.



СЛИКА 6. Упоређивање профила спектралне линије 6155 Å неутралног силицијума, посматране у спектру Ар звезде 10 Aql (дебела линија) и синтетичког спектра израчунатог са Штарковом ширином и помаком из табеле 1 у реф. [60] и раслојавањем (стратификацијом) обилности силицијума (танка линија), са истим Штарковим параметрима али за хомогену расподелу силицијума (цртице), као и са Штарковом ширином узетом помоћу апроксимативне формуле за исто раслојавање силицијума (тачкаста линија).

За анализу, искористили су посматрања нормалне звезде HD32115, и две Ар звезде HD122970 и 10 Aql, као и Solar Flux Atlas [89]. CCD спектри високе резолуције 10 Aql и HD122970

су описани у раду Рјабчикова и др. [90]. CCD спектри високе резолуције (R приближно 45000) звезде HD32115 у опсегу таласних дужина 4000-9500 Å добијени су помоћу coude-shell спектрометра монтираног на двометарски Цајсов телескоп на опсерваторији на врху Терскол у Русији (види Бикмаев и др. [91] за више детаља).

Велики број Ар звезда показује нерегуларне профиле линија Si I, али већина има јака магнетна поља која деформишу профиле линија преко Земановог цепања. Прилично слаба магнетна поља код Ар звезда HD122970 и 10 Aql, омогућују да се утицај магнетног поља на облик линије занемари. Прорачун модела атмосфере, као и израчунавање коефицијента апсорпције, изведени су у апроксимацији локалне термодинамичке равнотеже (LTE). Рачунање модела атмосфере извршено је уз помоћ компјутерског програма ATLAS9 који је написао Р. Л. Куруз [92].

Следећи корак био је рачунање флукса ка посматрачу, у функцији (за одговарајућу мрежу тачака) таласне дужине, користећи дати модел. За то је узет компјутерски програм STARSF, који је написао В. В. Цимбал [93], и то измењена верзија, која израчунава синтетички спектар за атмосферу са вертикалним раслојавањем (стратификацијом) хемијских елемената.

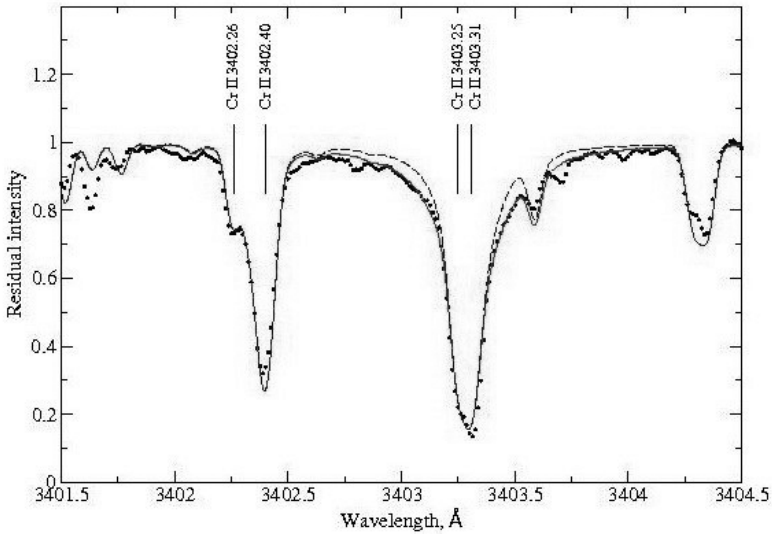
Прво су израчунали спектралне линије неутралног силицијума у спектру Сунца, да би проверили параметре Штарковог ширења и са поправљеним Штарковим параметрима синтетисали су профиле линија у спектрима звезда HD32115, HD122970 и 10 Aql.

Звезда 10 Aql= HD176232 је највредија у њиховом узорку. Има углавном асиметрични профил линије Si I 6155.13 Å, што се не може репродуковати ниједном комбинацијом параметара Штарковог ширења у хомогеној атмосфери. Чак и слабија, Si I 6142.48 Å линија, има значајан помак. Рјабчикова и др. [90] поменули су могућност раслојавања (стратификације) гвожђа и ретких земља у атмосфери 10 Aql. Они су покушали

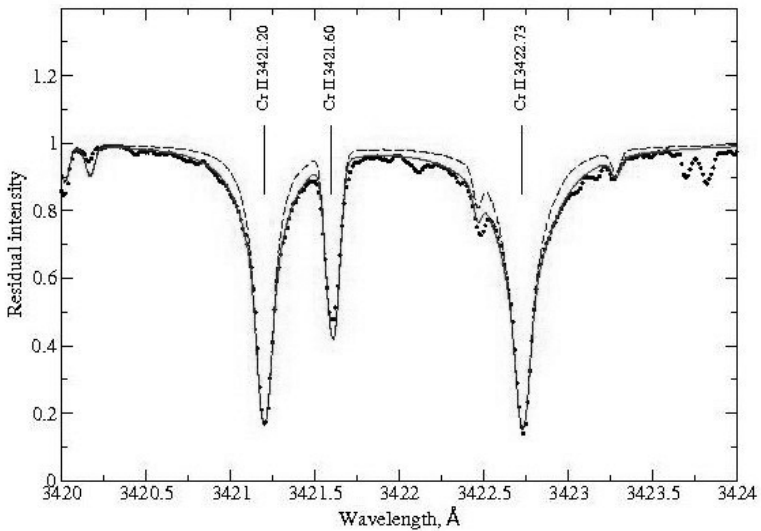
да нађу емпиријски, једноставну расподелу силицијума у 10 Aq1, која би фитовала како Si I 6142.48 Å тако и 6155.13 Å линију. Добијена расподела даје разумно слагање посматраног и синтетисаног профила за обе силицијумове линије (Сл. 6). Штавише, чини се да иста расподела силицијума много боље фитије профиле јаких Si II 6347, 6371 Å спектралних линија, у поређењу са прорачунима са хомогеном Si обилношћу (-4.19), које су извели Рјабчикова и др. [90]. У својој анализи, аутори подвлаче, да са употребљеним параметрима Штарковог ширења, осетљивост асиметрије 6155.13 Å линије на промене обилности Si у звезданој атмосфери, може бити успешно употребљена за емпиријска истраживања раслојавања обилности у атмосферама хладних Ар звезда.

ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ ЛИНИЈА ЈОНИЗОВАНОГ ХРОМА У СПЕКТРУ Ар ЗВЕЗДЕ HD 133792

Димитријевић и др. [94] су истраживали Cr II линије у спектру Ар звезде HD 133792, за које постоји пажљиво изведена анализа обилности и стратификације [95]. Звезда HD133792 има ефективну температуру $T_{\text{eff}} = 9400$ K, површинску гравитацију $\log g = 3.7$, и средњу обилност хрома +2.6 dex у односу на обилност овог елемента код Сунца [95]. Сви прорачуни су изведени са побољшаном верзијом SYNTH3 компјутерског програма SYNTH за прорачун синтетичког спектра. Штаркови параметри пригушења су унети у компјутерски програм. Употребљена је раслојена (стратификована) расподела хрома у атмосфери HD133972, изведена у реф. [95]. На Сл. 7 је посматрани профил линије Cr II 3403.30 Å, упоређен са синтетичким са параметрима Штарковог ширења из рада Димитријевић и др. [94] и Куруцовим [96]. Добро слагање посматрања и прорачуна за неколико слабих Cr II линија, потврђује употребљену расподелу раслојавања хрома, док слагање за све четири јаке Cr II линије, демонстрира добру тачност добијених теоријских параметара Штарковог ширења у реф. [94].



СЛИКА 7. Поређење посматраног (тачке) профила линије Cr II 3403.30 Å, и синтетисаног са параметрима Штарковог ширења из рада Димитријевић и др. [94] (пуна линија) и Куруцовим [96] (испрекидана линија).



СЛИКА 8. Исто као на Сл. 7, само за линије Cr II 3421.20, 3422.73 Å.

То отвара нову могућност, да се теоријски и експериментални резултати о Штарковом ширењу додатно провере помоћу звезданих спектара, чему нарочито могу да допринесу развој спектроскопије помоћу уређаја у космосу, изградња циновских телескопа нове генерације и пораст тачности и поузданости компјутерских програма за моделирање звезданих атмосфера. Линије Cr II анализирани у реф. [94] су нарочито погодне за такву сврху, пошто имају добра и чиста крила, где је утицај Штарковог ширења најважнији.

МОДИФИКОВАНИ СЕМИЕМПИРИЈСКИ МЕТОД ЗА ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ И АСТРОФИЗИЧКЕ ПРИМЕНЕ

Модификована семиемпиријска теорија (МСЕ) [97,98] за прорачун параметараа Штарковог ширења изолованих спектралних линија неводоничних јона, успешно је примењена много пута за различите проблеме у астрофизици и физици. Према МСЕ прилазу [97-104], пуна ширина изоловане јонске линије на половини максималног интензитета (FWHM) услед судара са електронима је

$$w_{\text{MSE}} = N \frac{4\pi \hbar^2}{3c m^2} \left(\frac{2m}{\pi kT} \right)^{1/2} \frac{\lambda^2}{3^{1/2}} \cdot \left[\sum_{\ell_t \pm 1} \sum_{L_t J_t} \mathcal{R}_{\ell_t, \ell_t \pm 1}^2 \tilde{g}(x_{\ell_t, \ell_t \pm 1}) \right. \\ \left. + \sum_{\ell_t \pm 1} \sum_{L_t J_t} \mathcal{R}_{\ell_t, \ell_t \pm 1}^2 \tilde{g}(x_{\ell_t, \ell_t \pm 1}) \right. \\ \left. + \left(\sum_{i'} \mathcal{R}_{i i'}^2 \right)_{\Delta n \neq 0} g(x_{n_i, n_i + 1}) + \left(\sum_{f'} \mathcal{R}_{f f'}^2 \right)_{\Delta n \neq 0} g(x_{n_f, n_f + 1}) \right],$$

а одговарајући Штарков помак

$$\begin{aligned}
d = N \frac{2\pi \hbar^2}{3c m^2} \left(\frac{2m}{\pi kT} \right)^{1/2} \frac{\lambda^2}{3^{1/2}} & \left[\sum_{L_f J_f} \sigma_{J_i J_f} \mathfrak{R}_{\ell_i, \ell_i+1}^2 \tilde{g}_{sh}(\mathbf{x}_{\ell_i, \ell_i+1}) \right. \\
& - \sum_{L_f J_f} \sigma_{J_i J_f} \mathfrak{R}_{\ell_i, \ell_i-1}^2 \tilde{g}_{sh}(\mathbf{x}_{\ell_i, \ell_i-1}) \sum_{L_f J_f} \sigma_{J_i J_f} \mathfrak{R}_{\ell_i, \ell_i+1}^2 \tilde{g}_{sh}(\mathbf{x}_{\ell_i, \ell_i+1}) \\
& + \sum_{L_f J_f} \sigma_{J_i J_f} \mathfrak{R}_{\ell_i, \ell_i-1}^2 \tilde{g}_{sh}(\mathbf{x}_{\ell_i, \ell_i-1}) + \left(\sum_{f'} \mathfrak{R}_{if'}^2 \right)_{\Delta n \neq 0} g_{sh}(\mathbf{x}_{n_i, n_i+1}) \\
& - 2 \sum_{f'(\Delta E_{if'} < 0)} \sum_{L_f J_f} \mathfrak{R}_{\ell_i, \ell_i'}^2 g_{sh}(\mathbf{x}_{\ell_i, \ell_i'}) - \left(\sum_{f'} \mathfrak{R}_{if'}^2 \right)_{\Delta n \neq 0} g_{sh}(\mathbf{x}_{n_i, n_i+1}) \\
& \left. + 2 \sum_{f'(\Delta E_{if'} < 0)} \sum_{L_f J_f} \mathfrak{R}_{\ell_i, \ell_i'}^2 g_{sh}(\mathbf{x}_{\ell_i, \ell_i'}) + \sum_k \delta_k \right],
\end{aligned}$$

где је почетни енергетски ниво означен са i , крајњи са f , а сума квадрата матричних елемената \mathfrak{R} за разлику главних квантних бројева $\Delta n \neq 0$, је

$$\left(\sum_{k'} \mathfrak{R}_{kk'}^2 \right)_{\Delta n \neq 0} = \left(\frac{3n_k^*}{2Z} \right)^2 \frac{1}{9} (n_k^{*2} + 3\ell_k^2 + 3\ell_k + 11)$$

у Кулоновој апроксимацији. При томе је

$$\mathbf{x}_{\ell_k, \ell_k'} = \frac{E}{\Delta E_{\ell_k, \ell_k'}}, \quad k = i, f,$$

где је $E=3/2kT$, кинетичка енергија електрона а

$$\Delta E_{\ell_k, \ell_k'} = |E_{\ell_k} - E_{\ell_k'}|$$

$$\mathbf{x}_{n_k, n_k+1} \approx \frac{E}{\Delta E_{n_k, n_k+1}},$$

а за $\Delta n \neq 0$ енергетска разлика између нивоа са n_k и n_{k+1} је процењена као

$$\Delta E_{n_k, n_{k+1}} \approx 2Z^2 E_H / n_k^{*3},$$

при чему је

$$n_k^* = [E_H Z^2 / (E_{\text{ion}} - E_k)]^{1/2}$$

ефективни главни квантни број, Z резидуално наелектрисање јона, односно наелектрисање остатка које „види“ оптички електрон, то јест електрон који врши прелаз ($Z=1$ за неутралне атоме, 2 за једноструко наелектрисане јоне ...) и E_{ion} одговарајућа граница спектралне серије. N и T су електронска густина и температура, док су са $g(x)$ [105], $\tilde{g}(x)$ [97] и $g_{\text{sh}}(x)$ [105], $\tilde{g}_{\text{sh}}(x)$ [98] означени одговарајући Гаунт фактори за ширину и помак. Фактор

$$\sigma_{kk'} = (E_{k'} - E_k) / |E_{k'} - E_k|,$$

где су E_k и $E_{k'}$ енергије разматраног нивоа и нивоа који га пертурбује. Сума по δ_l

$$\delta_i = \pm \mathcal{R}_{if}^2 \left[g_{\text{sh}} \left(\frac{E}{\Delta E_{i,f'}} \right) \mp g_{\text{sh}}(x_{n_i, n_{i+1}}) \right],$$

$$\delta_f = \mp \mathcal{R}_{ff'}^2 \left[g_{\text{sh}} \left(\frac{E}{\Delta E_{f,f'}} \right) \mp g_{\text{sh}}(x_{n_f, n_{f+1}}) \right],$$

је различита од нуле само за оне пертурбујуће нивое, ако постоје, за које су јако нарушене претпостављене апроксимације.

У поређењу са потпуним семикласичним [49-51], и Гривовим семиемпиријским прилазом [105], за који треба практично исти сет атомских података као и за најсофистициранији семикласични, за модификовани семиемпиријски метод

[97-104] потребно је знатно мање таквих података. У ствари, ако нема нивоа за које су претпостављене апроксимације јако нарушене, за прорачун Штаркове ширине, потребни су само енергетски нивои са $\Delta n = 0$, пошто је допринос свих нивоа са $\Delta n \neq 0$, који су потребни за потпуни семикласични прорачун и Гримову семиемпиријску формулу, приближно збирно процењен.

Услед потребе за знатно мањим бројем атомских података у поређењу са потпуним семикласичним пертурбационим [49-51], и Гримовим семиемпиријским прилазом [105], МСЕ метод је посебно користан за звездану спектроскопију, за коју су потребни атомски подаци и подаци о параметрима ширења за веома обимну листу елемената и спектралних линија, при чему није могуће у свим случајевима од интереса применити софистициране теоријске методе.

МСЕ метод је такође веома користан када су потребни подаци за веома велики број спектралних линија, а није неопходна велика тачност за сваку појединачну линију, као што су то на пример прорачуни преноса зрачења или моделирање плазме. Осим тога, у случају комплекснијих атома или вишеструко наелектрисаних јона, услед недостатка тачних атомских података потребних за прецизније прорачуне, поузданост семикласичних резултата опада. У таквим случајевима, МСЕ метод може такође бити интересантан.

УПРОШЋЕНА МСЕ ФОРМУЛА

За астрофизичке потребе, од посебног интереса може бити упрошћена МСЕ формула [100] за Штарково ширење изолованих линија, једноструко и вишеструко наелектрисаних неводоничних јона, примењљива у случају када је ниво најближи горњем и доњем нивоу прелаза, на који је могућ диполно дозвољени прелаз са почетног (i) или крајњег (f) енергетског нивоа разматране линије, тако далеко да је услов

$$x_{j\bar{j}} = E/|E_{j\bar{j}} - E_j| \leq 2$$

задовољен. У таквом случају, пуна ширина на половини максималног интензитета дата је изразом [100]:

$$W(\text{\AA}) = 2.2151 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\text{cm})N(\text{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\text{K})} \left(0.9 - \frac{1.1}{Z}\right) \sum_{j=i,\bar{i}} \left(\frac{3n_j^*}{2Z}\right)^2$$

$$(n_j^{*2} - \ell_j^2 - \ell - 1).$$

Овде, $E = 3kT/2$ је енергија пертурбујућег електрона, $Z-1$ је наелектрисање јона а n^* ефективни главни квантни број. Ова формула је од интереса за одређивања обилности, као и за истраживања звезданих атмосфера. Пошто су услови важења често задовољени у условима звездане плазме.

Слично у случају помака

$$d(\text{\AA}) = 1.1076 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\text{cm})N(\text{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\text{K})} \left(0.9 - \frac{1.1}{Z}\right) \frac{9}{4Z^2}$$

$$\times \sum_{j=i,\bar{i}} \frac{n_j^{*2} \varepsilon_j}{2\ell_j + 1} \left\{ (\ell_j + 1)[n_j^{*2} - (\ell_j + 1)^2] - \ell_n(n_j^{*2} - \ell_j^2) \right\}.$$

Ако сви нивои који улазе у горњу суму постоје, може се извести додатно сумирање и добија се

$$d(\text{\AA}) = 1.1076 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\text{cm})N(\text{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\text{K})} \left(0.9 - \frac{1.1}{Z}\right) \frac{9}{4Z^2}$$

$$\times \sum_{j=i,\bar{i}} \frac{n_j^{*2} \varepsilon_j}{2\ell_j + 1} (n_j^{*2} - 3\ell_j^2 - 3\ell_j - 1),$$

где је $\varepsilon = +1$ за $j = i$ и -1 за $j = f$.

Модификовани семиемпиријски метод тестиран је више пута на бројним примерима [36]. Да би се проверио овај метод, експериментални подаци за 36 мултиплета (7 различитих врста јона) троструко наелектрисаних јона упоређени су са теоријским ширинама линије и добијени следећи усредњени односи мерених и теоријских вредности [97]: за двоструко наелектрисане јоне 1.06 ± 0.32 а за троструко наелектрисане 0.91 ± 0.42 . Претпостављена тачност МСЕ формуле је око $\pm 50\%$, али је показано [102,106,107] да чак и у случају емитера са веома комплексним спектрима (нпр. Хе II и Kr II), МСЕ метод даје веома добро слагање са експериментом (у интервалу $\pm 30\%$). На пример за Хе II, 6s-6p прелазе, средњи однос између експерименталних и теоријских ширина линије је 1.15 ± 0.5 [106].

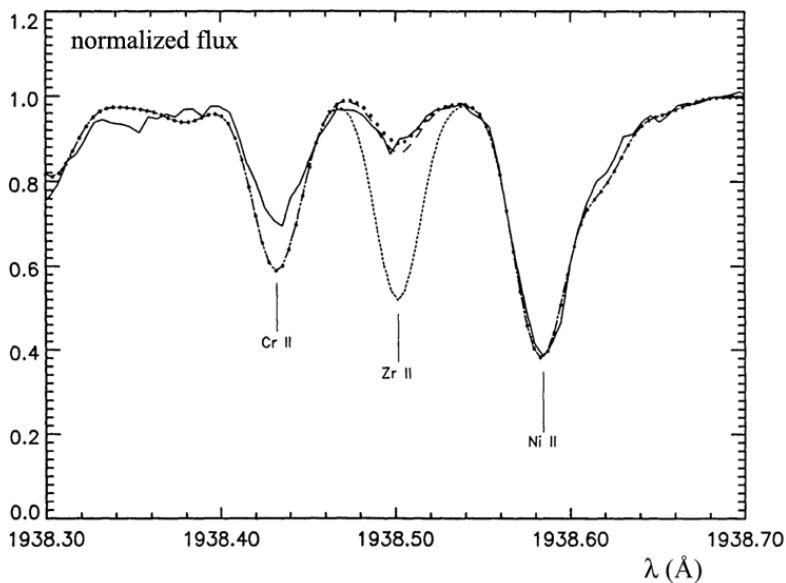
Израчунате су Штаркове ширине, а у неким случајевима и помаци, за спектралне линије следећих елемената: Si II, Ar II, Fe II, Pt II, Bi II, Cr II, Co II, Zn II, Cd II, As II, Br II, Sb II, Sr II, I II, Хе II, Mn II, La II, Au II, Eu II, V II, Ti II, Kr II, Na II, Y II, Zr II, Sc II, Lu II, Nd II, Be III, B III, C III, N III, O III, F III, Ne III, Na III, Al III, Si III, P III, S III, Cl III, Ar III, Cr III, Mn III, Ga III, Ge III, As III, Se III, Zn III, Mg III, La III, V III, Ti III, Bi III, Sr III, Cu III, Co III, Cd III, Yb III, Nb III, Lu III, B IV, Cu IV, Ge IV, C IV, N IV, O IV, Ne IV, Na IV, Mg IV, Si IV, P IV, S IV, Cl IV, Ar IV, V IV, Zr IV, Ge IV, Se IV, Sn IV, Sb IV, Te IV, Lu IV, C V, O V, F V, Ne V, Al V, Si V, N VI, F VI, Ne VI, Si VI, P VI, и Cl VI.

ПРИМЕНА НА ИСТРАЖИВАЊЕ „ЦИРКОНИЈУМСКОГ КОНФЛИКТА“ У АТМОСФЕРИ ЗВЕЗДЕ χ LUP1

Пример примене МСЕ формуле је разматрање „цирконинијумског конфликта“ у атмосфери звезде χ Lup1 [108]. Да

би анализирали овај проблем, напоменимо да истраживања обилности за звезде раних типова показују да око 10% - 20% звезда А и В спектралног типа имају аномалије обилности, укључујући аномалије у изотопном саставу [108].

Аномалије обилности у овим звездама, које се зову СР звезде, проузроковане су различитим хидродинамичким процесима у спољашњим звезданим слојевима (који су потпомогнути и олакшани магнетним пољима, slabим звезданим ветровима, турбуленцијом, мешањем услед ротације итд.). Да би се истражили ови процеси, потребни су атомски подаци за многу линија бројних емитера/апсорбера.

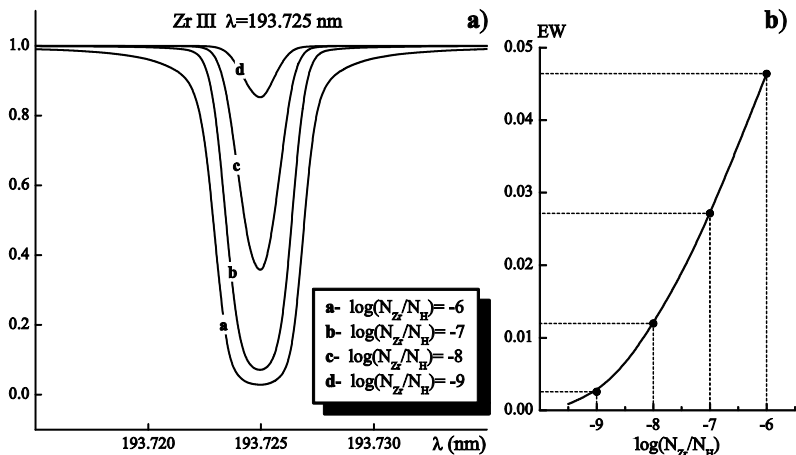


СЛИКА 9. UV спектар звезде χ Лирі у 1938.3 Å – 1938.7 Å опсегу таласних дужина. Пуном линијом је означен спектар добијен помоћу GHRS.

Тачкастом линијом је показана синтетисана Zr II $4d5s5p^2D^{\circ}_{3/2} - 4d^25s a^2D_{3/2}$ $\lambda=1938.5$ Å линија, добијена за обилност цирконијума $\log [N_{Zr}/N_H] = -8.12$.

Ова вредност обилности је добијена помоћу Zr III спектралних линија.

Испрекиданом линијом је означен синтетизовани спектар за обилност цирконијума $\log [N_{Zr}/N_H] = -9.1$, а са већим тачкама за $\log [N_{Zr}/N_H] = -9.0$ [26].



СЛИКА 10. Промена профила линије $Zr\ III\ 4d^2\ ^3P_1 - 4d5p\ ^3P_0\ \lambda=1937.25\ \text{\AA}$ услед промене обилности цирконијума $\log [N_{Zr}/N_H]$ за моделе звезданих атмосфера са $T_{\text{eff}}=10500\ \text{K}$, $\log g=4.0$ и турбулентном брзином $V_t=0.0\ \text{km s}^{-1}$ (a). На Сл. (b) је представљена еквивалентна ширина у функцији обилности цирконијума.

Линије цирконијума на пример, присутне су у спектрима HgMn звезда [26,109-111]. Занимљиво је да су обилности цирконијума одређене из слабих оптичких Zr II и јаких Zr III линија (које су откривене у UV) потпуно различите (види [26,111]) код HgMn звезде $\chi\ \text{Lupi}$. Ово је илустровано на Сл. 9, на којој је приказан UV спектар ове звезде у опсегу таласних дужина 1938.3 - 1938.7 \AA . Пуном линијом је означен спектар добијен помоћу GHRS. Тачкастом линијом је показана синтетисана Zr II $4d5s5p\ ^2D_{3/2}^o - 4d^25s\ a^2D_{3/2}\ \lambda=1938.5\ \text{\AA}$ линија, добијена за обилност цирконијума $\log [N_{Zr}/N_H]=-8.12$. Ова вредност обилности је добијена помоћу Zr III спектралних линија. Испрекиданом линијом је означен синтетизовани спектар за обилност цирконијума $\log [N_{Zr}/N_H]=-9.1$, а са већим тачкама за $\log [N_{Zr}/N_H]=-9.0$ [26]. То је такозвани “цирконијумски конфликт” и Сикстрем и др. (Sikström) [111] су претпоставили да је ова разлика вероватно последица неадекватног коришћења модела звезданих атмосфера, на пример ако није узет у обзир утицај не-ЛТЕ ефеката или дифузије.

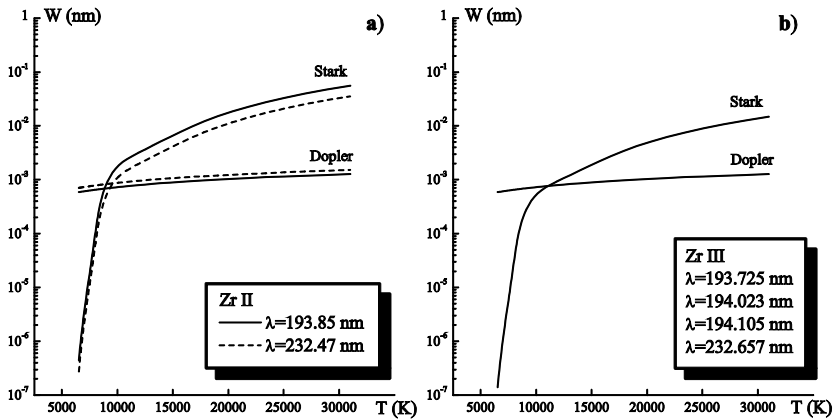
Цирконијум, који у HgMn звездама често има много већу обилност него код Сунца (види [110]), је члан Sr-Y-Zr тријаде, која је веома битна за проучавање s-процеса нуклеосинтезе и указано је да представља не-нуклеарни образац обилности у HgMn звездама. Најочигледније објашњење ове аномалије је помоћу теорије дифузије, или укључивањем не-ЛТЕ ефекта. Ипак, од значаја је такође истраживање доприноса цирконијумском конфликту разлике параметара Штарковог ширења Zr II и Zr III спектралних линија.

Поповић и др. [108] су, користећи модификовану семиемпиријску формулу, одредили параметре Штарковог ширења услед судара са електронима за две астрофизички значајне Zr II и 34 Zr III спектралне линије, да би тестирали утицај овог механизма ширења линија на одређивање еквивалентних ширина и да би дискутовали његов могући утицај на одређивање обилности цирконијума.

Атомски енергетски нивои потребни за рачунање узети су из реф. [112, 113]. Добијени резултати су употребљени да би се видело да ли ширење услед судара са електронима може да допринесе настанку такозваног „цирконијумског конфликта“ код HgMn звезде χ Lupi.

Да би се тестирао значај ефекта ширења спектралних линија услед судара са електронима за одређивање обилности цирконијума, Поповић и др. [108] су синтетисали профиле линија Zr II, $\lambda=1938. \text{ \AA}$ и Zr III, $\lambda=1940. \text{ \AA}$, користећи компјутерски програм SYNTH [114] и Куруцов програм ATLAS9 за модел звездане атмосфере [96] са $T_{\text{eff}}=10500 \text{ K}$, $\log g=4.0$ и турбулентном брзином $V_t=0.0 \text{ km s}^{-1}$, то јест за модел звездане атмосфере са карактеристикама сличним случају χ Lupi ($T_{\text{eff}}=10650 \text{ K}$ и $\log g=3.8$, види Лекроне и др. (Leckrone) [115]).

Ове линије су изабране, зато што су биле уобичајено коришћене за одређивања обилности, пошто имају мали помак таласне дужине и добро ду раздвојене [115]. Промена профила линије Zr III $4d^2 \ ^3P_1 - 4d5p \ ^3P_0$ $\lambda=1937.25 \text{ \AA}$ услед промене обилности цирконијума, представљена је на Сл. 10а, док је на Сл. 10б приказана еквивалентна ширина у функцији обилности цирконијума.



СЛИКА II. Понашање Штаркових и Доплерових ширина (FWHM) са температуром, за моделе звезданих атмосфера са $T_{\text{eff}}=10500 \text{ K}$, $\log g=4.0$ и $V_1=0.08 \text{ km s}^{-1}$ за а) $\text{Zr II } 4d5s5p^2D^{\circ}_{3/2} - 4d^25s a^2D_{3/2}$, $\lambda=193.85 \text{ nm}$ (пуна линија) и $\text{Zr II } 4d5s5p y^2F^{\circ}_{5/2} - 4d^25s b^2G_{7/2}$, $\lambda=232.47 \text{ nm}$ (испрекидана линија), и б) $\text{Zr III } 4d^2^3P_1 - 4d5p^3P_0$, $\lambda=193.725 \text{ nm}$, $\text{Zr III } 4d^2^1G_4 - 4d5p^1F_3$, $\lambda=194.023 \text{ nm}$, $\text{Zr III } 4d^2^3P_2 - 4d5p^3P_0$, $\lambda=194.105 \text{ nm}$ и $\text{Zr III } 4d^2^3P_1 - 4d5p^3P_0$, $\lambda=194.657 \text{ nm}$. На Сл. IIб није показана зависност од температуре за све наведене линије пошто је приближно једнака.

Поповић и др. [108] су израчунали еквивалентне ширине са и без утицаја ширења сударима са електронима за различите обилности цирконијума. Добијени резултати за Zr III [194.0 nm] и Zr II [193.8 nm] линије показују да је ефекат ширења електронима значајнији за веће обилности цирконијума. Еквивалентна ширина расте са обилношћу за обе линије, али еквивалентна ширина за Zr III [194.0 nm] линију је осетљивија него за Zr II [193.8 nm]. То може довести до грешке у одређивању обилности у случају када ефекат ширења сударима са електронима није узет у обзир. У сваком случају, синтетисање ове две линије да би се одредила обилност цирконијума, без узимања у обзир ширине услед судара са електронима, довешће да је обилност цирконијума одређена помоћу Zr III [194.0 nm] линије већа него ако се одреди користећи Zr II [193.8 nm] линију. Ипак, овај ефекат не може да изазове разлику у обилности од једног реда величине.

Премда се „цирконијумски конфликт“ код HgMn звезде χ Лири не може објаснити само овим ефектом, треба узети у обзир да занемаривање Штарковог ширења може да доведе до грешака у одређивању обилности. Штавише на Сл. 11 је показано да је Штарково ширење упоредиво са Доплеровим или доминантно за температуре око 10 000 К и веће.

РЕТКЕ ЗЕМЉЕ У СПЕКТРИМА CP ЗВЕЗДА

Други пример применљивости МСЕ метода у астрофизици је истраживање спектралних линија елемената ретких земља (rare earth element - REE) у спектрима CP звезда. Спектроскопски подаци за елементе ретке земље (REE) су од интереса за астрофизику пошто су линије јонизованих REE присутне у звезданим спектрима. Штавише, обилност REE у CP звездама је у широком опсегу температура много већа него на Сунцу (види нпр. Рјабчикова и др. [116]), и атомски подаци за REE су потребни да би се решавали астрофизички проблеми као што су релативне обилности елемената који настају у r- и s-процесима у хало звездама сиромашним металима и еволуција CP звезда [117, 118]. Обично се анализа обилности REE заснива на линијама првог јонизационог стања, за које постоје експериментално одређене јечине осцилатора. У неким CP звездама, на пример код HD 101065 [116], присутан је велики вишак REE.

У Поповић и др. [116], израчунати су помоћу модификоване семиемпиријске формуле Штаркове ширине и помаци за шест линија Eu II и ширине за три La II и шест La III мултиплета. Помоћу добијених резултата истражен је утицај механизма ширења спектралних линија сударима са електронима у атмосферама топлих звезда. Показано је да је овај механизам ширења значајан у топлим звездама, и да треба да се узима у обзир код анализе звезданих спектралних линија за $T_{\text{eff}} > 7000$ К, посебно ако је обилност еуропијума велика.

У Поповић и др. [119], користећи МСЕ формулу, одређене су Штаркове ширине за 284 Nd II линије. Линије јонизова-

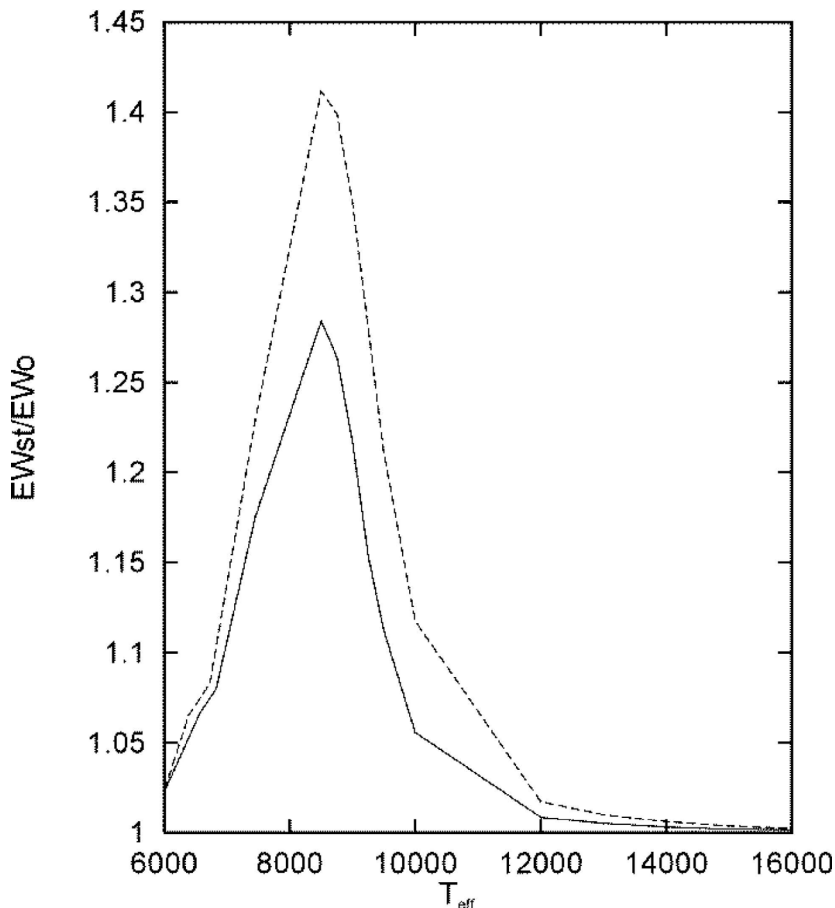
ног неодимијума посматране су у спектрима CP, као и других звезда (види нпр. [120-122]). Услед услова у звезданим атмосферама, Nd II линије су доминантне у поређењу са Nd I и Nd III линијама. На пример у спектру γ Ar звезде HD101065, Каули и др. (Cowley) [120] су нашли 71 линију Nd II а само 6 линија Nd I и 7 Nd III. Због тога се за одређивање обилности неодимијума код CP и других звезда, обично користе линије Nd II. Са друге стране, услед сложености Nd II спектра, веома је тешко добити атомске податке (јачине осцилатора, Штаркове ширине, итд.) потребне за астрофизичке сврхе.

Поповић и др. [119], су за прорачун Штаркове ширине користили упрошћени МСЕ прилаз Димитријевића и Коњевића [100]. Ова формула даје боље резултате него старија апроксимативна формула Каулија (Cowley) [123], често коришћена за процену Штаркове ширине када се не могу применити поузданији методи.

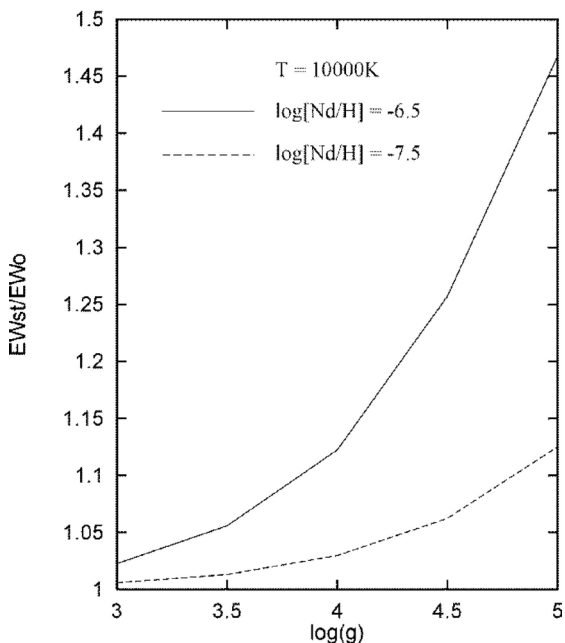
Да би тестирали значај ефекта ширења линија сударима са електронима у звезданим атмосферама, Поповић и др. [119] су синтетисали профиле 38 Nd II линија помоћу компјутерских програма за моделирање звезданих атмосфера SYNTH [114] и atlas9 [92], у температурском опсегу $6000 \leq T_{\text{eff}} \leq 16000$ K, и $3.0 \leq \log g \leq 5.0$.

Профиле линија су синтетисали са и без узимања у обзир Штарковог ширења сударима са електронима, за различите типове звезданих атмосфера. Прво су синтетисали све разматране профиле за обилност неодимијума $A = \log [Nd/H] = -7.0$, и две вредности $\log g = 4.0$ и 4.5 за различите ефективне температуре ($T_{\text{eff}} = 6000 - 16000$ K). Све разматране линије имају сличну зависност од ефективне температуре. Као пример, на Сл. 12 је показан однос еквивалентне ширине EW_{St}/EW_0 – као функција звездане температуре за линију Nd II 4013.3 Å. Као што се на слици може видети, највећи утицај ширења сударима са електронима на еквивалентну ширину је у опсегу ефективних температура $T_{\text{eff}} = 8000$ K - 10000 K. Напоменимо да је

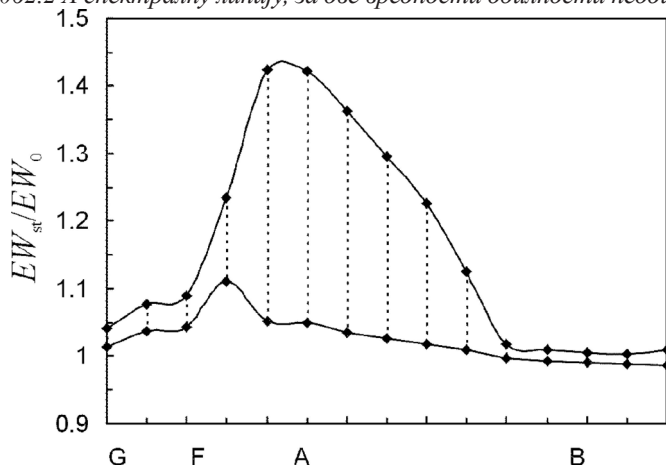
вредност обилности неодимијума за Сунце -10.55, што је три реда величине мање од вредности коришћене на Сл. 12, тако да су Сунчеве Nd II линије слабе и релативно неосетљиве на ширину пригушења.



СЛИКА 12. Однос еквивалентних ширина Nd II 4013.3 Å линије, израчунат са укључивањем Штарковог ширења (EW_{St}) и без њега (EW_0) у функцији ефективне температуре. Резултати за $\log g=4.0$ и $\log g=4.5$ приказани су пуном, односно испрекиданом линијом.



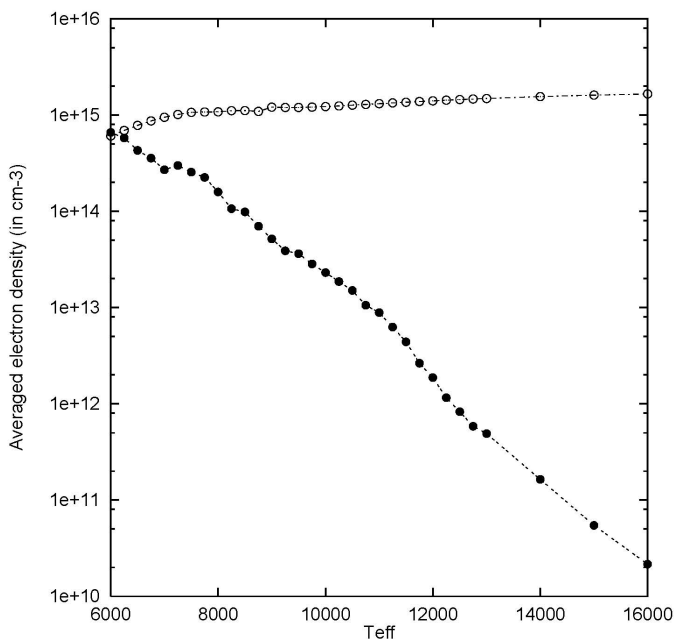
СЛИКА 13. Однос еквивалентних ширина EW_{st}/EW_0 у функцији $\log g$ за $Nd\ II\ 4062.2\ \text{\AA}$ спектралну линију, за две вредности обилности неодимијума.



СЛИКА 14. Максимални (горња линија) и минимални (доња линија) однос еквивалентних ширина EW_{st}/EW_0 за различите спектралне типове звезда, за 38 $Nd\ II$ спектралних линија.

На Сл. 13, илустрована је зависност од површинске гравитације, утицаја ширења линија сударима са електронима на еквивалентне ширине, за линију Nd II $\lambda = 4062.2 \text{ \AA}$ и $\log [\text{Nd}/\text{H}] = -6.5$ и -7.5 . Утицај је већи за веће обилности неоди-мијума, и расте са порастом површинске гравитације.

Да би указали на спектралне типове звезда где је ефекат ширења линија сударима са електронима најзначајнији, Поповић и др. [119] су дали преглед укупног утицаја у различитим типовима звезданих атмосфера, разматрајући најмањи и највећи утицај на све проучаване линије. Овај резултат је показан на Сл. 14, где је приказан однос еквивалентних ширина у функцији спектралног типа звезде. Као што се може видети на Сл. 14, највећи утицај механизма Штарковог ширења је код звезданих атмосфера А типа.



СЛИКА 15. Средње електронске густине у атмосфери (празни кругови) и у слојевима где је густина неодиимијумових јона највећа ($T=7000 \text{ K} - 9000 \text{ K}$, испуњени кругови), у функцији ефективне температуре која одговара спектралним типовима звезда од G до B.

Узимајући у обзир да Штарково ширење зависи од електронске густине (N), ефекат је највећи у атмосферама врелих звезда код којих је електронска густина већа, пошто водоник постаје јонизован. Може се очекивати да ће утицај Штарковог ширења бити већи за топлије звезде, али с обзиром да јон Nd II настаје у делу звездане атмосфере са одговарајућим параметрима плазме, то није случај. Полазећи од чињенице да је потенцијал јонизације Nd II 10.73 eV, и да слојеви где је густина јона Nd II највећа имају електронску температуру између 7000 K и 9000 K, Поповић и др. [119] су израчунали средњу електронску густину у овим слојевима звездане атмосфере за различите спектралне типове звезда и $\log g = 4.0$. Како се може видети на Сл. 15, средња електронска густина опада са ефективном температуром. То је разлог зашто је највећи утицај ефекта Штарковог ширења у случају Nd II, код звезданих атмосфера А типа.

СРПСКА ВИРТУАЛНА ОПСЕРВАТОРИЈА, БАЗА ПОДАТАКА STARK-V И ЕВРОПСКИ ВИРТУЕЛНИ ЦЕНТАР ЗА АТОМСКЕ И МОЛЕКУЛАРНЕ ПОДАТКЕ

Српска виртуална опсерваторија је започела као пројекат чије је финансирање одобрило Министарство за науку и технолошки развој Србије са циљем:

- Установити SerVO и придружити се EuroVO (Европска виртуална опсерваторија) и IVOA (International Virtual Observatory Alliance – Међународни савез виртуалних опсерваторија);
- установити SerVO центар података за дигитализацију и архивирање астрономских података добијених на Астрономској опсерваторији у Београду;
- развој алата за визуализацију података.

Наша основна замисао била је да се публикују у VO компатибилном формату, подаци које су добили српски астроно-

ми, као и да се астрономима у Србији обезбеде VO алати за научни рад. Први задаци били су:

- Дигитализација и публикување у виртуалној опсерваторији фотографских плоча из архива Астрономске опсерваторије;
- публикување, заједно са Париском опсерваторијом, базе података о Штарковом ширењу STARK-B, која ће, као први корак, садржати параметре Штарковог ширења, које су Димитријевић и Сахал-Брешо добили у оквиру семикласичног пертурбационог прилаза током вишедеценијске сарадње, у VO компатибилном формату.

У базу података STARK-B, улазе управо подаци о Штарковом ширењу о којима смо говорили у овом раду. Напоменимо да је претходник SerVO била BELDATA а њен главни садржај била је база података о Штарковом ширењу спектралних линија. Историја BELDATA може се следити у [124-128]. После интензивирања сарадње са француским колегама око базе података MOLAT на Париској опсерваторији, BELDATA је постала STARK-B.

Ова база података намењена је моделизацији и спектроскопској дијагностици звезданих атмосфера и омотача. Такође је од користи и за истраживања лабораторијске плазме, ласерски произведене плазме, инерцијалне фузије, као и за развој ласера и плазмене технологије. Сходно томе опсег температура и густина који покривају табеле је широк и зависи од степена јонизације разматраног јона. Температура варира од неколико хиљада за неутралне атоме до неколико милиона Келвина за високо наелектрисане јоне. Електронска или јонска густина мења се од 10^{12} (случај звезданих атмосфера) до неколико пута 10^{23} cm^{-3} (субфотосферски слојеви и истраживања инерцијалне фузије).

Обезбеђена је проста графичка међувеза (интерфејс) са подацима (види <http://stark-b.obspm.fr/elements.php>). Корисник

прво бира елемент из периодичног система који га интересује. После тога јонизационо стање, пертурбер(е), густину пертурбера, прелаз и температуру плазме, после чега се генерише табела са описом података, пуном ширином линије на половини максималног интензитета и помаком линије [129, 130].

Ова база података улази и у европски Виртуални центар за атомске и молекуларне податке (Virtual Atomic and Molecular Data Centre - VAMDC) који је започео као европски ФП7 пројекат, а наше учешће на њему било је прво такво у српској астрономији. Овај центар је изградио доступну и интероперабилну е-инфраструктуру за атомске и молекуларне податке, проширујући и интегришући замашан број база података, за потребе различитих корисника у науци и индустрији и постао нека врста гугла за овакве податке којим се одједном може прегледати неколико десетина, међусобно компатибилних база података [131-133].

ЗАКЉУЧАК

Као што се из изложеног може закључити, мултидисциплинарна област истраживања Штарковог ширења спектралних линија плазме у Србији има критичну масу и омогућава младима да се баве науком на светском нивоу и своје радове пласирају у врхунске међународне часописе. Оваква истраживања у астрономији имају и своју конференцију у Србији. I-III Југословенска конференција о облицима спектралних линија одржане су 1995, 1997 и 1999, у Криваји код Бачке Тополе, Белој Цркви и Бранковцу на Фрушкој Гори, IV Српска конференција о облицима спектралних линија у Аранђеловцу 2003, а V-XIV Српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици 2005. у Вршцу, 2007. у Сремским Карловцима, 2009. у Зрењанину, 2011. на Дивчибарима, 2013. у Бањи Ковиљачи, 2015. на Сребрном језеру, 2017. у Шабцу, 2019. у Врднику, 2021. у Београду и 2023. у Бајиној Башти.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Димитријевић, *Астрономска спектроскопија*, Публ. Астрон. Обс. Београд, **69** (1998).
2. М. S. Dimitrijević, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia 1962-1985 (Bibliography and citation index)*, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **39** (1990).
3. М. S. Dimitrijević, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia II. 1985-1989 (Bibliography and citation index)*, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **41** (1991).
4. М. S. Dimitrijević, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia III. 1989-1993 (Bibliography and citation index)*, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **47** (1994).
5. М. S. Dimitrijević, 1997а, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia IV. 1993-1997 (Bibliography and citation index)*, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **58** (1997).
6. М. S. Dimitrijević, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia V. 1997-2000 (Bibliography and citation index)*, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **70** (2001).
7. H. N. Russel, *Astrophys. J.*, **64**, 194 (1926)..
8. S. Johansson, in *Physics of Formation of Fe II, Lines Outside LTE*, eds. R. Viotti, A. Vitone, M. Friedjung, D. Reidel P C, 1988, p. 13.
9. A. Omont and P. Encrenaz, *Astron. Astrophys.*, **56**, 447 (1977).
10. G. T. Smirnov, R. L. Sorochenko and V. Pankonin, *Astron. Astrophys.*, **135**, 116 (1984).
11. М. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301 (1984).
12. М. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet, *Astron. Astrophys.*, **136**, 289 (1984).
13. М. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **34**, 34 (1985).
14. I. Vince and M. S. Dimitrijević, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **33**, 15 (1985).

15. I. Vince, M. S. Dimitrijević and V. Kršljanin, in: *Spectral Line Shapes III*, ed. F. Rostas, W. de Gruyter, Berlin, New York, 1985, p. 649.
16. I. Vince, M. S. Dimitrijević and V. Kršljanin, in: *Progress in Stellar Spectral Line Formation Theory*, eds. J. Beckman and L. Crivelari, D. Reidel, Dordrecht, Boston, Lancaster, 1985, p. 373.
17. U. Feldman and G. A. Doschek, *Astrophys. J.*, **212**, 913 (1977).
18. C. Stehlé, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **104**, 509 (1994).
19. A. Beauchamp, F. Wesemael and P. Bergeron, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **108**, 559 (1997).
20. G. D. Schmidt, S. C. West, J. Liebert, R. F. Green and H. S. Stockman, *Astrophys. J.*, **309**, 218 (1986).
21. S. Dreizler and K. Werner, *Astron. Astrophys.*, **314**, 217 (1996).
22. R. Hamdi, N. Ben Nessib, N. Milovanović, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević and S. Sahal-Brécho, *MNRAS*, **387**, 871 (2008).
23. K. Werner, U. Heber and R. Hunger, *Astron. Astrophys.*, **244**, 437 (1991).
24. F. Paerels, *Astrophys. J.*, **476**, L47 (1997).
25. J. Madej, *Astron. Astrophys.*, **209**, 226 (1989).
26. D. S. Leckrone, G. M. Wahlgren, S. G. Johansson and S. J. Adelman, in *Peculiar Versus Normal Phenomena in A-Type and Related Stars*, ASP Conference Series, Vol. **44**, eds. M. M. Dworetzky, F. Castelli and R. Faraggiana, 1993, p.42
27. J. C. Brandt, S. R. Heap, E. A. Beaver, A. Boggess, K. G. Carpenter, D. C. Ebberts, J. B. Hutchings, M. Jura, D. S. Leckrone, J. L. Linsky, S. P. Haran, B. D. Savage, A. M. Smith, L. M. Trafton, F. M. Walter, R. J. Weymann, C. R. Proffitt, G. M. Wahlgren, S. G. Johansson, H. Nilsson, T. Brage, M. Snow and T. B. Ake, *Astron. J.*, **117**, 1505 (1999).
28. C. A. Iglesias, F. J. Rogers and B. G. Wilson, *Astrophys. J.*, **360**, 221 (1990).

29. P. H. Hauschildt and E. Baron, *J. Comput. Appl. Math.*, **109**, 41 (1999).
30. R. M. Gonzales - Delgado, C. Leitherer and T. M. Heckman, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **125**, 489 (1999).
31. V. L. Khokhlova, *Pis'ma v Astron. Zh.*, **20**, 110 (1994).
32. S. S. Vogt, G. D. Penrod and A. P. Hatzes, *Astrophys. J.*, **321**, 469 (1987).
33. F. LeBlanc and G. Michaud, *Astron. Astrophys.*, **303**, 166 (1995).
34. C. Stehlé, , in *Spectral Line Shapes*, Vol. **8**, eds. A. David May, J. R. Drummond, E. Oks, AIP Conf. Proc. **328**, AIP Press, New York, 1985, p. 36.
35. H. R. Griem, M. Blaha and P. C. Kepple, *Phys. Rev. A*, **19**, 2421 (1979).
36. M. S. Dimitrijević, *Zh. Prikl. Spektrosk.*, **63**, 810 (1996).
37. H. R. Griem, Yu. V. Ralchenko and I. Bray, *Phys. Rev. E*, **56**, 7186 (1997).
38. Yu. V. Ralchenko, H. R. Griem, I. Bray and D. V. Fursa, *Phys. Rev. A*, **59**, 1890 (1999).
39. Yu. V. Ralchenko, H. R. Griem, I. Bray and D. V. Fursa, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **71**, 595 (2001).
40. Yu. V. Ralchenko, H. R. Griem and I. Bray, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **81**, 371. (2003).
41. H. Elabidi, N. Ben Nessib, S. Sahal-Bréchet, *J. Phys. B*, **37**, 63 (2004).
42. H. Elabidi, N. Ben Nessib, M. Cornille, J. Dubau and S. Sahal-Bréchet, *J. Phys. B*, **41**, 025702 (2008).
43. M. S. Dimitrijević, N. Feautrier and S. Sahal-Bréchet S., *J. Phys. B*, **14**, 2559 (1981).
44. H. Elabidi, S. Sahal-Bréchet, M. S. Dimitrijević, N. Ben Nessib, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **417**, 2624 (2011).
45. Rihab Aloui, Haykel Elabidi, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, *Atoms*, **6**, 20 (2018).

46. Haykel Elabidi, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, *Advances in Space Research*, **54**, 1184 (2014).
47. S. M. Benett and H. R. Griem, *Calculated Stark Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from the Atom Helium through Calcium and Cesium*, Univ. Maryland, Techn.Rep. No 71-097, College Park, Maryland, 1971.
48. W. W. Jones, S. M. Benett and H. R. Griem, *Calculated Electron Impact Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from Singly Charged Ions Lithium through Calcium*, Univ. Maryland , Techn.Rep. No 71-128, College Park, Maryland, 1971.
49. H. R. Griem, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York and London, 1974.
50. S. Sahal-Bréchet, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91 (1969).
51. S. Sahal-Bréchet, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322 (1969).
52. M. Bassalo, M. Cattani and V. S. Walder, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **28**, 75 (1982),
53. C. Fleurier, S. Sahal-Bréchet and J. Chapelle, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **17**, 595 (1977).
54. M. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301 (1984).
55. M. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet, *Physica Scripta*, **54**, 50 (1996).
56. Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nabil Ben Nessib, *Atoms*, **2**, 225 (2014).
57. Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchet, *Atoms*, **2**, 357 (2014).
58. D. Jevremović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić, V. Protić-Benišek, E. Bon, N. Gavrilović, J. Kovačević, V. Benišek, A. Kovačević, D. Ilić, S. Sahal-Bréchet, K. Tsvetkova and M. Malović, *New Astron. Rev.* **53**, 222 (2009).
59. M. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet, *Phys. Rev. A*, **31**, 316 (1985).
60. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević and D. Tankosić, *Astron.*

- Astrophys.*, **139**, 617 (1999).
61. D. Tankosić, L. Č. Popović and M. S. Dimitrijević, *Astron. Astrophys.*, **399**, 795 (2003).
 62. M. S. Dimitrijević, P. Jovanović and Z. Simić, *Astron. Astrophys.*, **410**, 735 (2003).
 63. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković and Z. Simić, *Astron. Astrophys.*, **425**, 1147 (2004).
 64. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović and M. Dačić, *New Astronomy*, **12**, 187 (2006).
 65. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, A. Kovačević, *New Astronomy Review*, **53**, 246 (2009).
 66. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **432**, 2247 (2013).
 67. Abeer Almodlej, Nabil Ben Nessib Milan S. Dimitrijević, *European Phys. J. D*, **75**, 234 (2021).
 68. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, *European Phys. J. D*, **75**, 172 (2021).
 69. Z. Majlinger, Z. Simić, M. S. Dimitrijević, *J. Astrophys. Astron.*, **36**, 671, (2015).
 70. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **496**, 5584 (2020).
 71. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, Sylvie Sahal-Bréchet, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **507**, 2087 (2021).
 72. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, *Universe*, **8**, 430 (2022).
 73. Z. Simić, M.S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet, N. Sakan, *Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso*, **52/3**, 35 (2022).
 74. Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Aleksandar Valjarević, Sylvie Sahal-Bréchet, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **454**, 1736 (2015).
 75. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, A. Valjarević, S. Sahal-Bréchet, *J. Astrophys. Astron.*, **36**, 681 (2015).

76. Milan S. Dimitrijević, Magdalena Christova, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Sylvie Sahal-Bréchet, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **460**, 1658 (2016).
77. Zlatko Majlinger, Zoran Simić, Milan S. Dimitrijević, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **470**, 1911 (2017).
78. Milan S. Dimitrijević, Abhishek Chougule, *Atoms*, **6**, 15 (2018).
79. Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Sylvie Sahal-Bréchet, *Astron. Astrophys. Transactions*, **30**, 331 (2018).
80. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, *Astron. Astrophys. Transactions*, **30**, 323 (2018).
81. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, *Astron. Nachrichten*, **343**, e210047 (2022).
82. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, *Advances in Space Research*, **54**, 1223 (2014).
83. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, *Atoms*, **5**, 26 (2017).
84. A. Chougule, N. Przybilla, M.S. Dimitrijević, V. Schaffenroth, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50**, 139 (2020).
85. R. L. Kurucz, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **40**, 1 (1979).
86. D. T. Wickramasinghe, *Mem. R. Astron. Soc.*, **76**, 129 (1972).
87. F. Wesemael F., *Astrophys. J. Suppl. Series*, **45**, 177 (1981).
88. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak and V. Tsybmal, *Astron. Astrophys.*, **404**, 1099 (2003).
89. R. L. Kurucz, I. Furenlid, J. Brault and L. Testerman, *NSO Atlas No. 1: Solar Flux Atlas from 296 to 1300 nm*, Sunspot, NSO, 1984.
90. T. A. Ryabchikova, I. S. Savanov, A. P. Hatzes, W. W. Weiss and G. Handler, *Astron. Astrophys.*, **357**, 981 (2000).
91. I. F. Bikmaev, T. A. Ryabchikova, H. Bruntt, F. A. Musaev, L. I. Mashonkina, E. V. Belyakova, V. V. Shimansky, P.

- S. Barklem and G. Galazutdinov, *Astron. Astrophys.*, **389**, 537 (2002).
92. R. L. Kurucz, *Model atmosphere program ATLAS9* published on CDROM13, 1993.
93. V. V. Tsymbal, in: *Model Atmospheres and Spectral Synthesis*, eds. S.J. Adelman, F. Kupka and W.W. Weiss, *ASP Conf. Ser.* **108**, 198 (1996).
94. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović and M. Dačić, *Astron. Astrophys.*, **469**, 681 (2007).
95. O. Kochukhov, V. Tsymbal, T. Ryabchikova, V. Makaganyk and S. Bagnulo, *Astron. Astrophys.*, **460**, 831 (2006).
96. R. L. Kurucz, CDROMs 13, 22, 23, SAO, Cambridge, 1993.
97. M. S. Dimitrijević and N. Konjević, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **24**, 451 (1980).
98. M. S. Dimitrijević and V. Kršljanin, *Astron. Astrophys.*, **165**, 269 (1986).
99. M. S. Dimitrijević and N. Konjević, in *Spectral Line Shapes*, ed. B. Wende, W. de Gruyter, Berlin, New York, 1981, 211.
100. M. S. Dimitrijević and N. Konjević, *Astron. Astrophys.*, **172**, 345 (1987).
101. M. S. Dimitrijević and L. Č. Popović, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **101**, 583 (1993).
102. M. S. Dimitrijević and L. Č. Popović, *Zh. Prikl. Spektrosk.*, **68**, 685 (2001).
103. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, 1996, *Phys. Scripta*, **53**, 325.
104. Milan S. Dimitrijević, *Data*, **5**, 73 (2020).
105. H. R. Griem, *Phys. Rev.*, **165**, 258 (1968).
106. L. Č. Popović and M. S. Dimitrijević, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **116**, 359 (1996).
107. L. Č. Popović and M. S. Dimitrijević, *Astron. Astrophys. Suppl., Series*, **127**, 259 (1998).
108. L. Č. Popović, H. Milovanović and M. S. Dimitrijević, *Astron. Astrophys.*, **365**, 656 (2001).

109. C. R. Cowley and G. C. L. Aikman *Astrophys. J.*, **196**, 521 (1975).
110. W. D. Heacox, *Astrophys. J. Suppl.*, **41**, 675 (1979).
111. C. M. Sikström, H. Lundberg, G. M. Wahlgren, Z. S. Li, C. Lyngå, S. Johansson and D. S. Leckrone, *Astron. Astrophys.*, **343**, 297 (1999).
112. J. Reader and N. Acquista, *Phys. Scr.*, **55**, 310 (1997).
113. E. Charo, J. L. López-Ayuso and I. Martin, *J. Phys B*, **32**, 4555 (1999).
114. N. E. Piskunov, in *Stellar magnetism*, eds. Yu. V. Glagolevskij, I. I. Romanyuk, Nauka, St. Petersburg, 1992, p. 92.
115. D. S. Leckrone, C. R. Proffitt, G. M. Wahlgren, S. G. Johansson and T. Brage, *Astron. J.*, **117**, 1454L (1999).
116. T. A. Ryabchikova, N. Piskunov, I. Savanov, F. Kupka and V. Malanushenko, *Astron. Astrophys.*, **343**, 229 (1999).
117. C. R. Cowley, *Phys. Scripta*, **T8**, 28 (1984).
118. C. Sneden, A. McWilliam, G. W. Preston, J. J. Cowan, D. L. Burris and B. J. Armosky, *Astrophys. J.*, 467, 819 (1996).
119. L. Č. Popović, S. Simić, N. Milovanović and M. S. Dimitrijević, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **135**, 109 (2001).
120. C. R. Cowley, T. Ryabchikova, F. Kupka, D. J. Bord, G. Mathys and W. P. Bidelman, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **317**, 299 (2000).
121. B. N. G. Guthrie, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **216**, 15 (1985).
122. S. J. Adelman, in: *Elemental Abundance Analyses*, Proc. of the IAU working group on Ap stars Workshop, eds. S. J. Adelman and T. Lanz, Institut d'Astronomie de l'Université de Lausanne, 1987, p. 58.
123. C. R. Cowley, *The Observatory*, **91**, 139 (1971).
124. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović and N. Trajković, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, **65**, 225 (1999).
125. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović and N. Trajković, *J. Res. Phys.*, **28**, 307 (1999).
126. N. Milovanović, L. Č. Popović and M. S. Dimitrijević, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, **68**, 117 (2000).

127. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, E. Bon, V. Bajčeta, P. Jovanović and N. Milovanović, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, **75**, 129 (2003).
128. M. S. Dimitrijević and L. Č. Popović, in *Virtual Observatory; Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing*, eds. M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina, Heron Press Science Series, Sofia, 2006, p. 115.
129. Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nicolas Moreau, Nabil Ben Nessib, *Advances in Space Research*, **54**, 1148 (2014).
130. Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nicolas Moreau, Nabil Ben Nessib, *Physica Scripta*, **50**, 054008 (2015).
131. M. L. Dubernet, V. Boudon, J. L. Culhane, M. S. Dimitrijević et al., *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **111**, 2151 (2010).
132. M. L. Dubernet, B. K. Antony, Y. A. Ba, Yu. L. Babikov, K. Bartschat, V. Boudon, B. J. Braams, H.-K. Chung, F. Daniel, F. Delahaye, G. Del Zanna, J. de Urquijo, M. S. Dimitrijević, et al., *J. Phys. B*, **49**, 074003 (2016).
133. Damien Albert, Bobby K. Antony, Yaye Awa Ba, Yuri L. Babikov, Philippe Bollard, Vincent Boudon, Franck Delahaye, Giulio Del Zanna, Milan S. Dimitrijević, et al., *Atoms*, **8**, 76 (2020).

АКТИВНА ГАЛАКТИЧКА ЈЕЗГРА И ДОПРИНОС МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА

ЛУКА Ч. ПОПОВИЋ

Апстракт. Активна галактичка језгра представљају најлуминозније објекте у Васиони, чија светлост долази са великих удаљености, тако да нам доносе информације о развоју нашег Универзума. У овом тексту ћемо се осврнути на природу активних галактичких језгара, где ће бити представљен и научни рад М. С. Димитријевића у овој области, са посебним освртом о проучавању физике у широколинијском емисионом региону који се налази у близини супермасивне црне рупе, а која се налази у центру активних галактичких језгара

Кључне речи: Активна галактичка језгра, вангалактичка астрономија, квазари

УВОД - ШТА ЈЕ АКТИВНО ГАЛАКТИЧКО ЈЕЗГРО?

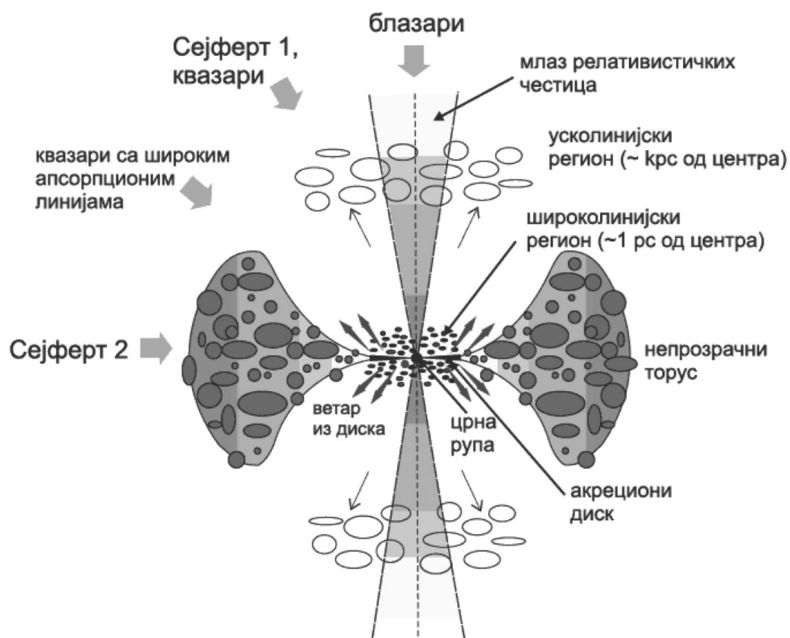
Развојем науке и технологије, а посебно астрономије дошли смо до могућности да учимо нове, до тада још непознате објекте на небу, тако да смо 60-тих година прошло-

га века открили квазаре (квазизвездане објекте који немају спектар звезда)¹. Но 20 година пре тога Карл Сејферт уочава да код поједних галаксија постоји појачано зрачење из центра које нема природу звезданог спектра. У спектру се уочавају широке емисионе линије из дозвољених и забрањених прелаза, које указују на кретање емитујућег гаса брзинама и до неколико 1000 км/с. Ови објекти су названи Сејфертове галаксије и подељени су у два типа Сејферт 1 и 2, у зависности од ширине линија из дозвољених прелаза. Двадесет година касније, уочава се да тек откривени квазари емитују спектар који је сличан Сејфертовим галаксијама, с тим да су по правилу њихове емисионе линије шире. Касније су откривени слични објекти који имају јако радио зрачење и континуум, брзо мењају сјај, немају линије, светлост им је у великом проценту поларизована и личе на квазаре, па су добили име блазари.

Да се ради о објектима који имају сличну природу уочило се 80-тих година прошлог века, тако да су поменути објекти добили заједничко име активна галактичка језгра. Типична структура активног галактичког језгра (АГЈ) је приказана на Слици 1 (више детаља на српском може се наћи у Поповић и Илић 2017; Поповић 2017). У центру ових објеката се налази супермасивна црна рупа (реда величине од неколико милиона до неколико милијарди Сунчевих маса), која је окружена гасом који, преко акреционог диска, пада у црну рупу. Акрециони диск зрачи у свим опсезима таласних дужина и представља извор огромне израчене енергије код ових објеката. Акрециони диск емитује фотоне високих енергија, који су способни да изврше јонизацију гаса у околини црне рупе, тако да, услед рекомбинације, долази до емисије линија из ових области. Ту разликујемо област која је ближа централној црној рупи чија је кинематика условљена масом црне рупе, и која емитује широке емисионе линије (од неколико

1 Назив квазар потиче од скраћенице првобитног назива «квази звездани објект» (quasi stellar object – quasar).

1000 км/с – чија ширина потиче од ротационог кретања емисионог гаса око црне рупе) из дозвољених прелаза, и област која је даље, тиме мање густине, емитује уже линије (неколико 100 км/с), а због мале густине гаса долази до емисија линија из забрањених прелаза. Ове области, по карактеристикама њихових емисионих линија, називамо широколинијска и усколинијска област (види Слику 1). Нормално на правац диска се простиру два млаза избачене материје, који углавном имају релативистичко кретање, а у равни диска се налази резервоар гаса, који се слива у акрециони диск и који има облик торуса, па га називамо гасним торусом.



СЛИКА 1. Шематски приказ структуре активног галактичког језгра. По Унификационом моделу, АГЈ различитих спектралних карактеристика се виде под различитим углом у односу на раван акреционог диска и торуса (слика преузета из Поповић и Илић 2017).

Горе описани модел се назива Обједињени модел АГЈ. Помоћу овакве структуре можемо објаснити различите типове АГЈ. Ако посматрамо у равни торуца (акреционог диска), видећемо само уске линије, при чему ће сјај бити нешто мањи него када гледамо под већим углом, где можемо видети области акреционог диска и широколинијског региона. У првом случају имамо типичне Сејферт 2 галаксије, а у другом случају Сејферт 1 галаксије и квазаре. Блазаре видимо када посматрамо у правцу релативистичких млазева, где се може видети углавном зрачење млаза, које може бити изузетно јако у гама домену, а понекад се дешавају мини гама бљескови условљени нехомогеностима у релативистичком млазу. Разлика између Сејферт 1 галаксија и квазара је само у јачини њиховог сјаја, сјај квазара је већи, тако да се његова галактичка структура не може видети због огромног сјаја језгра, које може имати зрачење веће него хиљаду обичних галаксија.

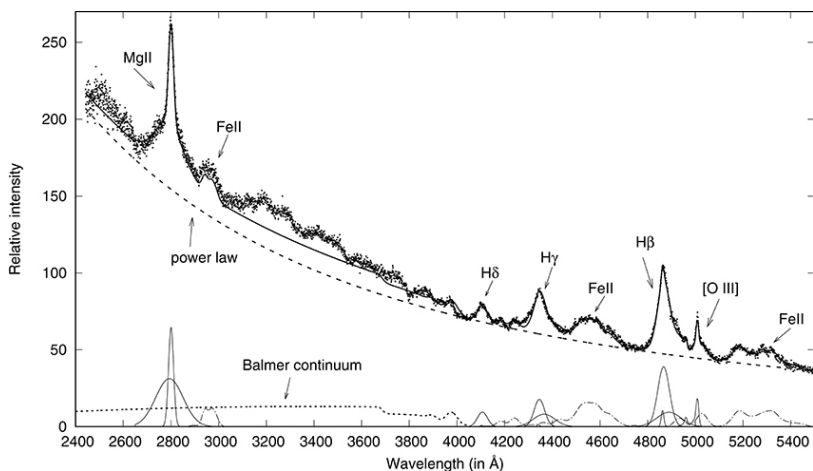
Иако се АГЈ изучавају више од 50 година, постоји низ отворених питања у вези њихове природе, тако да су истраживања у овој области веома актуелна, пре свега одређивање масе и спина централне супермасивне црне рупе, али и истраживања везана за унутрашњу структуру ових објеката. Унутрашња структура је битна из више разлога, а два су основна: а) Изучавање физике и кинематике емисионих области блиских црној рупи да би се сазнало о стању материје близу црне рупе и б) Одређивање кинематике како би се проценила маса црне рупе која доста утиче на укупну еволуцију галаксије домаћина.

У ове две области Милан С. Димитријевић је дао допринос о коме више података дајемо даље у тексту.

ДОПРИНОС М.С. ДИМИТРИЈЕВИЋА ИСТРАЖИВАЊУ АГЈ

На слици 2 је приказан један карактеристичан спектар АГЈ у оптичком делу. Поред јаких линија водоника Балмеро-

ве серије, виде се и друге линије, а посебно неправилни облици око $H\beta$ који потичу од *линије гвожђа*.



СЛИКА 2. Типичан оптички спектар АГЈ у блиској ултраљубичастој и оптичком делу спектра. У спектру се виде линије Балмерове серије, јонизованог магнезијума и гвожђа. Испод спектра је декомпозиција спектра када се одузме континуум који долази из акреционог диска, уочава се комплексна структура линија и Балмеров континуум (преузето из рада Kovačević, Popović, Dimitrijević 2010) .

Један од важних задатака у области оптичког спектра је издвојити широку компоненту $H\beta$ компоненте, која се иначе користи за одређивање кинематике широколинијске области, а тиме и одређивање масе супермасивне црне рупе. У овом делу је од наше групе потекла идеја за решавање проблема гвожђа, које је прво било проблем да се отклони од $H\beta$ линије, а други проблем је решавање, где и на који начин се формирају линије гвожђа. У раду Kovačević, Popović, Dimitrijević (2010) дато је оригинално решење за шаблон гвожђа у оптичком делу (види слику 2), који је омогућавао да се добије широка $H\beta$ и да се идентификују прелази код једанпут јонизованог гвожђа, а тиме да се одреди и физика области из које долазе

ове линије. Касније је тај приступ проширен и на линије гвожђа које су око јонизованог магнезијума (Ковачевић & Поповић 2015).

Описана истраживање је доста примећено и цитиратно, тако да је до данас (крај 2022. год), рад цитиран више од 160 пута (без аутоцитата), што говори о важности овог истраживања.

Поред линија гвожђа и Балмерових линија, на слици 2 у десном крилу Н β се виде *забрањене линије два пута јонизованог кисеоника [OIII]* које се налазе на таласним дужинама 4959 и 5007 ангстрама. Ове линије је немогуће добити у лабораторијској плазми и земаљским условима, тако да је њихов однос само теоријски прорачунат. Као искусан спектроскописта М. С. Димитријевић, је уочио проблем и одлучили смо да узмемо један број АГЈ спектра где су ове линије лако издвојиве од Н β и околног гвожђа и мерили њихове односе. Резултати су показани у раду Dimitrijević et al. (2010). Овај рад је цитиран преко 80 пута, што говори о његовом значају

И на крају поменимо рад М. С. Димитријевића са групом аутора из Института за Физику (пре свега са сарадником В. Срећковићем) који се односи на физику широколинијског регион, тј. региона који се налази близу супермасивне црне рупе и емитује широке линије. Последњих година је објављено неколико радова из ове области (видети Srećković et al. 2018, Dimitrijević et al. 2020, 2021), а који се односе на допринос сударних и хемијско-јонизационих процеса у овој области. Другим речима, поред фотојонизације, која је доминантна у формирању широколинијског региона, и потоње рекомбинације и ова два физичка процеса треба да имају значајну улогу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Kovačević, J., Dačić, M., Ilić, D., The flux ratio of the [OIII] $\lambda\lambda$ 5007, 4959 lines in

AGN: comparison with theoretical calculations, *MNRAS*, **374**, 1181 (2007).

2. Dimitrijević, M. S., Srećković, V. A., Ignjatović, Lj. M., Marinković, B. P., The role of some collisional processes in AGNs: Rate coefficients needed for modeling, *New Astronomy*, **84**, 101529 (2021).
3. Dimitrijević, M. S., Srećković, V. A., Ignjatović, Lj. M., Influence of the (n-n')-mixing processes on the optical properties of the hydrogen clouds in the broad-line region of AGNs, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50(1)**, 179-186 (2020).
4. Kovačević-Dojčinović, J., Popović, L. Č., The Connections Between the UV and Optical Fe II Emission Lines in Type 1 AGNs, *Astrophysical Journal Supplement Series*, **221**, 35 (2015).
5. Kovačević, J., Popović, L. Č. Dimitrijević, M. S., Analysis of Optical Fe II Emission in a Sample of Active Galactic Nucleus Spectra, *Astrophysical Journal Supplement Series*, **189**, 15 (2010).
6. Поповић, Л. Ч. 2017, Најсјајнији објекти у Вациони: Активна галактичка језгра и гама бљескови, *САНУ циклус предавања "Од Сунчевог система до граница Вационе"* (уредник З. Кнежевић) Књига III.
7. Поповић, Л. Ч., Илић, Д., *Активна галактичка језгра*, уџбеник, Математички факултет Универзитета у Београду, Београд 2017.
8. Srećković, V. A., Dimitrijević, M. S., Ignjatović, Lj. M., Atom-Rydberg atom Chemi-ionization/recombination processes in the hydrogen clouds in broad-line region of AGNs, *MNRAS*, **480**, 5078 (2018).

АТОМСКИ И МОЛЕКУЛАРНИ ПРОЦЕСИ У КОСМИЧКИМ ПЛАЗМАМА

ВЛАДИМИР А. СРЕЋКОВИЋ

Апстракт: Ефикасност теоријске анализе, и моделирања различитих окружења зависи од атомских података и њихових извора. Конкретно, за моделирање различитих атмосферера и прорачун непрозрачности потребан је велики број атомских и молекулских података, пошто не знамо *a priori* њихов хемијски састав. У овом кратком раду ће бити представљен научни рад М. С. Димитријевића у овој области, са посебним освртом о проучавању атомских и молекуларних процеса у космичким плазмама.

Кључне речи: астрофизика, атомски процеси, звезда астрономија, вангалактичка астрономија, звездане атмосфере, астроиформатика, базе података, историја астрономије

1. УВОД

Рад Милана Димитријевића у области атомских сударних процеса у слабо јонизованим плазмама, а посебно у плазмама

звезданих атмосфера траје од 1980(5). године (скоро 40 година). У оквиру ових истраживања у области атомских сударних процеса у лабораторијским плазмама и плазмама звезданих атмосфера, публиковано је више од стотину научних радова у међународним часописима цитираних више стотина пута (извор SAO/NASA ADS)². Од тога броја више од половине научних радова су публиковани у међународним астрономским часописима, обично највишег ранга. У овим научним радовима анализирани су утицаји различитих атомских сударних процеса на зрачење код Сунца, хладних звезда и белих патуљака – једне од завршних фаза у развоју звезда а такође и на физику Активних галактичких језгра (АГЈ). Исто тако ова истраживања су веома важна за изучавање плазми добијених у лабораторијским условима. У овим истраживањима тј. горе поменути научним радовима вршена је анализа утицаја као и моделовање коришћењем доступних различитих софтверских пакета. Такође рађено је на креирању базе података која укључује ове процесе.

2. ИСТРАЖИВАЧКА АКТИВНОСТ

Основни научни циљ Милановог рада је био истраживање утицаја различитих атомских сударних процеса на зрачење код Сунца, хладних звезда и белих патуљака – једне од завршних фаза у развоју звезда а такође и на физику Активних галактичких језгра (АГЈ). Исто тако ова истраживања су веома важна за изучавање плазми добијених у лабораторијским условима.

2.1 Хеми-јонизациони и хеми-рекомбинациони процеси у слабо-јонизованим астрофизичким/лабораторијским плазмама

У оквиру ове теме М.С. Димитријевић и сарадници су се бавили истраживањима једне групе хеми-јонизационих и хе-

2 http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html

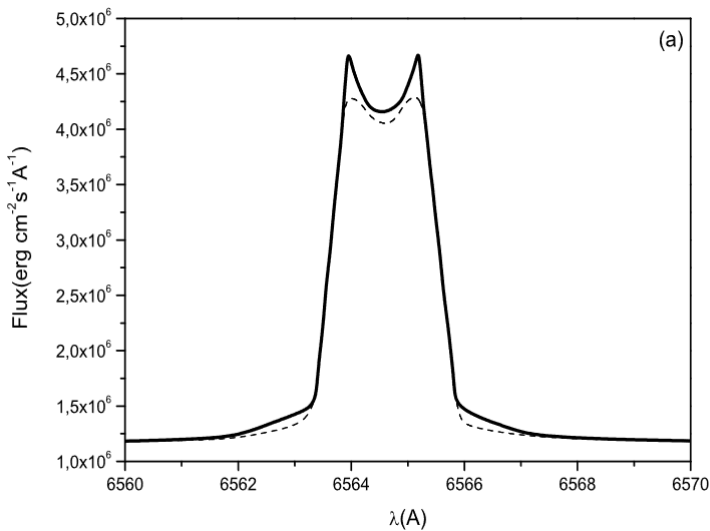
ми-рекомбинационих процеса у слабо-јонизованим лабораторијским и астрофизичким плазмама где посматрани процеси играју посебно важну улогу. Израчунати су одговарајући рејт коефицијенти и резултати упоређени са доступним подацима из литературе. У радовима представљени су основни механизми, критички осврт, као и примена хеми-јонизационих процеса. Затим, испитан је утицај ових процеса на популацију побуђених стања водоникових атома у фотосфери Сунца и атмосфери белих патуљака као и у слабо-јонизованим областима Активних галактичких језгра (AGN). Испитиван је њихов однос са конкурентским електрон-атом и електрон-јон јонизационим/рекомбинационим процесима. Такође, показано је да хеми-јонизациони и хеми-рекомбинациони процеси утичу на облик спектралних линија у звезданим атмосферама. На пример у раду Srećković et al. (2018) циљ је био да се иде дубље у физику AGN-а, да се истраже неки атомски процеси као што су сударни атом-Ридберг атом процеси, тј. хемијонизација/рекомбинација и n - n' -mixing и ревидира њихова улога. Другим речима то значи да сазнамо при којим условима у плазми одређени атомски процеси постају важни, и где могу ови процеси бити од користи за дијагностику, нумеричке симулације и моделовање те да се може објаснити постојање AGN области са таквим карактеристикама. Резултати истраживања приказани су нпр. у следећим радовима:

- Srećković V.A., Dimitrijević M.S., Ignjatović L.M., Atom-Rydberg atom chemi-ionization/recombination processes in the hydrogen clouds in Broad Line Region of AGNs *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **480(4)**, 5078–5083 (2018).
- Mihajlov Anatolij A., Srećković Vladimir A., Ignjatovic Ljubinko M., Dimitrijevic Milan S., Atom-Rydberg-atom chemi-ionization processes in solar and DB white-dwarf

- atmospheres in the presence of ($n - n'$)-mixing channels, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **458(2)**, 2215-2220 (2016).
- Mihajlov Anatolij A., Srećković Vladimir A., Ignjatovic Ljubinko M., Klyucharev A.N., Dimitrijevic Milan S., Sakan Nenad M., Non-Elastic Processes in Atom Rydberg-Atom Collisions: Review of State of Art and Problems, *J. Astrophys. Astron.*, **36(4)**, 623-634 (2015).
 - Arefieff K.N., Miculis K., Bezuglov N.N., Dimitrijevic Milan S., Klyucharev A.N., Mihajlov Anatolij A., Srećković Vladimir A., Dynamics Resonances in Atomic States of Astrophysical Relevance, *J. Astrophys. Astron.*, **36(4)**, 613-622 (2015).
 - Bezuglov, N. N., Klyucharev, A. N., Mihajlov, A. A., Srećković, V. A., Anomalies in radiation-collisional kinetics of Rydberg atoms induced by the effects of dynamical chaos and the double Stark resonance, *Advances in Space Research*, **54(7)**, 1159-1163 (2014).
 - Srećković, V.A., Mihajlov, A.A., Ignjatović, Lj. M., Dimitrijević, M.S., Excitation and deexcitation processes in atom-Rydberg atom collisions in helium-rich white dwarf atmospheres, *Astronomy & Astrophysics*, **552**, A33 (2013).
 - Mihajlov, A.A., Ignjatović, Lj. M., Srećković, V. A., Dimitrijević, M. S., (2011) Chemi-ionization in Solar Photosphere: Influence on the Hydrogen Atom Excited States Population, *Astrophysical Journal Supplement Series*, **193(1)**, 2 (2011).
 - Mihajlov, A.A., Ignjatović, Lj. M, Srećković, V. A. and Dimitrijević, M. S (2011) The Influence of Chemi-Ionization and Recombination Processes on Spectral Line Shapes in Stellar Atmospheres, *Baltic Astronomy*, **20**, 566-571 (2011).

2.2 Несиметрични јон-атомски радијативни процеси у астрофизичким плазмама

У оквиру ове теме М.С. Димитријевић са сарадницима се бавио истраживањима утицаја јако несиметричних јон-атом радијативних процеса у атмосферама Сунца (мирно Сунце, Сунчеве пеге) и белих патуљака (White dwarf) као и утицај ових процеса у лабораторијским и стеларним плазмама. Главни циљ је био указивање на чињеницу да су испитивани процеси важни и незаобилазни приликом описивање оптичких својстава посматраних плазми. Резултати ових истраживања су презентовани у неколико публикација од којих издајамо:



СЛИКА 1. Профилу линија са (пуна линија) и без (тачкаста линија) укључивања процеса хеми-јонизације и хеми-рекомбинације за H алфа линију

- Ignjatović, Lj. M., Mihajlov, A. A., Srećković, V. A., Dimitrijević, M. S., The ion-atom absorption processes as one of the

- factors of the influence on the sunspot opacity, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **441(2)**, 1504-1512 (2014).
- Srećković, V. A., Mihajlov, A. A., Ignjatović, Lj. M., Dimitrijević, M. S., (2014) Ion-atom radiative processes in the solar atmosphere: quiet Sun and sunspots, *Advances in Space Research*, **54(7)**, 1264-1271 (2014).
 - Ignjatović, Lj. M., Srećković, V. A., Mihajlov, A. A., Dimitrijević, M. S., (2014) Absorption non-symmetric ion-atom processes in helium-rich white dwarf atmospheres, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **439(3)**, 2342-2350 (2014).
 - Mihajlov, A. A., Ignjatović, Lj. M., Srećković, V. A., Dimitrijević, M. S., Metropoulos, A., The non-symmetric ion-atom radiative processes in the stellar atmospheres, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **431(1)**, 589-599 (2013).

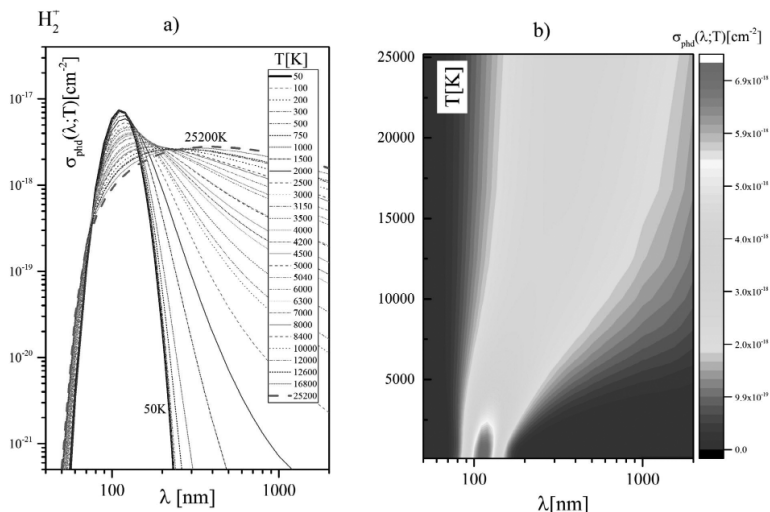
2.3 Атомски сударни и радијативни процеси и базе (VAMDC)

Последњих неколико година активност је усмерена и на раду везаном за атомске/молекулске базе података (<http://servo.aob.rs/mold/>) у оквиру Европског виртуалног центра за атомске и молекулске податке (<http://vamdc.org>; https://portal.vamdc.eu/vamdc_portal/nodes.seam). Сама проблематика је од стратешког значаја за Европску унију и широку научну заједницу како итиче European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) у свом извештају Strategy Report and Roadmap 2018.

Резултати ових истраживања приказани су на неколико конференција и радионица као и у следећим радовима:

- Bratislav P. Marinković, Darko Jevremović, Vladimir A. Srećković, Veljko Vujčić, Ljubinko M. Ignjatović, Milan S. Dimitrijević, Nigel J. Mason, BEAMDB and Mold –

databases for atomic and molecular collisional and radiative processes: Belgrade nodes of VAMDC, *European Physical Journal D*, **71(6)**, 158 (2017).



СЛИКА 2. (а) Понашање усредњеног пресека за фото-дисоцијацију молекуларног јона водоника у функцији таласне дужине и температуре. (б) Површинска расподела средњег пресека у функцији таласне дужине и температуре

- Vujcic Veljko, Jevremovic Darko M, Mihajlov Anatolij A, Ignjatovic Ljubinko M, Srećković Vladimir A, Dimitrijevic Milan S., Malovic Miodrag, MOL-D: A Collisional Database and Web Service within the Virtual Atomic and Molecular Data Center, *J. Astrophys. Astron.*, **36(4)**, 693-703 (2015).

Техничка решења у организовању велике количине података тј. MolD базе података (<http://servo.aob.rs/mold/>) приказани су и у два техничка решења РБ 1612 и РБ 1764 <http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2016/04/ТЕХНИЧКА-RESENJA-2011-2015-10-april.xls>

2.4 Моделирање континуалне апсорпције електромагнетног зрачења у густој лабораторијској и астрофизичкој плазми

У оквиру ове теме, М.С. Димитријевић са сарадницима се бавио истраживањима процеса континуалне апсорпције у области од делимично до јако јонизованих плазми у опсегу електронских концентрација од 10^{14} cm^{-3} па до 10^{20} cm^{-3} и температура 6000 К до 300 000 К. Главни циљ је био постављање новог модела за прорачун процеса континуалне апсорпције електромагнетног зрачења. Он је примењен и проверен за ЕМ спектар таласних дужина $10 \text{ nm} < \lambda < 3000 \text{ nm}$ у опсегу електронских концентрација до 10^{19} cm^{-3} и температура око 6000 К. Приказани резултати имају примену како на опис лабораторијских, тако и на плазме у атмосферама звезда. Резултати су представљени у неколико радова као и на неколико конференција:

- V. A. Srećković, N. Sakan, D. Šulić, D. Jevremović, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević, Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dense hydrogen-like stellar plasma, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **475(1)**, 1131-1136 (2018).
- 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*, **58(8)**, 1067-1072 (2018).

3. БИБЛИОГРАФИЈА РАДОВА У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА (Извор SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS))

1. Ignjatović, L.M.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. The collisional atomic processes of Rydberg alkali atoms in

- geo-cosmical plasmas. *MNRAS* 2019, 483, 4202–4209, [arXiv:astro-ph.SR/1812.00180]. doi:10.1093/mnras/sty3294.
2. Dimitrijević, M.S.; Srećković, V.A.; Zalam, A.A.; Bezuglov, N.N.; Klyucharev, A.N. Dynamic Instability of Rydberg Atomic Complexes. *Atoms* 2019, 7, 22. doi:10.3390/atoms7010022.
 3. Marinković, B.; Srećković, V.; Vujčić, V.; Ivanović, S.; Uskoković, N.; Nešić, M.; Ignjatović, L.; Jevremović, D.; Dimitrijević, M.; Mason, N. BEAMDB and MOLD-Databases at the Serbian Virtual Observatory for Collisional and Radiative Processes. *Atoms* 2019, 7, 11. doi:10.3390/atoms7010011.
 4. Dimitrijević, M.S.; Srećković, V.A.; Sakan, N.M.; Bezuglov, N.N.; Klyucharev, A.N. Free-Free Absorption in Solar Atmosphere. *Geomagnetism and Aeronomy* 2018, 58, 1067–1072. doi:10.1134/S0016793218080054.
 5. Srećković, V.; Dimitrijević, M.; Bezuglov, N. Special Issue on Atomic and Ionic Collisions with Formation of Quasimolecules. *Atoms* 2018, 7, 3. doi:10.3390/atoms7010003.
 6. Dimitrijević, M.S.; Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M. The (n-n')-mixing processes in the Broad Line Region of AGNs: rate coefficients needed for spectroscopy diagnostics. *arXiv e-prints* 2018, [1812.09488].
 7. Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M. Atom-Rydberg atom chemi-ionization/recombination processes in the hydrogen clouds in broad-line region of AGNs. *MNRAS* 2018, 480, 5078–5083. doi:10.1093/mnras/sty2256.
 8. Sakan, N.M.; Srećković, V.A.; Simic, Z.; Dimitrijević, M.S. The spectral coefficients of absorption processes in dense strongly ionized astrophysical plasmas. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd* 2018, 98, 325–328.

9. Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Jevremovic, D.; Vujcic, V.; Dimitrijević, M.S. Radiative and collisional atomic/molecular data for astrophysics. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd* 2018, 98, 195–202.
10. Srećković, V.; Dimitrijević, M.; Ignjatović, L.; Bezuglov, N.; Klyucharev, A. The Collisional Atomic Processes of Rydberg Hydrogen and Helium Atoms: Astrophysical Relevance. *Galaxies* 2018, 6, 72. doi:10.3390/galaxies6030072.
11. Dimitrijević, M.S.; Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M. Chemi-ionization processes in Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies. *Revisiting Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and their Place in the Universe*, 2018, p. 49.
12. Srećković, V.A.; Sakan, N.; Šulić, D.; Jevremović, D.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dense hydrogen-like stellar plasma. *MNRAS* 2018, 475, 1131–1136. doi:10.1093/mnras/stx3237.
13. Sakan, N.; Srećković, V.; Simić, Z.; Dimitrijević, M. The Application of the Cut-Off Coulomb Model Potential for the Calculation of Bound-Bound State Transitions. *Atoms* 2018, 6, 4. doi:10.3390/atoms6010004.
14. Jevremović, D.; Vujčić, V.; Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. The MOL-D database VAMDC node for molecular collisional and radiative processes. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2018, 30, 337–342.
15. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Sakan, N.M.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S.; Jevremović, D.; Vulčić, V. HF electric properties of the astrophysical plasmas. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2018, 30, 307–314.
16. Arefieff, K.N.; Bezuglov, N.N.; Dimitrijević, M.S.; Klyucharev, A.N.; Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Chirtsov,

- A.S. On the anomalous low spontaneous emission rates for p-series of sodium due to the effect of natural Förster resonance. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2018, 30, 299–306.
17. Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Sakan, N.M.; Dimitrijević, M.S. Inverse bremsstrahlung in dwarf atmospheres: the absorption coefficients and Gaunt factors. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2018, 30, 291–298.
 18. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Atom-Rydberg atom processes in the stellar atmospheres: DB white-dwarf atmospheres and solar atmosphere. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2018, 30, 281–290.
 19. Srećković, V.; Ignjatović, L.; Dimitrijević, M. Symmetric Atom-Atom and Ion-Atom Processes in Stellar Atmospheres. *Atoms* 2017, 6, 1. doi:10.3390/atoms6010001.
 20. Efimov, D.; Bruvelis, M.; Bezuglov, N.; Dimitrijević, M.; Klyucharev, A.; Srećković, V.; Gnedin, Y.; Fuso, F. Non-linear Spectroscopy of Alkali Atoms in Cold Medium of Astrophysical Relevance. *Atoms* 2017, 5, 50. doi:10.3390/atoms5040050.
 21. Ignjatović, L.; Srećković, V.; Dimitrijević, M. The Screening Characteristics of the Dense Astrophysical Plasmas: The Three-Component Systems. *Atoms* 2017, 5, 42. doi:10.3390/atoms5040042.
 22. Srećković, V.; Ignjatović, L.; Jevremović, D.; Vujčić, V.; Dimitrijević, M. Radiative and Collisional Molecular Data and Virtual Laboratory Astrophysics. *Atoms* 2017, 5, 31. doi:10.3390/atoms5030031.
 23. Srećković, V.A.; Jevremović, D.; Vujčić, V.; Ignjatović, L.M.; Milovanović, N.; Erkapić, S.; Dimitrijević, M.S. Mol-D a Database and a Web Service within the Serbian Virtual Observatory and the Virtual Atomic and Molecular Data Centre. *Astroinformatics*; Brescia, M.; Djorgovski,

- S.G.; Feigelson, E.D.; Longo, G.; Cavuoti, S., Eds., 2017, Vol. 325, IAU Symposium, pp. 393–396, [arXiv:astro-ph.IM/1706.05504]. doi:10.1017/S1743921316012643.
24. Marinković, B.P.; Jevremović, D.; Srećković, V.A.; Vujčić, V.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S.; Mason, N.J. BEAMDB and MolD - databases for atomic and molecular collisional and radiative processes: Belgrade nodes of VAMDC. *European Physical Journal D* 2017, 71, 158. doi:10.1140/epjd/e2017-70814-6.
 25. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. Sunspots opacity: the ion-atom absorption processes. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd* 2017, 96, 175–178.
 26. Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Sakan, N.M.; Ignjatović, L.M.; Simić, Z.; Dimitrijević, M.S. The inverse bremsstrahlung absorption coefficients and Gaunt factors in astrophysical plasmas. *Journal of Physics Conference Series*, 2017, Vol. 810, *Journal of Physics Conference Series*, p. 012059. doi:10.1088/1742-6596/810/1/012059.
 27. Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Simić, Z.; Dimitrijević, M.S. Influence of Rydberg atom-atom collisional and (n-n')-mixing processes on optical properties of astrophysical and low-temperature laboratory plasmas. *Journal of Physics Conference Series*, 2017, Vol. 810, *Journal of Physics Conference Series*, p. 012058. doi:10.1088/1742-6596/810/1/012058.
 28. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Sakan, N.M.; Ignjatović, L.M.; Jevremović, D.; Vujčić, V.; Dimitrijević, M.S. Astrophysical and laboratory plasmas: HF properties under extreme conditions. *arXiv e-prints* 2016, [arXiv:physics.plasm-ph/1612.04760].
 29. Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Atom-Rydberg-atom chemi-ionization processes in solar and DB white-dwarf atmospheres in the presence

- of (n - n')-mixing channels. *MNRAS* 2016, 458, 2215–2220. doi:10.1093/mnras/stw308.
30. Vujčić, V.; Jevremović, D.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S.; Malović, M. MOL-D: A Collisional Database and Web Service within the Virtual Atomic and Molecular Data Center. *Journal of Astrophysics and Astronomy* 2015, 36, 693–703, [arXiv:astro-ph.IM/1603.08200] doi:10.1007/s12036-015-9344-y.
 31. Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Klyucharev, A.N.; Dimitrijević, M.S.; Sakan, N.M. Non-Elastic Processes in Atom Rydberg-Atom Collisions: Review of State of Art and Problems. *Journal of Astrophysics and Astronomy* 2015, 36, 623–634, [arXiv:physics.atom-ph/1611.06333]. doi:10.1007/s12036-015-9364-7.
 32. Arefieff, K.N.; Miculis, K.; Bezuglov, N.N.; Dimitrijević, M.S.; Klyucharev, A.N.; Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A. Dynamics Resonances in Atomic States of Astrophysical Relevance. *Journal of Astrophysics and Astronomy* 2015, 36, 613–622, [arXiv:physics.atom-ph/1603.07372]. doi:10.1007/s12036-015-9358-5.
 33. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. Ion-Atom and Atom-Atom Collisional Processes and Modeling of Stellar Atmospheres. *Astronomicheskij Tsirkulyar* 2015, 1626, 1–13.
 34. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Helium-rich white dwarf atmospheres: the non-symmetric ion-atom absorption processes. *Journal of Physics Conference Series*, 2014, Vol. 565, *Journal of Physics Conference Series*, p. 012022. doi:10.1088/1742-6596/565/1/012022.
 35. Bezuglov, N.N.; Dimitrijević, M.S.; Klyucharev, A.N.; Mihajlov, A.A. Dynamic Characteristics of Excited Atomic Systems. *Journal of Physics Conference Series*, 2014, Vol. 565, *Journal of Physics Conference Series*, p. 012021. doi:10.1088/1742-6596/565/1/012021.

36. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Ion-atom radiative processes in the solar atmosphere: quiet Sun and sunspots. *Advances in Space Research* 2014, 54, 1264–1271, [arXiv:astro-ph.SR/1312.0094]. doi:10.1016/j.asr.2013.11.017.
37. Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. The ion-atom absorption processes as one of the factors of the influence on the sunspot opacity. *MNRAS* 2014, 441, 1504–1512, [arXiv:astro-ph.SR/1404.0688]. doi:10.1093/mnras/stu638.
38. Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. Absorption non-symmetric ion-atom processes in helium-rich white dwarf atmospheres. *MNRAS* 2014, 439, 2342–2350, [arXiv:astro-ph.SR/1402.6955]. doi:10.1093/mnras/stu058.
39. 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. *MNRAS* 2013, 431, 589–599, [arXiv:astro-ph.SR/1302.5912]. doi:10.1093/mnras/stt187.
40. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. The influence of the radiative non-symmetric ion-atom collisions on the stellar atmospheres in VUV region. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2013, 28, 73–79, [arXiv:astro-ph.SR/1311.0409].
41. Srećković, V.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Excitation and deexcitation processes in atom-Rydberg atom collisions in helium-rich white dwarf atmospheres. *A&A* 2013, 552, A33, [arXiv:astro-ph.SR/1302.6188]. doi:10.1051/0004-6361/201220699.
42. Mihajlov, A.A.; Srećković, V.A.; Ignjatović, L.J. M.; Dimitrijević, M.S.; Metropoulos, A. The quasi-molecular absorption bands in UV region caused by the non-symmetric ion-atom radiative processes in the solar photo-

- sphere. *Journal of Physics Conference Series*, 2012, Vol. 397, *Journal of Physics Conference Series*, p. 012054. doi:10.1088/1742-6596/397/1/012054.
43. Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Electrical Conductivity of Plasmas of DB White Dwarfs Atmospheres. *Publications of the Astronomical Society “Rudjer Boskovic”* 2012, 11, 331–335.
 44. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. Chemi-ionization in Solar Photosphere: Influence on the Hydrogen Atom Excited States Population. *ApJS* 2011, 193, 2, [arXiv:astro-ph.SR/1105.2134]. doi:10.1088/0067-0049/193/1/2.
 45. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Srećković, V.A.; Dimitrijević, M.S. The Influence of Chemi-Ionization and Recombination Processes on Spectral Line Shapes in Stellar Atmospheres. *Baltic Astronomy* 2011, 20, 566–571, [arXiv:astro-ph.SR/1112.6087]. doi:10.1515/astro-2017-0337.
 46. Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Electrical Conductivity of Plasma in DB White Dwarf Atmospheres. *American Institute of Physics Conference Series*; Werner, K.; Rauch, T., Eds., 2010, Vol. 1273, *American Institute of Physics Conference Series*, pp. 432–435. doi:10.1063/1.3527857.
 47. Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Electrical Conductivity Of Plasmas In Db White Dwarf Atmospheres. *Publications de l’Observatoire Astronomique de Beograd* 2010, 89, 383–386.
 48. Srećković, V.A.; Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Electrical conductivity of plasmas of DB white dwarf atmospheres. *MNRAS* 2010, 406, 590–596, [arXiv:astro-ph.SR/1208.2510]. doi:10.1111/j.1365-2966.2010.16702.x.
 49. Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Metropoulos, A.; Sakan, N.M.; Dimitrijević, M.S. The Contribution of the Absorp-

- tion Processes to the Opacity of DB White Dwarf Atmospheres in UV and VUV Regions. American Institute of Physics Conference Series; Angelopoulos, A.; Fildisis, T., Eds., 2010, Vol. 1203, American Institute of Physics Conference Series, pp. 121–126. doi:10.1063/1.3322343.
50. Klyucharev, A.N.; Zakharov, M.Y.; Matveev, A.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Chemi-ionization - experiment, theories, geocosmical perspectives. Publications of the Astronomical Society „Rudjer Boskovic” 2009, 9, 51–65.
 51. Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Srećković, V.A. The (n-n')-mixing processes in stellar atmospheres. Publications of the Astronomical Society „Rudjer Boskovic” 2009, 9, 25–34.
 52. Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A.; Sakan, N.M.; Dimitrijević, M.S.; Metropoulos, A. The total and relative contribution of the relevant absorption processes to the opacity of DB white dwarf atmospheres in the UV and VUV regions. MNRAS 2009, 396, 2201–2210. doi:10.1111/j.1365-2966.2009.14870.x.
 53. Klyucharev, A.N.; Bezuglov, N.N.; Matveev, A.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Rate coefficients for the chemi-ionization processes in sodium- and other alkali-metal geocosmical plasmas. New.Astr.Rev 2007, 51, 547–562. doi:10.1016/j.newar.2007.05.001.
 54. Mihajlov, A.A.; Jevremović, D.; Hauschildt, P.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Allard, F. The Influence of Chemi-Ionization and Chemi-Recombination Processes on H Lines in M Dwarf Atmospheres. Spectral Line Shapes in Astrophysics; Popovic, L.C.; Dimitrijević, M.S., Eds., 2007, Vol. 938, American Institute of Physics Conference Series, pp. 214–217. doi:10.1063/1.2800132.
 55. Klyucharev, A.N.; Bezuglov, N.N.; Matveev, A.A.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Chemi-ion-

- ization Processes. Alkali-metal Geocosmical Plasmas. Spectral Line Shapes in Astrophysics; Popovic, L.C.; Dimitrijević, M.S., Eds., 2007, Vol. 938, American Institute of Physics Conference Series, pp. 136–141. doi:10.1063/1.2800117.
56. Mihajlov, A.A.; Jevremović, D.; Hauschildt, P.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Alard, F. Influence of chemi-ionization and chemi-recombination processes on hydrogen line shapes in M dwarfs. *A&A* 2007, 471, 671–673. doi:10.1051/0004-6361:20077517.
57. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Sakan, N.M.; Dimitrijević, M.S. The influence of H_2^+ - photo-dissociation and $(H + H^+)$ - radiative collisions on the solar atmosphere opacity in UV and VUV regions. *A&A* 2007, 469, 749–754. doi:10.1051/0004-6361:20077206.
58. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Processes of $(n - n')$ -mixing in collisions of Rydberg $H^*(n)$ atoms with $H(1s)$ in the Solar atmosphere. *A&A* 2005, 437, 1023–1027. doi:10.1051/0004-6361:20052694.
59. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Processes of atom - atom $(n - n')$ -mixing influence on hydrogen atom Rydberg states populations in stellar atmospheres. *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi* 2005, 7, 151.
60. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S.; Djurić, Z. Symmetrical Chemi-Ionization and Chemi-Recombination Processes in Low-Temperature Layers of Helium-rich DB White Dwarf Atmospheres. *ApJS* 2003, 147, 369–377. doi:10.1086/375621.
61. Mihajlov, A.A.; Jevremović, D.; Hauschildt, P.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Alard, F. Influence of chemi-ionization and chemi-recombination processes on the population of hydrogen Rydberg states in atmospheres of late type dwarfs. *A&A* 2003, 403, 787–791. doi:10.1051/0004-6361:20030463.

62. Mihajlov, A.A.; Jevremović, D.; Ignjatović, M.L.; Hauschildt, P.; Dimitrijević, S.M. The influence of chemical ionization and chemical recombination processes on the plasma parameters in low-temperature layers of stellar atmospheres. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 2003, 22, 513–517. doi:10.1080/1055679031000136445.
63. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.; Dimitrijević, M.S.; Jevremović, D.; Hauschildt, P. Radiation and Chemi-Ionization/Recombination Processes in Atom-Atom and Ion-Atom Collisions in the Modeling of Low-Temperature Stellar Atmospheres. *Modelling of Stellar Atmospheres*; Piskunov, N.; Weiss, W.W.; Gray, D.F., Eds., 2003, Vol. 210, IAU Symposium, p. B2.
64. Dimitrijević, M.S.; Mihajlov, A.A. Influence of Ion-atom Collisional Quasimolecular Complexes on DB White Dwarf Plasma Properties. *Astronomische Gesellschaft Meeting Abstracts*; Schielicke, E.R., Ed., 2001, Vol. 18, *Astronomische Gesellschaft Meeting Abstracts*.
65. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.J.M.; Vasiljević, M.M. Chemi-ionization and chemi-recombination processes in astrophysical plasmas. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 1999, 18, 145–149. doi:10.1080/10556799908203047.
66. Mihajlov, A.A.; Djurić, Z.; Dimitrijević, M.S.; Ljepojević, N.N. Collisional He – He*(n) chemi-ionization and dielectronic He – He⁺ – e and He²⁺ – e recombination: Differential and total reaction rate coefficients. *Phys.Scr.* 1997, 56, 631–639. doi:10.1088/0031-8949/56/6/018.
67. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Emission/absorption bands in optical and VUV spectra of partially ionized plasma generated by ion-atom collisions. *Publications de l’Observatoire Astronomique de Beograd* 1997, 57, 9.
68. Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Vasiljevic, M.M.; Dimitrijević, M.S. Processes of H-H⁺-e and H₂⁺-e recombination

- in the weakly-ionized layers of the solar atmosphere. *A&A* 1997, 324, 1206–1210.
69. Dimitrijević, M.S.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, M.; Djurić, Z. The influence of ion - atom complexes on the stellar plasma kinetic and optical characteristics of stellar atmospheres. Joint European and National Astronomical Meeting; Hadjidemetriou, J.D.; Seiradakis, J.H., Eds., 1997, p. 147.
 70. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Vasiljević, M.M. Chemi-ionization and chemi-recombination processes influence on excited atom populations in Solar atmospheres. Joint European and National Astronomical Meeting; Hadjidemetriou, J.D.; Seiradakis, J.H., Eds., 1997, p. 48.
 71. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Vasiljević, M.M. Chemi-ionization and chemi-recombination processes in solar and stellar atmospheres. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd* 1996, 54, 35–38.
 72. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Djurić, Z. Rate coefficients of collisional $H - H^*(n)$ ionization and $H - H^+ - e$ and $H_2^+ - e$ recombination. *Phys.Scr.* 1996, 53, 159–166. doi:10.1088/0031-8949/53/2/005.
 73. Mihajlov, A.A.; Djurić, Z.; Dimitrijević, M.S. The influence of $He-He^+-e$ and He_2^+-e recombination and $He-He^*(n)$ ionization on the population of $He^*(n)$ atoms in helium plasma. *JQSRT* 1996, 55, 141–147. doi:10.1016/0022-4073(95)00161-1.
 74. Dimitrijević, M.S.; Djurić, Z.; Ignjatović, L.M.; Mihajlov, A.A. The $He - He^+ - He$ Recombination and $He - He^*(n)$ Ionization in stellar Atmospheres. 2nd Hellenic astronomical conference; Contadakis, M.E.; Hadjidemetriou, J.D.; Mavridis, L.N.; Seiradakis, J.H., Eds., 1996, p. 200.
 75. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Djurić, Z. Radiative $He+(1s) + He(1s\ 2)$ Processes as the Source

- of the DB White Dwarf Atmosphere Electromagnetic Continuous Spectra. *ApJ* 1995, 454, 420. doi:10.1086/176493.
76. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M.; Djurić, Z. The importance of radiative $\text{He}^+(1s)+\text{He}(1s2)$ processes for the DB white dwarf atmosphere EM-continuous spectra. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd* 1995, 49, 171–174.
77. Ermolaev, A.M.; Mihajlov, A.A.; Ignjatović, L.M.; Dimitrijević, M.S. Continuous emission due to radiative ion-atom association and charge exchange in weakly ionized plasmas of H, He, Li and Na. *Journal of Physics D Applied Physics* 1995, 28, 1047–1057. doi:10.1088/0022-3727/28/6/005.
78. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M. The influence of ion-atom radiative collisions on the continuous optical spectra in helium-rich DB white-dwarf atmospheres. *A&A* 1994, 287, 1026–1028.
79. Dimitrijević, M.S.; Djurić, Z.; Mihajlov, A.A. Stark broadening of Al III and Cu IV lines for diagnostic of the rail gun arc plasma. *Journal of Physics D Applied Physics* 1994, 27, 247–252. doi:10.1088/0022-3727/27/2/011.
80. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.; Djurić, Z. Spectral coefficients of emission and absorption due to ion-atom radiation collisions in the solar atmosphere. *A&As* 1994, 103, 57–66.
81. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M. The influence of ion-atoms radiative collisions on the opacity in helium-rich D3 white dwarfs. *Chemically Peculiar and Magnetic Stars*; Zverko, J.; Ziznovsky, J., Eds., 1994, p. 149.
82. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.; Djurić, Z. *VizieR Online Data Catalog: Ion-atom collisions in Sun atmosphere (Mihajlov+ 1994)*. *VizieR Online Data Catalog* 1993, 410.

83. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M. Ion-atom radiative collisions and the opacity of the solar atmosphere. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd* 1993, 44, 73–76.
84. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ignjatović, L.M. The contribution of ion-atom radiative collisions to the opacity of the solar atmosphere. *A&A* 1993, 276, 187.
85. Mihajlov, A.A.; Ermolaev, A.M.; Dimitrijević, M.S. Continuous emission from a low-temperature helium plasma due to radiative charge exchange and radiative ion-atom recombination. *JQSRT* 1993, 50, 227–232. doi:10.1016/0022-4073(93)90120-7.
86. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Ermolaev, A.M. Radiation Charge Exchange and Radiation Ion-Atom Recombination as a Source of Continual EM Radiation from Astrophysical Plasma. *Planetary Nebulae*; Weinberger, R.; Acker, A., Eds., 1993, Vol. 155, IAU Symposium, p. 189.
87. Mihajlov, A.A.; Ljepojević, N.N.; Dimitrijević, M.S. Influence of ion-atom collisions on the recombination of electrons. *Journal of Physics B Atomic Molecular Physics* 1992, 25, 5121–5127. doi:10.1088/0953-4075/25/23/015.
88. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Influence of ion-atom collisions on the absorption of radiation in white dwarfs. *A&A* 1992, 256, 305–308.
89. Mihajlov, A.A.; Ljepojević, N.N.; Dimitrijević, M.S. Ion-atom complexes and the recombination in stellar plasma. *The Atmospheres of Early-Type Stars*; Heber, U.; Jeffery, C.S., Eds., 1992, Vol. 401, Lecture Notes in Physics, Berlin Springer Verlag, p. 365. doi:10.1007/3-540-55256-1_337.
90. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Ion-atom complexes and the absorption of radiation in stellar plasma. *The Atmospheres of Early-Type Stars*; Heber, U.; Jeffery, C.S., Eds., 1992, Vol. 401, Lecture Notes in Physics, Berlin Springer

Verlag, p. 362. doi:10.1007/3-540-55256-1_336.

91. Dimitrijević, M.S.; Mihajlov, A.A.; Djurić, Z.; Grabowski, B. On the influence of Debye shielding on the Stark broadening of ion lines within the classical model. *Journal of Physics B Atomic Molecular Physics* 1989, 22, 3845–3850. doi:10.1088/0953-4075/22/23/008.
92. Dimitrijević, M.S.; Mihajlov, A.A.; Popović, M.M. Stark Broadening Trends Along Homologous Sequences. *A&As* 1987, 70, 57.
93. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S. Influence of ion-atom collisions on the absorption of radiation. *A&A* 1986, 155, 319–322.
94. Mihajlov, A.A.; Dimitrijević, M.S.; Popović, M.M. Determination of Electrical Conductivity of Plasma on the Basis of the Cut-Off Coulomb Potential Model. XVII International Conference on Phenomena in Ionized Gases, held July 8-12, 1985, in Budapest, Hungary. *Contributed Papers, Volume 1. Organizing Committee ICPIG-XVII. 1985.* p. 357; Bokos, J.S.; Sörlei, Z., Eds., 1985, p. 357.

5. ЗАКЉУЧЦИ

Намера овог рада је да упозна научну заједницу са достигнућима створеним током скоро 40 година истраживања М. С. Димитријевић и сарадника.

Основни научни циљ ове сарадње био је а и још увек је истраживање утицаја различитих атомских сударних процеса на зрачење код Сунца, хладних звезда и белих патуљака – једне од завршних фаза у развоју звезда а такође и на физику Активних галактичких језгра (АГЈ). Исто тако ова истраживања су веома важна за изучавање плазми добијених у лабораторијским условима. Поред научних циљева, сарадња има такође за циљ да буде основа за образовање младих научника као и за међународну сарадњу у овој области.

ДРУШТВО ЗА АРХЕОАСТРОНОМСКА И ЕТНОАСТРОНОМСКА ИСТРАЖИВАЊА „ВЛАШИЋИ“, БЕОГРАД

АЛЕКСАНДРА БАЈИЋ

Резиме: Приказано је Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања „Влашићи” и његова издавачка делатност.

Кључне речи: Друштво „Влашићи,, археоастрономија, етноастрономија

УВОД

Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања „Влашићи“ основано је у априлу 2014. године у Београду, током конференције „Развој астрономије код Срба“, које сваке друге године организује Друштво „Руђер Бошковић“, у просторијама Народне опсерваторије на Калемегдану. Једна од сесија састанка је била посвећена управо археоастрономији. Том приликом је констатовано да у Србији постоји неколико истраживача у овој области, међу којима је и

Милан Димитријевић. Али, нико од њих се не бави теренским истраживањем, које укључује геодетска мерења. Поступак је неопходан ради утврђивања правца археолошки верификованих грађевина и структура саграђених у прошлости, као и особина (и угаоне висине) природног хоризонта. Тек тада се може испитати евентуална усмереност грађевине или структуре према неком астрономском догађају. Иницијатива да се та празнина попуни потекла је од Милана Димитријевића, астронома и Милорада Стојића, археолога. Одмах су је подржали Александра Бајић и Христивоје Павловић. Друштво „Влашићи“ је основано, регистровано у Агенцији за привредне регистре (АПР) и ево, ради успешно већ девет година.

ШТА ЈЕ АРХЕОАСТРОНОМИЈА?

Археoaстрономија је релативно нова научна дисциплина. Истражује како су стари народи посматрали небо, како су разумели то што тамо виде и како су тако стечена сазнања била уграђена у њихово схватање света. Постоји још једна слична дисциплина, која се бави астрономским знањима у одређеним савременим културама и назива се етноастрономија. Заједно, ове две дисциплине, археоастрономија и етноастрономија, чине науку, која се назива Астрономија у култури, а која се понекад дефинише и као Антропологија астрономије

Астрономија у култури је изразито интердисциплинарна наука. Подразумева, у првом реду, сарадњу археолога и астронома. Предмет истраживања може бити нека археолошки идентификована грађевина или структура из прошлости и њена евентуална усмереност према неком небеском догађају. Али, да би се таква оријентација поуздано утврдила, потребно је теренско геодетско мерење, те се и ова наука укључује у рад тима. Наравно, грађевину су направили људи, који су оставили за собом и друге артефакте, који се могу анализирати и који ће донети још нека сазнања о начину живота те заједнице. Предмет анализе могу бити и митови испитиване

заједнице који су везани за одређена небеска тела, као и религијска схватања, по некад сачувана кроз народно усмено предање и/или у неком тренутку записана. Ту се у истраживање укључују антрополози, етнолози, психолози, архитекте....

Покушаји анализе усмерености древних грађевина датирају из 17. века, када је Вилијам Штакли покушао да истражи евентуалну астрономску усмереност одређених структура мегалитског Стоунхенџа. Његов пример је следило неколико тадашњих љубитеља старина. Али, њихове могућности су биле ограничене по питању мерења, јер још нису постојали модерни геодетски системи. Између 1930. и 1970. године, Александер Том, по основном образовању инжењер геодезије, обавио је велику серију мерења на мегалитским праисторијским локалитетима у Британији и утврдио да велика већина тих локалитета има добре ближе и даље (на хоризонту) оријентире за одређене соларне, лунарне и стеларне астрономске догађаје. Његов рад је доживео и похвале и критике, али и инспирисао многе научнике, како у Европи, тако и у Америци. Прва међународна конференција археоастронома одржана је 1981. године у Оксфорду, а прва катедра основана у 1984. са Клајвом Раглсом, као првим професором. У то време, нова наука је наишла на изразит отпор археолога, што је сасвим разумљиво, јер још увек није било јасне методологије нити терминологије. Временом, и методологија и терминологија су значајно усавршене. Од 2019. године, велика годишња конференција Европског удружења археолога (ЕАУ) редовно има сесију за археоастрономију.

Може се сматрати да је претеча археоастрономије у Србији био Милутин Миланковић, који је у својој књизи *Кроз васиону и векове* први писао о начинима на које је небо посматрано у античкој Месопотамији, Египту, Грчкој и Риму. Његова књига је писана на популаран начин, без жеље да представља строго научно штиво, али је прва, која је скренула пажњу јавности на значај сазнања о небу и небеским телима у антич-

ким културама, као и на потребу да се сазнања у овој области продубе.

Милан Димитријевић се више година бавио (између осталог) изучавањем историје астрономије. Први његови радови из ове области датирају из 2006. године, када је успоставио сарадњу са неколицином астронома из Грчке. Управо ти радови су донели сазнања о новој науци, због чега је на конференцију Развој астрономије код Срба уведена нова сесија, са радовима из археоастрономије и етноастрономије. Те, 2014. године, Милорад Стојић и Александра Бајић су представили своје теренско археоастрономско истраживање кружне формације у селу Белица, код Јагодине, која је саграђена током старијег неолита док су Александра Бајић и Хрививоје Павловић представили прве резултате свог теренског археоастрономског истраживања Лепенског Вира. Милан Димитријевић је у оба пројекта био присутан од самог почетка, проверивши сваку тврдњу која је била везана за астрономију. Друштво „Влашићи“ је, како изгледа, радило и пре свог званичног оснивања и регистрација код Агенције за привредне регистре.

ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТ ДРУШТВА „ВЛАШИЋИ“

Оснивачка акта Друштва „Влашићи“ дефинишу да се Друштво бави истраживањима у области Астрономије у култури, дакле археоастрономијом и етноастрономијом, а издржава се објављивањем књига из тих области.

Прва књига коју је Друштво издало 2015. године била је *Сунце Лепенског Вира*. Аутори су Хрививоје Павловић и Александра Бајић, а рецензенти Милан Димитријевић, Милорад Стојић и Драган Јацановић (археолог). Када је, наредне године, Министарство културе Србије откупило део тиража за потребе јавних библиотека, чланови друштва су схватили да су на добром путу...

Након првог издавачког пројекта, Милан Димитријевић и Александра Бајић су решили да се упусте у превођење и објављивање дела античке грчке и римске књижевности, која се односе на астрономска знања. Тиме би била постигнута два циља: Друштво “Влашићи” би добило неопходну литературу за даља истраживања а читалачка публика први превод на српски језик интересантног дела. Прва књига, која је проишла из ове сарање је упоредни превод (са Латинског и Енглеског језика) Овидијевог дела *Фасти (Празници)*. Дело се односи на римске празнике, чији су датуми доведени у везу са датумима одређених најчешће стеларних, астрономских догађаја. Књига је изишла из штампе крајем 2016. године. Убрзо је представљена и Друштву за античке студије, које већ више година успешно води проф. др Ксенија Марицки Гађански. Добила је ласкаве критике а Министарство културе Србије је поново откупило део тиража за потребе јавних библиотека.

Наредни издавачки подухват је био превод дела *Појаве (Феномени)*, античког грчког аутора Арата из Сола. Дело је настало у трећем веку старе ере. То је најстарија сачувана књига, у којој су садржана тадашња астрономска знања античке Грчке. Поново је то био упоредни превод, са Старо-грчког и Енглеског језика. Књига је изишла из штампе 2017. године и поново је добила ласкаве критике од чланова Друштва за античке студије. То је била трећа књига у издању „Влашића“ која је нашла свој пут до јавних библиотека Србије.

Током 2017. године, Александра Бајић и Милан Димитријевић су превели дело Псеудо-Ератостена, *Катастеризми*, које садржи митове везане за веровања о настанку звезда и сазвезђа. Настало је на размеђи трећег и другог века старе ере и вероватно га је написао неки од Ератостенових ученика, у Александрији. Овога пута, Друштво „Влашићи“ није објавило нову књигу. Превод је публикован у зборнику *Антика некад и сад: Домети цивилизације и траг антике*, Друштва за Античке студије Србије, 2019. године.

У току је нови преводилачки и издавачки подухват Друштва „Влашићи“. Милан Димитријевић и Александра Бајић су превели дело античког римског писца Хигина, *Поетска астрономија*, које је настало у првом или другом веку нове ере и описује античке грчке и римске митове о настанку звезда и сазвежђа а уз то даје исцрпан каталог звезда које сачињавају одређена сазвежђа. Планира се да књига изађе из штампе током 2023. године.

ИСТРАЖИВАЊА

Друштво „Влашићи“ се први пут представило Европском удружењу за астрономију у Култури (SEAC) на редовној годишњој конференцији 2018. године, која је одржана у Грацу (Аустрија). Представљена су два рада: о истраживању Лепенског Вира, које су обавили Александра Бајић и Христивоје Павловић, као и истраживање Феликс Ромулијане, римског резиденцијалног комплекса, који је при крају трећег и почетком четвртог века нове ере градио римски император Галерије. Ово друго истраживање су обавили Александра Бајић и Милан Димитријевић, а управо објављена књига *Фаст* била је извор њихове инспирације и драгоцене литература. Оба рада су, након ласкавих рецензија, објављена на Енглеском језику у Зборнику радова са конференције у Грацу.

Током конференције у Грацу, Александра Бајић је упознала Марка Фринкуа из Темишвара, оснивача и члана румунског Друштва за Астрономију у култури, (SRPAC). Марк Фринку је ту представио дотадашње резултате археоастрономске анализе кружне формације код Вршца (поред пута Вршац-Ватин). Касније, током исте године, Фринку је Александри Бајић послао текст рада. Испоставило се да се аутор ослонио на мерења са сателитских мапа, јер му је било компликовано да изврши теренско, астро-геодетско мерење на локалитету, који је изван његове земље. Друштво „Вла-

шићи“ је притекло у помоћ и обавило то мерење. Тако се сарадња учврстила. Од тада, Друштво „Влашићи“ са својим радовима учествује на редовним годишњим конференцијама румунског Друштва СРПАЦ. Међу првим радовима је било истраживање комплекса тумулуса у Атеници, код Чачка, који се приписују Трибалима и саграђени су у шестом веку старе ере. На локалитету је нађено више астрономски оријентисаних структура. Број таквих структура је био довољан за утемељену реконструкцију тачног датума смрти владара, који је сахрањен унутар већег тумулуса а сагласан је са археолошким датирањем већег тумулуса.

Превод Аратове књиге *Појаве (Феномени)* је помогао да схватимо да су стари Грци добро познавали значај звезданих астрономских догађаја. Привидни, јутарњи или вечерњи, изласци или заласци звезда помогли су им да прате ток соларне године. Први подаци о таквом знању се могу наћи у Хесиодовом делу *Послови и дани*, које је настало још у осмом или седмом веку старе ере. Оправдано се може претпоставити да је стечено (знање) већ постојало при крају архајског периода. То би омогућило археоастрономску анализу грчких храмова, од којих су сачувани бар темељи. До сада, Александра Бајић и Милан Димитријевић су урадили више таквих анализа и приказали своје резултате на домаћим и међународним конференцијама. Радови о грчким храмовима на Делосу и Наксосу приказани су 2019. године на редовној годишњој конференцији Европског удружења археолога (ЕАА), која је одржана у Будимпешти. Пошто ЕАА, због бројности радова (преко 1000) не објављује Зборник, радови су приказани и на конференцији румунског Друштва за астрономију у култури (SRPAC), и објављени су у зборнику са конференције, заједно са трећим радом, у коме се анализирају потенцијални астрономски симболи са античких грчких новчића из Акраганта.

Друштво „Влашићи“ је до сада два пута учествовало у раду Бугарско-српске астрономске конференције. Тамо су, између осталог, приказана и два етноастрономска рада, који

се односе на схватања о небу и астрономска знања балканских Словена. Анализирана су два суседна стећка из Доње Згошће, као и место планете Венере у митологији Јужних Словена (према подацима који су нађени у народним епским и лирским песмама Срба и Бугара).

Године 2021, Друштво „Влашићи“ је поново учествовало у раду редовне годишње конференције Европског удружења за астрономију у култури (SEAC), која је одржана у Старој Загори, у Бугарској. Представљена су два међусобно повезана рада, у којима су Александра Бајић и Милан Димитријевић археоастрономски анализирали пет карактеристичних кружних тантричких храмова из Индије, који су посвећени култу Јогини. Анализа је показала да су сви оријентисани према Месечевим хоризонтским екстремима. Даља анализа доступних писаних извора Тантре и класичног Хиндуизма су показала да су Јогини заправо божанске персонификације звезда и астеризама, као и да су сазнања о различитим Месечевим циклусима чврсто уграђена у тантричку космологију. Радови су прихваћени, добили су ласкаве критике, а штампање Зборника је у току.

Никакав закључак се не може дати у овом тексту, јер је Друштво „Влашићи“ није закључило свој рад. И даље је веома активно. Припремамо се за овогодишње домаће и међународне конференције.

БИБЛИОГРАФИЈА ДРУШТВА „ВЛАШИЋИ“

Књиге

- Арат из Сола: 2017, *Појаве (Феномени)*, превели на српски језик и коментарисали Александра Бајић и Милан С. Димитријевић, Друштво „Влашићи“, Београд
- Бајић Александра, Павловић Христивоје: 2015, *Сунце Лепенског Вира*, Друштво „Влашићи“ Београд
- Хигин: 2023, *Поетска астрономија*, 2023, превели на српски

- језик и коментарисали Милан С. Димитријевић и Александра Бајић, Друштво „Влашићи“, Београд (у штампи)
- Овидије: 2016, *Фасту (Празници)*, превели на српски језик и коментарисали Александра Бајић и Милан С. Димитријевић, 2016, Друштво „Влашићи“, Београд
- Псеудо-Ератостен: *Катастеризми*, превели на српски језик и коментарисали Александра Бајић и Милан С. Димитријевић, 2019, *Антика некад и сад: Домети цивилизације и траг антике*, Друштво за Античке студије Србије, Београд, 65-94.

Објављени радови

- Bajić Aleksandra, Pavlović Hristivoje: 2018, *The Summer Solstice Sun at Lepenski Vir*, Harmony and Symmetry Celestial regularities shaping human culture, Proceedings of the SEAC 2018 Conference in Graz.
- Bajić Aleksandra, Stojić Milorad: 2018, *Possible archaeoastronomical aspect of the archaeological site Pojate-Pojila in Belica*, the village in Central Serbia, Sesiunea Nationala de Comunicari a Societatii Romane pentru Astronomie Culturala, Timisoara, 16-17 noiembrie 2018, Lucrari, edited by Marc Eduard Frincu.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2018, *Ovid, Fasti, Sun and stars*, Proceedings of the XVIII Serbian Astronomical Conference, Belgrade, October 17 – 21, 2017 eds. L. Č. Popović, D. Urošević, R. Pavlović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, No. 98, 265-268.
- Bajić Aleksandra: 2019, *Possible astronomical lore of the ancient Tribalians*, Sesiunea Națională de Comunicări a Societății Române pentru Astronomie Culturală, Timișoara 16-17 noiembrie 2018, *Lucrări in extenso*, ed. Marc Eduard Frîncu, *Societatea Română pentru Astronomie Culturală*, Timișoara, An 2, 69-78.

- Dimitrijević Milan S, Bajić Aleksandra: 2019, On the astronomical symbols on roman and greek coins, Sesiunea Națională de Comunicări a Societății Române pentru Astronomie Culturală, Timișoara 16-17 noiembrie 2018, Lucrări in extenso, ed. Marc Eduard Frîncu, Societatea Română pentru Astronomie Culturală, Timișoara, An 2, 106-114.*
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2020, *A pair of stećaks from Donja Zgošća*, Proceedings of the XII Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, eds. L. Č. Popović, V. A. Srećković, M. S. Dimitrijević, A. Kovačević, Publ. Astron. Soc. »Rudjer Bošković«, No. 20, 139-153.
- Dimitrijević Milan S, Bajić Aleksandra: 2020, *Mythological origin of constellations and their description: Aratus, Pseudo Eratosthenes, Hyginus*, Proceedings of the XII Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, eds. L. Č. Popović, V. A. Srećković, M. S. Dimitrijević, A. Kovačević, Publ. Astron. Soc. »Rudjer Bošković«, No. 20, 129-138.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2020, *Archeoastronomical research in Felix Romuliana (The palace, neither on Heaven nor on the Earth)*, in: Harmony and Symmetry, Celestial regularities shaping human culture, Proceedings of the SEAC 2018 Conference in Graz, Sonja Draxler, Max E. Lippitsch, Gudrun Wolfschmidt, editors, European Society for Astronomy in Culture SEAC Publications; Vol. 01, Hamburg: Tredition, 204-212.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2020, *Dionysus, wine, stars and Apollo*, Journal of classical studies, Vol. 21-22, Matica Srpska, Novi Sad, 187-205.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2022, *Portara from Naxos – the Celestial Gate*, Sesiunea Națională de Comunicări a Societății Române pentru Astronomie Culturală Barlad 23-24 septembrie 2021; Lucrări in extenso the Romanian Society for Cultural Astronomy Confer-

- ence, Barlad, Septembrie 23-24, 2021, ed. Marc Eduard FRÎNCU, EUROBIT, Timișoara, 71-80.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2022, *Fine Coins from Akragas – A possible astronomical interpretation Monedele din AKragas – o posibilă interpretare astronomică*, Sesiunea Națională de Comunicări a Societății Române pentru Astronomie Culturală Barlad 23-24 septembrie 2021; Lucrări in extenso the Romanian Society for Cultural Astronomy Conference, Barlad, Septembrie 23-24, 2021, ed. Marc Eduard FRÎNCU, EUROBIT, Timișoara, 81-91.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2022, *Delos, the Centre of Apollo's Cult - An Archaeoastronomical Viewpoint DELOS, centrul cultului lui Apollo - o perspectivă arheoastronomică*, Sesiunea Națională de Comunicări a Societății Române pentru Astronomie Culturală Barlad 23-24 septembrie 2021; Lucrări in extenso the Romanian Society for Cultural Astronomy Conference, Barlad, Septembrie 23-24, 2021, ed. Marc Eduard FRÎNCU, EUROBIT, Timișoara, 61-70.
- Bajić Aleksandra, Dimitrijević Milan S.: 2021, *Shield of Heracles and the Temple of Apollo Pagasaeus - An Archaeoastronomical perspective*, Journal of Classical Studies No. 23, Matica srpska, Novi Sad, 159-175.

БИБЛИОГРАФИЈА ИЗАБРАНИХ НАУЧНИХ РАДОВА И КЊИГА МИЛАНА С. ДИМИТРИЈЕВИЋА³

А. НАУЧНИ РАДОВИ У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

1. M. Platiša, M. Popović, M. Dimitrijević, N. Konjević: STARK BROADENING OF A III AND A IV LINES, *Z. für Naturforschung* **30A**, (1975), 212-215.
2. M. Platiša, M. Dimitrijević, M. Popović and N. Konjević: STARK BROADENING OF F II AND C I III LINES, *Astronomy and Astrophysics* **54**, (1977), 837-840.
3. M. Platiša, M. Dimitrijević, M. Popović and N. Konjević: STARK BROADENING OF Si III and Si IV LINES, *J. Phys. B* **10**, (1977), 2997-3004.
4. M. S. Dimitrijević and P. Grujić: LONG-RANGE POTENTIALS AND STARK BROADENING OF NEUTRAL LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **19**, (1978), 407-416.
5. M. Platiša, M. S. Dimitrijević and N. Konjević: STARK BROADENING OF Ne II LINES, *Astronomy and Astrophysics*. **67**, (1978), 103-105.
6. J. Purić, M. S. Dimitrijević and I. S. Lakićević: SOME REGULARITIES WITHIN THE STARK WIDTHS OF RESONANCE LINES OF ALKALI LIKE HOMOLOGOUS ATOMS AND IONS, *Phys.Lett.* **67 A**, (1978), 189-190.

3 Радови који се односе на Активна галактичка језгра, као и они са Анатолијем Михајловим, Владимиром Срећковићем и Александром Бајић, наведени су у одговарајућим прилозима у овој књизи.

7. M. Dimitrijević and N. Konjević: ON THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF GAUNT FACTORS, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **20**, (1978), 223-226.
8. M. S. Dimitrijević and P. V. Grujić: ON MUTUAL ANGLE AND ENERGY DISTRIBUTIONS NEAR IONISATION THRESHOLDS FOR ELECTRON ION COLLISIONS, *J. Phys. B* **12**, (1979), 1873-1880.
9. M. Platiša, M. Popović, M. Dimitrijević, N. Konjević: STARK BROADENING OF S (III) AND S (IV) LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **22**, (1979), 333-335.
10. M. S. Dimitrijević, P. Grujić: APPROXIMATE CLASSICAL TRAJECTORIES AND THE ADIABATIC THEORY OF THE STARK BROADENING OF NEUTRAL-ATOM LINES, *Z. Naturforsch* **34a**, (1979), 1362-1364.
11. M. Dimitrijević, N. Konjević: THE IMPORTANCE OF THE PUL-SE SHAPE FOR THE LASER-BEAM TARGET INTERACTION, *Optics and Laser Technology* **12**, (1980), 145-148.
12. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: STARK BROADENING OF DOUBLY AND TRIPLY IONIZED ATOMS, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **24**, (1980), 451-459.
13. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: ON THE STARK BROADENING OF IONIZED NITROGEN LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **25**, (1981), 387-392.
14. M. S. Dimitrijević, P. V. Grujić: ELECTRON-HELIUM DOUBLE IONISATION NEAR THE THRESHOLD: NUMERICAL INVESTIGATIONS, *J. Phys. B* **14**, (1981), 1663-1674.
15. M. S. Dimitrijević, N. Feautrier, S. Sahal-Bréchet: COMPARISON BETWEEN QUANTUM AND SEMICLASSICAL CALCULATIONS OF THE ELECTRON IMPACT BROADENING OF THE Li I RESONANCE LINE, *J. Phys. B* **14**, (1981), 2559-2668.

16. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: SEMIEMPIRICAL STARK LINEWIDTHS OF ALKALI LIKE IONS, *Astron. Astrophys.* **102**, (1981), 93-96.
17. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: SEMICLASSICAL CALCULATIONS OF ELECTRON IMPACT WIDTHS OF S(III), Cl (III) AND S(IV) ISOLATED LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **27** (1982), 203-205.
18. M. S. Dimitrijević: ON THE VARIATION OF STARK LINE WIDTH WITHIN A SUPERMULTIPLY, *Astron. Astrophys.* **112**, (1982), 251-256.
19. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: STARK BROADENING OF ISOLATED SPECTRAL LINES OF HEAVY ELEMENTS IN PLASMAS, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **30**, (1983), 45-54.
20. M. S. Dimitrijević, P. Grujić: THE CLASSICAL TRAJECTORY STUDY OF $(e^+ + A - A^+ + e^- + e^+)$ REACTION NEAR THE THRESHOLD, *J. Phys. B* **16**, (1983), 297-305.
21. V. Vujnović, Č. Vadla, V. Lokner, M. S. Dimitrijević: HALF-WIDTHS OF NEUTRAL FLUORINE LINES, *Astron. Astrophys.* **123**, (1983), 249-252.
22. M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF Si II AND Si III SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys.* **127**, (1983), 68-72.
23. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF NEUTRAL HELIUM LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **31**, (1984), 301-313.
24. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF NEUTRAL HELIUM LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST: REGULARITIES WITHIN SPECTRAL SERIES, *Astron. Astrophys.* **136**, (1984), 289-298.
25. M. S. Dimitrijević: THE TRAJECTORY EFFECT IN CALCULATIONS OF THE PHASE SHIFT FOR BINARY COLLISIONS AND BROADENING OF NEUTRAL ATOM LINES, *J. Phys. B* **17**, (1984), L 283-L 287.

26. M. S. Dimitrijević: ELECTRON IMPACT LINE WIDTHS OF THE RESONANCE LINES OF Be-LIKE IONS, *Astron. Astrophys.* **131**, (1984), 327-328.
27. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: ON THE DEPENDENCE OF STARK WIDTH AND SHIFT ON THE IONIZATION POTENTIAL, *Z. Naturforsch.* **39a**, (1984), 553-555.
28. M. S. Dimitrijević, P. V. Grujić: LANGMUIR'S HELIUM LIKE MODELS REVISITED, *Z. Naturforsch.* **39a**, (1984), 930-938.
29. M. S. Dimitrijević: DEPENDENCE OF STARK WIDTHS AND SHIFTS ON THE IONIZATION POTENTIAL: np^k $^{1(n+1)s} - np^k$ RESONANCE TRANSITIONS, *Astron. Astrophys.* **145**, (1985), 439-442.
30. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: COMPARISON OF MEASURED AND CALCULATED STARK BROADENING PARAMETERS FOR NEUTRAL-HELIUM LINES, *Phys. Rev. A* **31**, (1985), 316-320.
31. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: BROADENING OF NEUTRAL SODIUM LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **34**, (1985), 149-161.
32. M. S. Dimitrijević: ON THE STARK BROADENING WITHIN A F I TRANSITION ARRAY, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **64**, (1986), 591-594.
33. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: SIMPLE FORMULAE FOR ESTIMATING STARK WIDTHS AND SHIFTS OF NEUTRAL ATOM LINES, *Astron. Astrophys.* **163**, (1986), 297-300.
34. M. S. Dimitrijević, V. Kršljanin: ELECTRON-IMPACT SHIFTS OF ION LINES: MODIFIED SEMIEMPIRICAL APPROACH, *Astron. Astrophys.* **165**, (1986), 269-274.
35. M. S. Dimitrijević, Truong-Bach: ON THE STARK BROADENING OF SINGLY IONIZED ARGON LINES, *Z. Naturforsch.* **41a**, (1986), 772-776.

36. M. S. Dimitrijević, N. Konjević: SIMPLE ESTIMATES FOR STARK BROADENING OF ION LINES IN STELLAR PLASMAS, *Astron. Astrophys.* **172**, (1987), 345-349.
37. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF NEUTRAL POTASSIUM LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **38**, (1987), 37-45.
38. T. Lanz, M. S. Dimitrijević, M. C. Artru: STARK BROADENING OF VISIBLE Si II LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, *Astron. Astrophys.* **192**, (1988), 249-254.
39. Y. Vitel, M. Skowronek, M. S. Dimitrijević, M. M. Popović: STARK BROADENING ALONG A HOMOLOGOUS SEQUENCE OF NOBLE GAS ATOMIC LINES IN DENSE PLASMAS, *Astron. Astrophys.* **200**, (1988), 285-290.
40. M. S. Dimitrijević: ELECTRON-IMPACT WIDTHS OF DOUBLY AND TRIPLY CHARGED ION LINES OF ASTROPHYSICAL IMPORTANCE, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **76**, (1988), 53-59.
41. M. S. Dimitrijević, M. M. Popović: ESTIMATES OF STARK WIDTH ALONG A HOMOLOGOUS SEQUENCE, *Astron. Astrophys.* **217**, (1989), 201-203.
42. V. Kršljanin, M. S. Dimitrijević: MODIFIED SEMIEMPIRICAL STARK SHIFTS OF Ar II LINES, *Z. Phys. D* **14**, (1989), 273-280.
43. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF He I LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **82**, (1990), 519-529.
44. M. S. Dimitrijević, P. Grujić, G. Peach, N. Simonović: SMALL-ENERGY THREE-BODY SYSTEMS: IV. CLASSICAL TRAJECTORY CALCULATIONS FOR THE NEAR-THRESHOLD BEHAVIOUR OF COLLISION - INDUCED DISSOCIATION, *J. Phys. B* **23**, (1990), 1641-1653.
45. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Na (I) LINES WITH THE PRINCIPAL QUAN-

- TUM NUMBER OF THE UPPER STATE BETWEEN 6 AND 10. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **44**, (1990), 421-431.
46. M. S. Dimitrijević, G. Peach: REGULARITIES AND SIMILARITIES ON THE WIDTHS OF SPECTRAL LINES PERTURBED BY NEUTRAL ATOMS, *Astron. Astrophys.* **236**, (1990), 261-267.
 47. M. S. Dimitrijević, P. Grujić, N. Simonović: FOURFOLD IONIZATION BY ELECTRONS NEAR THE THRESHOLD, *Z. Phys. D* **15**, (1990), 203-209.
 48. S. Djurović, N. Konjević, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF HALOGEN ATOM LINES FROM (^D)np LEVELS, *Z. Phys. D* **16**, (1990), 255-260.
 49. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet and V. Bommier: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. I. C IV LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, (1991), 581-590.
 50. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet and V. Bommier: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. II Si IV LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, (1991), 591-598.
 51. J. Purić, M. Ćuk, M. S. Dimitrijević and A. Lesage: REGULARITIES OF STARK PARAMETERS ALONG THE PERIODIC TABLE, *Astrophysical Journal* **382**, (1991), 353-357.
 52. M. S. Dimitrijević and S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Li (I) LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **46**, (1991), 41-53.
 53. B. Grabowski, A. Czainski and M. S. Dimitrijević: EFFECT OF BACK REACTION ON BROADENING OF ATOMIC SPECTRAL LINES IN THE IMPACT APPROXIMATION, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **45**, (1991), 181-188.
 54. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF

- ASTROPHYSICAL INTEREST. Sc III AND Ti IV LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **95**, (1992), 121-128.
55. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. IV. N V LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **95**, (1992), 109-120.
56. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Be II SPECTRAL LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **48**, (1992), 397-403.
57. M. S. Dimitrijević: STARK-BROADENING PARAMETERS OF IONIZED MERCURY SPECTRAL LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **47**, (1992), 315-318.
58. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF THE A AND a FUNCTIONS FOR IONIZED EMITTERS IN SEMICLASSICAL STARK-BROADENING THEORY, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **48**, (1992), 349-351.
59. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. VI. CIV LINES OF LARGE PRINCIPAL QUANTUM NUMBER, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **96**, (1992), 613-624.
60. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. III. O VI LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **93**, (1992), 359-371.
61. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Ca II SPECTRAL LINES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **49**, (1993), 157-164.
62. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. VIII. S VI LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **100**, (1993), 91-101.

63. M. S. Dimitrijević: STARK-BROADENING PARAMETERS OF SPECTRAL LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST OF NEUTRAL PALLADIUM, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **100**, (1993), 593-594.
64. M. S. Dimitrijević: ELECTRON-IMPACT WIDTHS OF FOUR- AND FIVE-TIMES CHARGED ION LINES OF ASTROPHYSICAL IMPORTANCE, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **100**, (1993), 237-241.
65. L. Č. Popović, I. Vince, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF Zn II AND Cd II SPECTRAL LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **102**, (1993), 17-23.
66. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. VII. Al III LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **99**, (1993), 585-589.
67. Milan S. Dimitrijević: STARK WIDTHS OF FOURTHLY AND FIFTHLY CHARGED ION LINES, *Astrophys. Lett. and Communications* **28**, (1993), 385-388.
68. Milan S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF Pt II LINES IN CHEMICALLY PECULIAR STARS, *Astrophys. Lett. and Communications* **28**, (1993), 381-383.
69. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. IX. F VII LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **101**, (1993), 587-597.
70. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: STARK BROADENING OF Bi II LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **101**, (1993), 583-586 (Erratum in *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **107**, (1994) 191).
71. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Al I SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **49**, (1994), 34-38.

72. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Be I SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **105**, (1994), 243-244.
73. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XI. Al XI AND Si XII, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **105**, (1994), 245-246.
74. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Rb I SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **49**, (1994) 661-665.
75. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. X. Ne VIII AND Na IX LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **107**, (1994), 349-351.
76. B. Blagojević, M. V. Popović, N. Konjević, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF TRIPLY IONIZED OXYGEN LINES: THE TEMPERATURE DEPENDENCE, *Phys. Rev. E* **50**, (1994), 2986-2990.
77. M. S. Dimitrijević, P. V. Grujić, N. Simonović: SMALL-ENERGY THREE-BODY SYSTEMS: V. THRESHOLD LAWS WHEN WANNIER THEORY FAILS, *J. Phys. B* **27**, (1994), 5717-5730.
78. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XII. O IV AND O V, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **109**, (1995), 551-552.
79. M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF SINGLY-IONIZED IRON SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **111**, (1995), 565-568.
80. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Mg I SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **52**, (1995), 41-51.

81. M. S. Dimitrijević: STARK WIDTHS AND SHIFTS OF Ni II SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **114**, (1995), 171-173.
82. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XIII. C V AND P V, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **115**, (1996), 351-552.
83. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF HEAVY ION LINES: As II, Br II, Sb II AND I II, *Physica Scripta* **53**, (1996), 325-331
84. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF Xe II LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **116**, (1996), 359-365.
85. M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, A. Srećković, M. Platiša: ON THE S III AND S IV SPECTRAL LINES STARK BROADENING PARAMETERS, *Physica Scripta* **53**, (1996), 545-548.
86. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SOLAR Mg I LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **117**, (1996), 127-129.
87. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Li II SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **54**, (1996), 50-55.
88. B. Blagojević, M.V. Popović, N. Konjević, M. S. Dimitrijević: PLASMA BROADENING AND SHIFTING OF SPECTRAL LINES ALONG THE ISOELECTRONIC SEQUENCE OF BORON, *Phys. Rev. E* **54**, (1996), 743-756.
89. M. S. Dimitrijević S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Se I SPECTRAL LINES, *Ж. Прикл. Спектроск.* **63**, (1996), 853-860.
90. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Se I SPECTRAL LINES, *J. Appl. Spectrosc.* **63**, (1996), 726-731.

91. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XIV. Be III AND B III, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **119**, (1996), 369-371.
92. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Sr I SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **119**, (1996), 529-530.
93. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: STARK WIDTHS FOR ASTROPHYSICALLY IMPORTANT ns-np TRANSITIONS IN Sc II, Y II, AND Zr II SPECTRA, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **120**, (1996), 373-374.
94. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Ba I AND Ba II SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **122**, (1997), 163-166.
95. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST XV. P IV SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **122**, (1997), 533-534.
96. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING PARAMETERS FOR Kr II LINES FROM 5s - 5p TRANSITIONS, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **127**, (1998), 295-297.
97. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST XVI. S V SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **127**, (1998), 543-544.
98. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF V V AND V XIII SPECTRAL LINES, *Atomic Data and Nuclear Data Tables* **68**, (1998), 241-277.
99. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: THE ELECTRON IMPACT BROADENING PARAMETERS IN HOT STAR ATMOSPHERES: Mn II, Mn III, Ga III, Ge III AND Ge

- IV LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **128**, (1998), 203-205.
100. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XVII. Ca IX AND Ca X, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **128**, (1998). 359-360.
 101. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XVIII. Si XI AND Si XIII, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **129**, (1998), 155-156.
 102. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: ELECTRON-IMPACT BROADENING OF Mg II SPECTRAL LINES FOR ASTROPHYSICAL AND LABORATORY PLASMA RESEARCH, *Physica Scripta* **58**, (1998), 61-71.
 103. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XIX Na X SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **130**, (1998), 539-540.
 104. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST XX. O VII AND Mg XI SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **131**, (1998), 141-142.
 105. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XXI. Sc X, Sc XI, Ti XI AND Ti XII SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **131**, (1998), 143-144.
 106. М. С. Димитриевич, С. Саха-Брешо: ШТАРКОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ Y III, Ж. Прикл. Спектроск. **65**, (1998), 476-481.
 107. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Y III SPECTRAL LINES, *J. Appl. Spectrosc.* **65**, (1998), 492-498.

108. B. Blagojević, M. V. Popović, N. Konjević, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING PARAMETERS OF ANALOGOUS SPECTRAL LINES ALONG THE LITHIUM AND BERYLLIUM ISOELECTRONIC SEQUENCES, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **61**, (1999), 361-375.
109. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XXII K VIII AND K IX SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **133**, (1999), 227-228.
110. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova: THE ELECTRON-IMPACT BROADENING EFFECT IN CP STARS: THE CASE OF La II, La III, Eu II, AND Eu III LINES, *Astron. Astrophys.* **350**, (1999), 719-724.
111. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF NEUTRAL CALCIUM SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **140**, (1999), 191-192.
112. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF NEUTRAL ZINC SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **140**, (1999), 193-196.
113. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, D. Tankosić: THE STARK BROADENING EFFECT IN HOT STAR ATMOSPHERES: Au I AND Au II LINES, *Astron. Astrophys.* **139**, (1999), 617-623.
114. M. С. Димитриевич, С. Саха-Брешо: ШТАРКОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ In III, Tl III И Pb IV, *Ж. Прикл. Спектроск.* **66**, (1999), 753-757.
115. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF In III, Tb III AND Pb IV SPECTRAL LINES, *J. Appl. Spectrosc.* **66**, (1999), 868-873.
116. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING PARAMETERS FOR SPECTRAL LINES OF SINGLY-, DOUBLY- AND TRIPLY-CHARGED VANADIUM IONS, *Physica Scripta* **61**, (2000), 192-199.

117. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF F VI, Cl VII AND Kr VIII SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **61**, (2000), 319-322.
118. M. S. Dimitrijević, D. Tankosić: ON THE VARIATION OF STARK LINE SHIFTS WITHIN A GIVEN SPECTRUM IN THE CASE OF IRREGULAR ENERGY LEVEL STRUCTURE, *Physica Scripta* **62**, (2000), 177-182.
119. V. Milosavljević, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: STARK BROADENING PARAMETERS OF THE Kr II AND Kr III SPECTRAL LINES, *Phys. Rev. E* **62**, (2000), 4137.
120. L. Č. Popović, N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: THE IMPORTANCE OF ELECTRON-IMPACT BROADENING IN HOT STAR ATMOSPHERES: THE CASE OF Zr II AND Zr III LINES, *Baltic Astronomy* **9**, (2000), 656.
121. D. Tankosić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF HEAVY ELEMENT SPECTRAL LINES IN HOT STARS: Au II, Co II, Ti II AND Co III, *Baltic Astronomy* **9**, (2000), 662.
122. N. Milovanović, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: BELDATA - THE DATABASE OF BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, *Baltic Astronomy* **9**, (2000), 595.
123. М. С. Димитриевич, С. Саха-Брешо: ШТАРКОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ Ar VIII, *Ж. Прикл. Спектроск.* **67**, (2001), 285-288.
124. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Ar VIII SPECTRAL LINES, *J. Appl. Spectrosc.* **67**, (2000), 392-395.
125. D. Tankosić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: ELECTRON-IMPACT BROADENING PARAMETERS FOR Ra II SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **63**, (2001), 54.
126. L. Č. Popović, N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: THE ELECTRON-IMPACT BROADENING EFFECT IN HOT STAR ATMOSPHERES: THE CASE OF SINGLY- AND

- DOUBLY-IONIZED ZIRCONIUM, *Astron. Astrophys.* **365**, (2001), 656.
127. A. Srećković, M. S. Dimitrijević, S. Djeniže: STARK BROADENING IN O III SPECTRUM, *Astron. Astrophys.* **371**, (2001), 354-359.
128. V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević, S. Djeniže: STARK WIDTHS OF THE Ne II, Ne III AND Ne IV SPECTRAL LINES, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **135**, (2001), 115-124.
129. D. Tankosić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: ELECTRON - IMPACT STARK BROADENING PARAMETERS FOR Ti II AND Ti III SPECTRAL LINES, *Atomic Data and Nuclear Data Tables* **77**, (2001), 277-310.
130. L. Č. Popović, S. Simić, N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING EFFECT IN STELLAR ATMOSPHERES: Nd II LINES, *Astrophys. J. Suppl. Series* **135**, (2001), 109.
131. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF In II SPECTRAL LINES, *Physica Scripta* **65**, (2002), 83-95.
132. S. Djeniže, V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević: STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES IN THE Ne II SPECTRUM, *Astron. Astrophys.* **382**, (2002), 359-367.
133. M. S. Dimitrijević, Lj. Skuljan, S. Djeniže: STARK BROADENING OF THE Ar I SPECTRAL LINES 763.51, 738.39 AND 696.54 nm, *Physica Scripta* **66**, (2002), 77-81.
134. M. S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ (1879-1958) AND HIS CONTRIBUTION TO EUROPEAN ASTRONOMY, *Astronomische Nachrichten* **323**, (2002), 570-573.
135. S. Djeniže, M. S. Dimitrijević, A. Srećković, S. Bukvić: STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES IN Si III AND Si IV SPECTRA, *Astron. Astrophys.* **396**, (2002), 331-336.

136. M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: THE CALENDAR OF THE GREEK OR-TODOX CHURCH, *Astron. Astrophys. Transactions* **21**, (2002), 145-147.
137. D. Tankosić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: THE ELECTRON-IMPACT BROADENING PARAMETERS FOR Co III SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys.* **399**, (2003), 795-797.
138. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XXIII Be III, *Astron. Astrophys.* **400**, (2003), 791-793.
139. A. Srećković, M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, S. Bukvić: STARK BROADENING PARAMETERS IN THE S III SPECTRUM, *Astron. Astrophys.* **400**, (2003), 1155-1159.
140. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, V. Tsymbal: ON THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Si I LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, *Astron. Astrophys.* **404**, (2003), 1099-1106.
141. М. С. Димитриевич: ШТАРКОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ Ne II И Ne III, *Ж. Прикл. Спектрск.* **70**, (2003), 439-443.
142. V. Milosavljević, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: EXPERIMENTAL AND CALCULATED STARK WIDTHS WITHIN THE Kr I SPECTRUM, *Phys. Rev. E* **68**, (2003), 016402-1-8.
143. M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING IN ASTROPHYSICS (APPLICATIONS OF BELGRADE SCHOOL RESULTS AND COLLABORATION WITH FORMER SOVIET REPUBLICS), *Astronomy and Astrophysics Transactions* **22**, (2003), 389-412.
144. M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Z. Simić: STARK BROADENING OF NEUTRAL GERMANIUM SPECTRAL LINES, *Astron. Astrophys.* **410**, (2003), 735-739.

145. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Ag I SPECTRAL LINES, *Atomic Data and Nuclear Data Tables* **85**, (2003), 269-290.
146. M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF Ne II AND Ne III SPECTRAL LINES, *Journal of Applied Spectroscopy* **70**, (2003), 493-497.
147. S. Djeniže, V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević: TRANSITION PROBABILITIES IN Kr II AND Kr III SPECTRA, *European Physical Journal D* **27**, (2003), 209-213.
148. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić,: IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, *Astronomy and Astrophysics* **417**, (2004), 375-380.
149. V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević, S. Djeniže: MEASURED AND CALCULATED STARK BROADENING PARAMETERS FOR SEVERAL Ar I SPECTRAL LINES, *High Temperature Material Processes* **7**, (2003), 525-533.
150. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić: STARK BROADENING OF Ga I SPECTRAL LINES, *Astronomy and Astrophysics* **425**, (2004), 1147-1152.
151. A. Srećković, S. Bukvić, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING PARAMETERS IN SINGLY AND DOUBLY IONIZED FLUORINE SPECTRA, *Astronomy and Astrophysics* **420**, (2004), 769-774.
152. V. Milosavljević, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: ELECTRON AND ION CONTRIBUTIONS TO THE Ne I SPECTRAL LINE BROADENING, *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics* **37**, (2004), 2713-2724.
153. L. Csillag, M. S. Dimitrijević: ON THE STARK BROADENING OF THE 537.8 nm AND 441.6 nm Cd⁺ LINES EXCITED IN A HOLLOW CATHODE LASER DISCHARGE, *Applied Physics B: Lasers and Optics* **78**, (2004), 221-223.

154. N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF THE FOUR TIME IONIZED SILICON SPECTRAL LINES, *Astronomy and Astrophysics* **423**, (2004), 397-400.
155. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, S. Kan: ON THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Cr I LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, *Astronomy and Astrophysics* **435**, (2005), 1191-1198
156. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: STARK BROADENING OF F III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, *Ж. Прикл. Спектроскоп.* **72**, (2005), 412-415.
157. W. F. Mahmoudi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: MODIFIED SEMIEMPIRICAL ELECTRON WIDTH CALCULATIONS OF SINGLY- IONIZED OXYGEN SPECTRAL LINES, *Astronomy and Astrophysics* **434**, (2005), 773-778.
158. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: STARK BROADENING OF F III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, *Journal of Applied Spectroscopy* **72**, (2005), 443-446.
159. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Cd I SPECTRAL LINES, *Astronomy and Astrophysics* **441**, (2005), 391-393.
160. E. Danezis, E. Theodossiou, I. Gonidakis, M. S. Dimitrijević: „UN-TANGIBLE WORLD“ AND MODERN PHYSICS *European Journal for Science and Theology* **1(4)** (2005), 29-35.
161. M. S. Dimitrijević, L. Csillag: SPECTRAL LINE BROADENING INFLUENCE ON THE MODE STRUCTURE OF THE He – Kr and He – Ar GAS LASERS, *Журнал Прикладной Спектроскопии* **73**, (2006), 405-407.

162. H. Elabidi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: ELECTRON IMPACT BROADENING OF MULTICHARGED ION LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST: Ne VII, Ne VIII, AND Si XI, *New Astronomy* **12** (2006), 64-70.
163. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić: STARK BROADENING PARAMETERS FOR Cu III, Zn III AND Se III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, *New Astronomy* **12** (2006), 187-191.
164. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: NICEPHOROS GREGORAS: THE GREATEST BYZANTINE ASTRONOMER, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **25** (2006), 105-118.
165. M. S. Dimitrijević, L. Csillag: SPECTRAL LINE BROADENING INFLUENCE ON THE MODE STRUCTURE OF THE He – Kr and He – Ar GAS LASERS, *Journal of Applied Spectroscopy* **73** (2006), 458-461.
166. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, J. Kovačević, M. Dačić, D. Ilić: THE FLUX RATIO OF THE [OIII] $\lambda\lambda$ 4959,5007 LINES IN AGN: COMPARISON WITH THEORETICAL CALCULATIONS, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **374** (2007), 1181-1184.
167. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzادا: USING THE VAN DER WAALS BROADENING OF THE SPECTRAL ATOMIC LINES TO MEASURE THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE, *Spectrochimica Acta B* **62** (2007), 169-176.
168. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF THE SPECTRAL LINES OF Ne V, *Astrophysical Journal Supplement Series*, **170** (2007), 243-250.
169. M. S. Dimitrijević, M. Christova, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I SPECTRAL LINES, *Physica Scripta*, **75** (2007), 809-819.

170. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, D. Nikolaidis, A. Antoniou: THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Mg II $\lambda\lambda$ 2795.523, 2802.698 Å REGIONS OF 64 Be STARS, Publications of the Astronomical Society of Japan, **59** (2007), 357-371 .
171. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Cr II SPECTRAL LINE SHAPES IN STELLAR ATMOSPHERES, Astronomy and Astrophysics **469**, (2007), 681-686.
172. E. Th. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, V. N. Manimassis, Th. Grammenos: 2007, HYDOR FROM ANCIENT GREEK COSMOGONIES TO MODERN ASTROPHYSICS, Transdisciplinarity in Science and Religion **1** (2007), 137-152.
173. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, A. Antoniou, E. Theodossiou: A NEW MODEL FOR THE STRUCTURE OF THE DACs AND SACs REGIONS IN THE Oe AND Be STELLAR ATMOSPHERES, Publications of the Astronomical Society of Japan **59**, (2007), 827-834.
174. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, Z. Simić, M. Dačić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING AND HFS OF Mn II, New Astronomy, **13** (2008), 85-92.
175. M. S. Dimitrijević, E. Th. Theodossiou, P. Z. Mantarakis: MILUTIN MILANKOVIĆ AND THE REFORM OF THE JULIAN CALENDAR IN 1923, Journal of Astronomical History and Heritage **11** (2008), 50-54.
176. R. Hamdi, N. Ben Nessib, N. Milovanović, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet, ATOMIC DATA AND ELECTRON-IMPACT BROADENING EFFECT IN DO WHITE DWARF ATMOSPHERES: Si VI, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **387** (2008), 871-882.

177. B. Zmerli, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, TEMPERATURE DEPENDENCE OF ATOMIC SPECTRAL LINE WIDTHS IN A PLASMA, *European Journal of Physics D* **48** (2008), 389-395.
178. J. Muñoz, M. S. Dimitrijević, C. Yubero, M. D. Calzada: USING THE VAN DER WAALS BROADENING OF SPECTRAL ATOMIC LINES TO MEASURE THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON-HELIUM MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE, *Spectrochimica Acta B* **64** (2009), 167-172.
179. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodosiou, D. Stathopoulos: A STUDY OF THE ATMOSPHERIC STRUCTURE OF AX Mon (HD 45910), *Communications in Asteroseismology* **159** (2009), 119-120.
180. D. Jevremović, M.S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić, V. Protić Benišek, E. Bon, N. Gavrilović, J. Kovačević, V. Benišek, A. Kovačević, D. Ilić, S. Sahal-Bréchet, K. Tsvetkova, Z. Simić, M. Malović: THE PROJECT OF SERBIAN VIRTUAL OBSERVATORY AND DATA FOR STELLAR ATMOSPHERE MODELING, *New Astronomy Review*, **53** (2009), 222–226.
181. E. Lyratzi, L. Č. Popović, E. Danezis, M. S. Dimitrijević, A. Antoniou: KINEMATICS OF THE BROAD ABSORPTION LINE REGION IN QSOS: ROTATION AND RANDOM MOTION, *New Astronomy Review*, **53** (2009), 179–185.
182. E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, A. Antoniou: INTERPRETING THE COMPLEX LINE PROFILES IN THE STELLAR SPECTRA, *New Astronomy Review*, **53** (2009), 214–221.
183. Z. Simić, M.S. Dimitrijević, A. Kovačević: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES IN CHEMICALLY PECULIAR STARS: TE I LINES AND RE-

- CENT CALCULATIONS FOR TRACE ELEMENTS, *New Astronomy Review*, **53** (2009), 246–251.
184. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, E. Danezis, M. S. Dimitrijević: THE COSMOLOGY OF THE GNOSTICS AND THE ORTHODOX CHURCH, *Transdisciplinarity in Science and Religion* **5** (2009), 47-52.
 185. M. S. Dimitrijević, E. Th. Theodossiou: THE ORTHODOX CHURCH AND ASTRONOMY IN COMMON FIGHT AGAINST ASTROLOGICAL SUPERSTITION, *Transdisciplinarity in Science and Religion* **5** (2009), 87-93.
 186. R. Qindeel, M. S. Dimitrijević, N. M. Shaikh, N. Bidin, Y. M. Daud: SPECTROSCOPIC ESTIMATION OF ELECTRON TEMPERATURE AND DENSITY OF ZINC PLASMA OPEN AIR INDUCED BY Nd:YAG LASER, *European Physical Journal: Applied Physics*, **50** (2010), 30701-p1-p7.
 187. M. L. Dubernet, V. Boudon, J. L. Culhane, M. S. Dimitrijevic, A. Z. Fazliev, C. Joblin, F. Kupka, G. Leto, P. Le Sidaner, P. A. Loboda, H. E. Mason, N. J. Mason, C. Mendoza, G. Mulas, T. J. Millar, L. A. Nuñez, V. I. Perevalov, N. Piskunov, Y. Ralchenko, G. Rixon, L. S. Rothman, E. Roueff, T. A. Ryabchikova, A. Ryabtsev, S. Sahal-Bréchet, B. Schmitt, S. Schlemmer, J. Tennyson, V. G. Tyuterev, N. A. Walton, V. Wakelam, C. J. Zeippen: VIRTUAL ATOMIC AND MOLECULAR DATA CENTRE, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **111** (2010), 2151-2159.
 188. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: THE INCONVENIENT RELATION BETWEEN RELIGION AND SCIENCE: THE PREVALENCE OF THE HELIOCENTRIC THEORY, *European Journal for Science and Theology* **6** (3) (2010), 47-56.
 189. B. Zmerli, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING CALCULATIONS OF NEUTRAL COPPER SPECTRAL LINES AND TEMPER-

- ATURE DEPENDENCE, *Physica Scripta* **82**, (2010), 055301 (9pp).
190. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: THE CONTRIBUTION OF THE CHURCH IN BYZANTIUM TO THE NATURAL SCIENCES: BYZANTINE ASTRONOMERS AND SCIENTISTS, *European Journal for Science and Theology* **6 (4)** (2010), 57-69.
 191. M. S. Dimitrijević: 2011, PROBLEMS OF CALENDAR REFORM AND EASTER DATE DETERMINATION AND A PROPOSITION TO THE SERBIAN ORTHODOX CHURCH, MADE BY DJORDJE STANOJEVIĆ, *Transdisciplinary Studies* **1** (2011), 147-156.
 192. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: THE CONTRIBUTION OF BIZANTINE PRIESTS IN ASTRONOMY AND COSMOLOGY. I. THE CHURCH FATHERS: THREE BISHOPS ST. BASIL THE GREAT, ST. GREGORY OF NAZIANZUS AND ST. JOHN CHRYSOSTOM, *European Journal for Science and Theology* **7 (2)** (2011), 33-47.
 193. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, P. Z. Mantarakis M. S. Dimitrijević: 2011, ASTRONOMY AND CONSTELLATIONS IN ILIAD AND ODISSEY, *Journal of Astronomical History and Heritage* **14(1)** (2011), 22-30.
 194. E. Theodossiou, P. Mantarakis, M. S. Dimitrijević, V. N. Manimanis, E. Danezis: FROM THE INFINITY (APEIRON) OF ANAXIMANDER IN ANCIENT GREECE TO THE THEORY OF INFINITE UNIVERSES IN MODERN COSMOLOGY, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **27** (2010/2011), 162-176 (153-167).
 195. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: THE CONTRIBUTION OF BIZANTINE PRIESTS IN ASTRONOMY AND COSMOLOGY. II. GREAT CHURCH SCHOLARS IN THE EARLY BYZANTINE EMPIRE, *European Journal for Science and Theology* **7 (4)** (2011), 25-45.

196. H. Elabidi, S. Sahal-Bréchet, M. S. Dimitrijević, N. Ben Nessib: QUANTUM STARK BROADENING DATA FOR THE C IV, N V, O VI, F VII AND NE VIII RESONANCE DOUBLETS, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **417** (2011), 2624-2630.
197. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, P. Z. Mantarakis: 2011, SIRIUS IN ANCIENT GREEK AND ROMAN LITERATURE: FROM THE ORPHIC ARGONAUTICS TO THE ASTRONOMICAL TABLES OF GEORGIOS CHRYSOCOCCA, *Journal of Astronomical History and Heritage* **14(3)** (2011), 180-189.
198. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: ASTROLOGY IN THE EARLY BYZANTINE EMPIRE AND THE ANTI-ASTROLOGY STANCE OF CHURCH FATHERS, *European Journal for Science and Theology* **8(2)** (2012), 7-24.
199. V. Milosavljević, Z. Simić, Z., S. Daniels, M. S. Dimitrijević: STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES WITHIN THE Kr I SPECTRUM, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **422** (2012), 610-618.
200. N. Larbi-Terzi, S. Sahal-Bréchet, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: STARK-BROADENING CALCULATIONS OF SINGLY IONIZED CARBON SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **423** (2012), 766-773 (Erratum, **431**, 2960, 2013).
201. V. Manimanis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević: THE GEOGRAPHERS OF EARLY BYZANTINE PERIOD, *European Journal for Science and Theology* **8(4)** (2012), 23-40.
202. Pierre Le Sidaner, Tatiana Ryabchikova, and the VAMDC Collaboration: VAMDC: THE INFRASTRUCTURE, *Baltic Astronomy* **21** (2012), 349-355.
203. E. Theodossiou, P. Mantarakis, M. S. Dimitrijević: THE ERA OF ARIES AND KRIOPHOROS STATUES, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **27** (2012), 665-672.

204. V. Manimanis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević: THE CONTRIBUTION OF BYZANTINE MEN OF THE CHURCH IN SCIENCE; COSMAS INDICOPLEUSTES (6th CENTURY), *European Journal for Science and Theology* **9** (2) (2013), 19-29.
205. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Pb IV SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **431** (2013), 1039-1047.
206. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet.: STARK BROADENING OF RESONANT Cr II $3d^5-3d^44P$ SPECTRAL LINES IN HOT STELLAR ATMOSPHERES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **432**, (2013), 2247-2251.
207. Spiros Alexiou, Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchet, Evgeny Stambulchik, Bin Duan, Diego González-Herrero, Marco A. Gigoso: THE SECOND WORKSHOP ON LINESHAPE CODE COMPARISON: ISOLATED LINES, *Atoms* **2** (2014), 157-177.
208. Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nabil Ben Nessib: WIDTHS AND SHIFTS OF ISOLATED LINES OF NEUTRAL AND IONIZED ATOMS PERTURBED BY COLLISIONS WITH ELECTRONS AND IONS: AN OUTLINE OF THE SEMICLASSICAL PERTURBATION (SCP) METHOD AND OF THE APPROXIMATIONS USED FOR THE CALCULATIONS, *Atoms* **2** (2014), 225-252.
209. Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nicolas Moreau, Nabil Ben Nessib: THE STARK-B DATABASE AS A RESOURCE FOR “STARK” WIDTHS AND SHIFTS DATA: STATE OF ADVANCEMENT AND PROGRAM OF DEVELOPMENT, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1148-1151.
210. Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchet: ON THE APPLICATION OF STARK BROADENING DATA DE-

- TERMINED WITH A SEMICLASSICAL PERTURBATION APPROACH, *Atoms* **2** (2014), 357-377.
211. Haykel Elabidi, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: QUANTUM STARK BROADENING OF Ar XV LINES. STRONG COLLISION AND QUADRUPOLE POTENTIAL CONTRIBUTIONS, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1184-1189.
 212. Nabil Ben Nessib, Norah Alonizan, Rabia Qindeel, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: THE OIV 1407.3 Å / 1401.1 Å EMISSION-LINE RATIO IN A PLASMA, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1190-1194.
 213. Milan S. Dimitrijević, Magdalena Christova, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Sylvie Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF B IV LINES FOR ASTROPHYSICAL AND LABORATORY PLASMA RESEARCH, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1195-1202.
 214. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: STARK WIDTHS OF Ar III SPECTRAL LINES IN THE ATMOSPHERES OF SUBDWARF B STARS, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1223-1230.
 215. Zoran Simić, Milan S. Dimitrijević, Luka Č. Popović: STARK BROADENING DATA FOR SPECTRAL LINES OF RARE-EARTH ELEMENTS: Nb III, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1231-1234.
 216. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, D. Stathopoulos, M. S. Dimitrijević: A STATISTICAL STUDY OF C IV REGIONS IN 20 Oe-STARS, *Advances in Space Research* **54** (2014), 1308-1318.
 217. C. Yubero, M. C. García, M. S. Dimitrijevic, A. Sola, A. Gamero: MEASURING THE ELECTRON DENSITY IN PLASMAS FROM THE DIFFERENCE OF LORNTZIAN PART OF THE WIDTHS OF TWO BALM-

- ER SERIES HYDROGEN LINES, *Spectrochimica Acta B* **107** (2015), 164-169.
218. Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nicolas Moreau, Nabil Ben Nessib: THE STARK-B DATABASE VAMDC NODE: A REPOSITORY FOR SPECTRAL LINE BROADENING AND SHIFTS DUE TO COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES, *Physica Scripta* **50** (2015), 054008 (1-6).
219. Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Aleksandar Valjarević, Sylvie Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF Xe VIII SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **454**, (2015), 1736-1741.
220. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, A. Valjarević, S. Sahal-Bréchet: STARK BROADENING IN COMPACT STARS: Xe VI LINES, *Journal of Astrophysics and Astronomy* **36** (2015), 681-691.
221. K. N. Arefieff, N. N. Bezuglov, M. S. Dimitrijević, A. N. Klyucharev, A. A. Mihajlov, V. Srećković: DYNAMICS RESONANCES IN ATOMIC STATES OF ASTROPHYSICAL RELEVANCE, *Journal of Astrophysics and Astronomy* **36** (2015), 613-622.
222. Z. Majlinger, Z. Simić, M. S. Dimitrijević: ON THE STARK BROADENING OF Lu III SPECTRAL LINES, *Journal of Astrophysics and Astronomy* **36** (2015), 671-679.
223. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, A. Valjarević, S. Sahal-Bréchet: STARK WIDTHS OF SPECTRAL LINES OF NEUTRAL NEON, *Journal of Astrophysics and Astronomy* **36** (2015), 643-659.
224. N. Alonizan, R. Qindeel, N. Ben Nessib, S. Sahal-Bréchet, M. S. Dimitrijević: ON THE STARK BROADENING PARAMETERS FOR NEUTRAL OXYGEN SPECTRAL LINES, *Journal of Astrophysics and Astronomy* **36** (2015), 661-669.

225. M. L. Dubernet, B. K. Antony, Y. A. Ba, Yu. L. Babikov, K. Bartschat, V. Boudon, B. J. Braams, H.-K. Chung, F. Daniel, F. Delahaye, G. Del Zanna, J. de Urquijo, M. S. Dimitrijević, A. Domaracka, M. Doronin, B. J. Drouin, C. P. Endres, A. Z. Fazliev, S. V. Gagarin, I. E. Gordon, P. Gratier, U. Heiter, C. Hill, D. Jevremović, C. Joblin, A. Kasprzak, E. Krishnakumar, G. Leto, P. A. Loboda, T. Louge, S. Maclot, B. P. Marinković, A. Markwick, T. Marquart, H. E. Mason, N. J. Mason, C. Mendoza, A. A. Mihajlov, T. J. Millar, N. Moreau, G. Mulas, Yu. Pakhomov, P. Palmeri, S. Pancheshnyi, V. I. Perevalov, N. Piskunov, J. Postler, P. Quinet, E. Quintas-Sánchez, Yu. Ralchenko, Y-J Rhee, G. Rixon, L. S. Rothman, E. Roueff, T. Ryabchikova, S. Sahal-Bréchet, P. Scheier, S. Schlemmer, B. Schmitt, E. Stempels, S. Tashkun, J. Tennyson, V. G. Tyuterev, V. Vujčić, V. Wakelam, N. A. Walton, O. Zatsarinny, C. J. Zeippen, C. M. Zwölf: THE VIRTUAL ATOMIC AND MOLECULAR DATA CENTRE (VAMDC) CONSORTIUM, *Journal of Physics B* **49** (2016), 074003 (1-18).
226. Igor Stojić, Milan S. Dimitrijević, Edi Bon, Vesna Mijatović: POSSIBLE REPRESENTATIONS OF COMETS IN SERBIAN RELIGIOUS MEDIEVAL ART, *European Journal for Science and Theology* **12(3)** (2016), 181-188.
227. Milan S. Dimitrijević, Magdalena Christova, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Sylvie Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF B IV SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **460**, (2016), 1658-1663.
228. Roland Stamm, Ibtissem Hannachi, Mutia Meireni, Hubert Capes, Laurence Godbert-Mouret, Mohammed Koubiti, Joël Rosato, Yannick Marandet, Milan Dimitrijević, Zoran Simić: LINE SHAPES IN TURBULENT PLASMAS, *European Physical Journal D*, **71**, (2017), 68 (1-7).

229. C. Yubero, A. Rodero, M. S. Dimitrijević, A. Gamero, M. C. García: GAS TEMPERATURE DETERMINATION IN AN ARGON NON-THERMAL PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE FROM BROADENINGS OF ATOMIC EMISSION LINES, *Spectrochimica Acta B* **129** (2017), 14-20.
230. Zlatko Majlinger, Zoran Simić, Milan S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF ZR IV SPECTRAL LINES IN THE ATMOSPHERES OF CHEMICALLY PECULIAR STARS, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **470**, (2017), 1911-1918.
231. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: STARK WIDTHS OF Ar II SPECTRAL LINES IN THE ATMOSPHERES OF SUBDWARF B STARS, *Atoms*, **5** (2017), 26 (1-8).
232. Milan S. Dimitrijević, Aleksandar Valjarević, Sylvie Sahal-Bréchet: SEMICLASSICAL STARK BROADENING PARAMETERS OF Ar VII SPECTRAL LINES, *Atoms* **5** (2017), 27 (1-5).
233. Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, Aleksandar Valjarević, Cristina Yubero: STARK WIDTHS OF Na IV SPECTRAL LINES, *Atoms* **5** (2017), 29 (1-4).
234. Roland Stamm, Ibtissem Hannachi, Mutia Meireni, Laurence Godbert-Mouret, Mohammed Koubiti, Yannick Marandet, Joël Rosato, Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić: STARK BROADENING FROM IMPACT THEORY TO SIMULATIONS, *Atoms* **5** (2017), 32 (1-10).
235. Joël Rosato, Ny Kieu, Ibtissem Hannachi, Mutia Meireni, Laurence Godbert-Mouret, Mohammed Koubiti, Yannick Marandet, Roland Stamm, Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić: STARK-ZEEMAN LINE SHAPE MODELING FOR MAGNETIC WHITE DWARF AND TOKAMAK EDGE PLASMAS: COMMON CHALLENGES, *Atoms* **5** (2017), 36 (1-10).

236. Cristina Yubero, Antonio Rodero, Milan S. Dimitrijević, Antonio Gamero, Maria del Carmen Garcia: USING THE PAIRS OF LINES BROADENED BY COLLISIONS WITH NEUTRAL AND CHARGED PARTICLES FOR GAS TEMPERATURE DETERMINATION OF ARGON NON THERMAL PLASMAS AT ATMOSPHERIC PRESSURE, *Atoms* **5** (2017), 41 (1-9).
237. Ny Kieu, Joël Rosato, Roland Stamm, Jelena Kovačević-Dojčinović, Milan S. Dimitrijević, Luka Č. Popović, Zoran Simić: A NEW ANALYSIS OF STARK AND ZEEMAN EFFECTS ON HYDROGEN LINES IN MAGNETIZED DA WHITE DWARFS, *Atoms* **5** (2017), 44 (1-7).
238. J. Muñoz, R. Rincón, C. Melero, M.S. Dimitrijević, C. González, M.D. Calzada: VALIDATION OF THE VAN DER WAALS BROADENING METHOD FOR THE DETERMINATION OF GAS TEMPERATURE IN MICROWAVE DISCHARGES SUSTAINED IN ARGON-NEON MIXTURES, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **206** (2018), 135-141.
239. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić: REGULARITIES AND SYSTEMATIC TRENDS ON Zr IV STARK WIDTHS, *Atoms* **5** (2017), 49 (1-6).
240. Dmitry K. Efimov, Martins Bruvelis, Nikolai N. Bezuglov, Milan S. Dimitrijević, Andrey N. Klyucharev, Vladimir A. Srećković, Yuriy N. Gnedin, Francesco Fuso: NONLINEAR SPECTROSCOPY OF ALKALI ATOMS IN COLD MEDIUM OF ASTROPHYSICAL RELEVANCE, *Atoms* **5** (2017), 50 (1-11).
241. Rafik Hamdi, Nebil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, M. S. Dimitrijević: SEMICLASSICAL PERTURBATION STARK WIDTHS OF SINGLY CHARGED ARGON SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **475**, (2018), 800-813.

242. Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, Roland Stamm, Joël Rosato, Nenad Milovanović, Cristina Yubero: STARK BROADENING OF Se IV, Sn IV, Sb IV AND Te IV SPECTRAL LINES, *Atoms* **6** (2018), 10 (1-7).
243. Milan S. Dimitrijević: ISAAC NEWTON INSTITUTE OF CHILE: THE FIFTEENTH ANNIVERSARY OF ITS “YUGOSLAVIA” BRANCH, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **30** (2018), 271-280.
244. Milan S. Dimitrijević, Abhishek Chougule: STARK BROADENING OF CR III SPECTRAL LINES: DO WHITE DWARFS, *Atoms* **6** (2018), 15 (1-8).
245. Rihab Aloui, Haykel Elabidi, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: QUANTUM AND SEMICLASSICAL STARK WIDTHS FOR AR VII SPECTRAL LINES, *Atoms* **6** (2018), 20 (1-14).
246. Sylvie Sahal-Bréchet, Evgeny Stambulchik, Milan S. Dimitrijević, Spiros Alexiou, Bin Duan, Véronique Bommer: THE THIRD AND FOURTH WORKSHOPS ON SPECTRAL LINE SHAPES IN PLASMA CODE COMPARISON: ISOLATED LINES, *Atoms* **6** (2018), 30 (1-14).
247. A. Díaz-Soriano, J.M. Alcaraz-Pelegrina, A. Sarsa, M.S. Dimitrijević, C. Yubero: A SIMPLE AND ACCURATE ANALYTICAL MODEL OF THE STARK PROFILE AND ITS APPLICATION TO PLASMA CHARACTERIZATION, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **207** (2018), 89-94.
248. A. Díaz-Soriano, M.S. Dimitrijević, J.M. Alcaraz-Pelegrina, A. Sarsa, C. Yubero: SIMPLE AND ANALYTICAL FUNCTION FOR THE STARK PROFILE OF THE H α LINE AND ITS APPLICATION TO PLASMA CHARACTERIZATION, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **217** (2018), 111-115.

249. Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić, Andjelka Kovačević, Sylvie Sahal-Bréchet: THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Xe VIII SPECTRAL LINES IN DO WHITE DWARFS, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **30** (2018), 331-336.
250. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Zoran Simić: ON THE STARK BROADENING OF Co II SPECTRAL LINES, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **30** (2018), 323-330.
251. K. N. Arefieff, N. N. Bezuglov, M. S. Dimitrijević, A. N. Klyucharev, A. A. Mihajlov, V. A. Srećković, A. S. Chirtsov: ON THE ANOMALOUS LOW SPONTANEOUS EMISSION RATES FOR p-SERIES OF SODIUM DUE TO THE EFFECT OF NATURAL FORSTER RESONANCE, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **30** (2018), 299-306.
252. Konstantinos Kalachanis, Efstratios Theodosiou, Milan S. Dimitrijević: ANAXAGORAS AND HIS CONTRIBUTIONS TO ASTRONOMY, *Astronomical and Astrophysical*
253. M. S. Dimitrijević, V. A. Srećković, N. M. Sakan, N. N. Bezuglov, A. N. Klyucharev: FREE-FREE ABSORPTION IN SOLAR ATMOSPHERE, *Geomagnetism and Aeronomy*, **58** (2018), 1067–1072.
254. Milan S. Dimitrijević: STARK WIDTHS OF Yb III AND Lu IV SPECTRAL LINES, *Atoms* **7** (2019), 10 (1-6).
255. Konstantinos Kalachanis, Athanasios Anastasiou, Ioannis Kostikas, Efstratios Theodossiou, Milan S. Dimitrijević: THE THEORY OF BIG BANG AND THE EARLY-CHRISTIAN TEACHING ABOUT THE ‘EX NIHILO’ CREATION OF THE UNIVERSE, *European Journal for Science and Theology* **15** (2) (2019), 31-37.
256. Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković, Alaa Abo Zalam, Nikolai N. Bezuglov, Andrey N. Klyucharev: DY-

- NAMIC INSTABILITY OF RYDBERG ATOMIC COMPLEXES, *Atoms* **7** (2019), 22 (1-20).
257. Rafik Hamdi, Nebil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, M. S. Dimitrijević: SEMICLASSICAL PERTURBATION STARK SHIFTS OF SINGLY CHARGED ARGON SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **488**, (2019), 2473-2479.
258. Magdalena Christova, Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchet: STARK BROADENING OF NEUTRAL BORON LINES, *Atoms* **7** (2019), 80 (1-8).
259. M. S. Dimitrijević, V. A. Srećković, Alaa Abo Zalam, K. Miculis, D. K. Efimov, N. N. Bezuglov, A. N. Klyucharev: 2020, AUTOIONIZATION WIDTHS OF COLD RYDBERG ATOMIC COMPLEXES, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50**, 66-85.
260. N. Alwadie, A. Almodlej, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2020, ATOMIC STRUCTURE OF THE CARBON LIKE ION Ca XV, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50**, 86-95.
261. Magdalena Christova, Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchet: 2020, STARK BROADENING OF B I SPECTRAL LINES WITHIN $2s^2 2p - 2s^2 nd$ SPECTRAL SERIES, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50**, 111-121.
262. Milan S. Dimitrijević: 2020, STARK BROADENING DATA FOR SPECTRAL LINES OF RARE-EARTH ELEMENTS: EXAMPLE OF Tb II AND Tb IV, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50**, 122-127.
263. R. Hamdi, N. Ben Nessib, S. Sahal-Bréchet, M. S. Dimitrijević: 2020, ON THE SEMICLASSICAL PERTURBATION STARK SHIFTS OF Ar II SPECTRAL LINES, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **50**, 128-138.

264. A. Chougule, N. Przybilla, M.S. Dimitrijević, V. Schaffenroth: 2020, THE IMPACT OF IMPROVED STARK-BROADENING WIDTHS ON THE MODELING OF DOUBLE-IONIZED CHROMIUM LINES IN HOT STARS, Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso, **50**, 139-146.
265. A. Almodlej, N. Alwadie, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2020, ON THE STARK BROADENING OF SOME Cr II SPECTRAL LINES IN PLASMA, Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso, **50**, 147-153.
266. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković: 2020, REGULARITIES AND SYSTEMATIC TRENDS ON Lu III STARK WIDTHS, Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso, **50**, 164-170.
267. Evelyne Roueff, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević, Nicolas Moreau, Hervé Abgrall: THE SPECTROSCOPIC ATOMIC AND MOLECULAR DATABASES AT THE PARIS OBSERVATORY, *Atoms* **8** (2020), 36 (1-11).
268. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković: STARK BROADENING OF CO II SPECTRAL LINES IN HOT STARS AND WHITE DWARF SPECTRA, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **496**, (2020), 5584-5590 .
269. Milan S. Dimitrijević: FORTY YEARS OF THE APPLICATIONS OF STARK BROADENING DATA DETERMINED WITH THE MODIFIED SEMIEMPIRICAL METHOD, *Data*, **5**, (2020), 73 (1-17).
270. Zlatko Majlinger, Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković: STARK BROADENING OF Co II LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, *Data*, **5**, (2020), 74 (1-9) .
271. Milan S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ AND CLIMATE CHANGES LEADING TO ICE AGES, *ChemTexts*, **6**, (2020), 23 (1-8).

272. Damien Albert, Bobby K. Antony, Yaye Awa Ba, Yuri L. Babikov, Philippe Bollard, Vincent Boudon, Franck Delahaye, Giulio Del Zanna, Milan S. Dimitrijević, Brian J. Drouin, Marie-Lise Dubernet, Felix Duensing, Masahiko Emoto, Christian P. Endres, Alexandr Z. Fazliev, Jean-Michel Glorian, Iouli E. Gordon, Pierre Gratier, Christian Hill, Darko Jevremović, Christine Joblin, Duck-Hee Kwon, Roman V. Kochanov, Erumathadathil Krishnakumar, Giuseppe Leto, Petr A. Loboda, Anastasiya A. Lukashenskaya, Oleg M. Lyulin, Bratislav P. Marinković, Andrew Markwick, Thomas Marquart, Nigel J. Mason, Claudio Mendoza, Tom J. Millar, Nicolas Moreau, Serguei V. Morozov, Thomas Möller, Holger S. P. Müller, Giacomo Mulas, Izumi Murakami, Yury Pakhomov, Patrick Palmeri, Julien Penguen, Valery I. Perevalov, Nikolai Piskunov, Johannes Postler, Alexei I. Privezentsev, Pascal Quinet, Yuri Ralchenko, Yong-Joo Rhee, Cyril Richard, Guy Rixon, Laurence S. Rothman, Evelyne Roueff, Tatiana Ryabchikova, Sylvie Sahal-Bréchet, Paul Scheier, Peter Schilke, Stephan Schlemmer, Ken W. Smith, Bernard Schmitt, Igor Yu. Skobelev, Vladimir A. Srecković, Eric Stempels, Serguey A. Tashkun, Jonathan Tennyson, Vladimir G. Tyuterev, Charlotte Vastel, Veljko Vujčić, Valentine Wakelam, Nicholas A. Walton, Claude Zeppen, Carlo Maria Zwölf: A DECADE WITH VAMDC: RESULTS AND AMBITIONS, *Atoms*, **8**, (2020), 76 (1-45) .
273. Evangelia Panou, Konstantinos Kalachanis, Milan S. Dimitrijević: SUNDIALS: CULTURAL HERITAGE OBJECTS AS PROOFS OF ANAXIMANDER'S ASTRONOMICAL KNOWLEDGE, *Romanian Astronomical Journal*, **30(3)** (2020), 16 5–176,
274. Milan S. Dimitrijević, Magdalena Christova, Sylvie Sahal-Bréchet: ON THE STARK BROADENING OF Be II SPECTRAL LINES, *Data*, **5** (2020)106(1-7),

275. Alaa Abo Zalam, Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković, Nikolai N. Bezuglov, Kaspars Miculis, Andrey N. Klyucharev, Aigars Ekers: PENNING IONIZATION PROCESSES INVOLVING COLD RYDBERG ALKALI METAL ATOMS, *European Physical Journal D*, **74** (2020), 237 (1-8).
276. Antonio Ortiz-Mora, Antonio Díaz-Sorianoa, Antonio Sarsaa, Milan S. Dimitrijević, Cristina Yubero: 2020, A PRACTICAL METHOD FOR PLASMA DIAGNOSIS WITH BALMER SERIES HYDROGEN LINES, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* **163**, 105728.
277. E. A. Viktorov, M. S. Dimitrijević, V. A. Srećković, N. N. Bezuglov, K. Miculis, A. Pastor, P. Yu. Serdobintsev: 2021, COLLAPSE OF XE POLARIZED ATOMIC STATES IN MAGNETIC FIELDS, *European Physical Journal D*, **75**, 13.
278. Najah Alwadie, Abeer Almodlej, Nabil Ben Nessib Milan S. Dimitrijević: 2021, THE FULLY RELATIVISTIC MULTI-CONFIGURATION DIRAC–HARTREE–FOCK METHOD FOR ATOMIC STRUCTURE CALCULATIONS FOR MULTIPLY CHARGED IONS: THE EXAMPLE OF Ca XV, *European Physical Journal D*, **75**, 35.
279. K. Kalachanis, A. Anastasiou, M.S. Dimitrijević, E. Theodosiou: 2020, BEYOND THE ANTHROPIC PRINCIPLE: MAN AND THE UNIVERSE, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, **31(4)**, 443–450.
280. Milan S. Dimitrijević: 2021, STARK WIDTH DATA FOR Tb II, Tb III AND Tb IV SPECTRAL LINES, *Data*, **6**, 28(1-12).
281. Abeer Almodlej, Najah Alwadie, Nabil Ben Nessib Milan S. Dimitrijević: 2021, ON THE APPLICATIONS OF THE MODIFIED SEMIEMPIRICAL METHOD FOR STARK BROADENING: THE EXAMPLE OF THE ALKALI-LIKE ION Sr II, *European Physical Journal D*, **75**, 84.

282. Abeer Almodlej, Zlatko Majlinger, Nabil Ben Nessib Milan S. Dimitrijević: 2021, IMPACT OF STARK BROADENING ON CO II SPECTRAL LINE MODELLING IN HOT STARS, *European Physical Journal D*, **75**, 141.
283. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: 2021, STARK BROADENING OF Fe V SPECTRAL LINES: 4s–4p TRANSITIONS, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **504**, 1320–1330.
284. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, Sylvie Sahal-Bréchet: 2021, STARK BROADENING OF Zn II SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **507**, 2087–2093.
285. Abeer Almodlej, Nabil Ben Nessib Milan S. Dimitrijević: 2021, INFLUENCE OF STARK BROADENING OF IONIZED CHROMIUM SPECTRAL LINES IN Ap-STAR ATMOSPHERES, *European Physical Journal D*, **75**, 234.
286. A. Almodlej, H. Alrashed, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2021, ATOMIC STRUCTURE FOR CARBON-LIKE IONS FROM Na VI TO Ar XIII *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **507**, 3228–3237.
287. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova: 2021, STARKWIDTHS OF Lu II SPECTRAL LINES, *European Physical Journal D*, **75**, 172.
288. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, Sylvie Sahal-Bréchet: 2022, STARK BROADENING OF B I SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **509**, 3203–3208.
289. Rafik Hamdi, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: 2022, STARK BROADENING EFFECT IN HOT DA WHITE DWARFS: ULTRAVIOLET LINES OF Fe V, *Astronomische Nachrichten*, **343**, e210047 (1-14).
290. Fatemah H. Alkallas, Lamia Abu El Maati, Nabil Ben Nessib, Milan S. Dimitrijević: 2022, ENERGY LEVELS OF THE

- SINGLY IONIZED TITANIUM: Ti II ION, *Astronomische Nachrichten*, **343**, e210059 (1-17).
291. Fatemah H. Alkallas, Lamia Abu El Maati, Nabil Ben Nessib, Milan S. Dimitrijević: 2022, AB INITIO AND SEMI-EMPIRICAL ATOMIC STRUCTURE CALCULATIONS: APPLICATIONS TO THE 5p-6s TRANSITIONS FOR THE Mo II ION, *Astronomische Nachrichten*, **343**, e210060 (1-7).
292. Arturs Cinins, Martins Bruvelis, Milan S. Dimitrijević, Vladimir A. Srećković, Dmitriy K. Efimov, Kaspars Miculis, Nikolai N. Bezuglov, Aigars Ekers: 2022, EXPRESSIONS OF “FAST” AND “SLOW” CHAMELEON DRESSED STATES IN AUTLER–TOWNES SPECTRA OF ALKALI-METAL ATOMS, *Astronomische Nachrichten*, **343**, e210081 (1-9).
293. J. M. Alcaraz-Pelegrina, A. Sarsa, M. S. Dimitrijević, C. Yubero: 2022, ANALYSIS OF THE ION COLLISIONAL CONTRIBUTION OVER THE STARK PROFILE IN H α LINE, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* **194**, 106455(1-9).
294. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova: 2022, STARK BROADENING OF Zn III SPECTRAL LINES, *Universe*, **8**, 430(1-11).
295. M.S. Dimitrijević, M.D. Christova, S. Sahal-Bréchet: 2022, ON THE SIMILARITIES OF STARK BROADENING PARAMETERS WITHIN A Fe XXV MULTIPLY, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **52/3**, 15 – 24.
296. M.S. Dimitrijević, M.D. Christova, S. Sahal-Bréchet: 2022, STARK BROADENING OF Si II SPECTRAL LINES: COMPARISON WITH EXPERIMENTAL RESULTS, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **52/3**, 25 – 34.

297. Z. Simić, M.S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchet, N. Sakan: 2022, ON THE STARK BROADENING PARAMETERS OF Sn III SPECTRAL LINES, *Contributios of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **52/3**, 35 – 43.
298. Lamia Abu El Maati, Mahmoud Ahmad, I.S. Mahmoud, Sahar G. Tawfik, Najah Alwadii, Nabil Ben Nessib, M.S. Dimitrijević: 2022, ATOMIC STRUCTURE AND TRANSITION PARAMETERS OF THE V XVIII CARBON-LIKE ION, *Contributios of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, **52/3**, 44 – 70.
299. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, Cristina Yubero, Sylvie Sahal-Bréchet: 2023, STARK BROADENING OF Fe XXV SPECTRAL LINES, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **518**, 2671-2674.
300. Milan S. Dimitrijević, Magdalena D. Christova, Cristina Yubero: 2023, STARK BROADENING DATA FOR Si II MULTIPLETS WITHIN $3s3p(^3P^o)nl$ CONFIGURATION, *Advances in Space Research*, **71**, 1275-1280.
301. Walid Foued Mahmoudi, Lamia Abu El Maati, Fatemah Alkallas, Nabil Ben Nessib, Sylvie Sahal-Bréchet, Milan S. Dimitrijević: 2023, Stark Broadening Parameters of the Singly Ionized Sulfur: S II, *Advances in Space Research*, **71**, 1281-1286.
302. Lamia Abu El Maati, Walid Foued Mahmoudi, Fatemah Alkallas, Nabil Ben Nessib, Milan S. Dimitrijević: 2023, ATOMIC STRUCTURE OF THE DOUBLY IONIZED TITANIUM Ti III ION, *Advances in Space Research*, **71**, 1307-1318.
303. Olga Papamichali, Konstantinos Kalachanis, Milan S. Dimitrijević: 2022, THE BEAR MYTHOLOGY: AN ENDURING ARCHETYPICAL TALE OF FEMININE EMPOWERMENT, ADULTHOOD AND MOTHERHOOD, *Graeco-Latina Brunensia*, **27(2)**, 101-111.

Б ПРИЛОЗИ МОНОГРАФСКОГ КАРАКТЕРА У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

1. N. Konjević, M. S. Dimitrijević, W. L. Wiese: EXPERIMENTAL STARK WIDTHS AND SHIFTS FOR SPECTRAL LINES OF POSITIVE IONS (A CRITICAL REVIEW AND TABULATION OF SELECTED DATA FOR THE PERIOD 1976. TO 1982), J. Phys. Chem. Ref. Data **13**, (1984), 649-686.
2. N. Konjević, M. S. Dimitrijević, W. L. Wiese: EXPERIMENTAL STARK WIDTHS AND SHIFTS FOR SPECTRAL LINES OF NEUTRAL ATOM (A CRITICAL REVIEW OF SELECTED DATA FOR THE PERIOD 1976. TO 1982), J. Phys. Chem. Ref. Data **13**, (1984), 619-647.

В КЊИГЕ

1. Milan S. Dimitrijević: LINE SHAPES INVESTIGATIONS IN YUGOSLAVIA 1962-1985 (Bibliography and Citation Index), Publ. Obs. Astron. Belgrade **39**, (1990), 1-203.
2. Milan S. Dimitrijević: LINE SHAPES INVESTIGATIONS IN YUGOSLAVIA II (1985-1989) (Bibliography and Citation Index), Publ. Obs. Astron. Belgrade **41**, (1991), 1-129.
3. Milan S. Dimitrijević: LINE SHAPES INVESTIGATIONS IN YUGOSLAVIA AND SERBIA III (1989-1993) (Bibliography and Citation Index), Publ. Obs. Astron. Belgrade **47**, (1994), 1-184.
4. Milan S. Dimitrijević: BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1995, Publ. Obs. Astron. Belgrade **52**, (1996), 1-86.
5. Milan S. Dimitrijević: BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1996, Publ. Obs. Astron. Belgrade **55**, (1997), 1-94.

6. Milan S. Dimitrijević: LINE SHAPES INVESTIGATIONS IN YUGOSLAVIA AND SERBIA IV (1993-1996) (Bibliography and Citation Index), Publ. Obs. Astron. Belgrade **58**, (1997), 1-251.
7. Milan S. Dimitrijević: BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1997, Publ. Obs. Astron. Belgrade **59**, (1998), 1-122.
8. M. S. Dimitrijević: ASTRONOMSKA SPEKTROSKOPIJA, Publ. Obs. Astron. Belgrade **62**, 1-116.
9. Milan S. Dimitrijević: BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1998, Publ. Obs. Astron. Belgrade **63**, (1999), 1-160.
10. Milan S. Dimitrijević: BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1999, Publ. Obs. Astron. Belgrade **69**, (2000), 1-154.
11. Milan S. Dimitrijević: BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 2000, Publ. Obs. Astron. Belgrade **71**, (2001), 1-128.
12. Milan S. Dimitrijević: LINE SHAPES INVESTIGATIONS IN YUGOSLAVIA AND SERBIA V (1997-2000) (Bibliography and Citation Index), Publ. Obs. Astron. Belgrade **70**, (2001), 1-326.
13. Милан С. Димитријевић: 2005, СРПСКИ АСТРОНОМИ У ИНДЕКСУ НАУЧНИХ ЦИТАТА У XX ВЕКУ, SERBIAN ASTRONOMERS IN SCIENCE CITATION INDEX IN THE XX CENTURY, библиотека INSPIRATIO, бр. 2, Задужбина Андрејевић, Београд 2005.
14. Милан С. Димитријевић (уредио): 2019, АСТРОНОМСКА ЗНАЊА АНТИЧКОГ ДОБА И ЊИХОВ УТИЦАЈ КРОЗ ВЕКОВЕ, Алма, Фондација Николе Цветковића, Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања “Влашићи”, Београд, 1-442.
15. Милан С. Димитријевић (уредио): 2019, РАЗМАТРАЊА О НЕКИМ ФИЛОСОФСКИМ ПОГЛЕДИМА У АНТИЧ-

КОЈ ГРЧКОЈ, Алма, Фондација Николе Цветковића, Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања “Влашићи”, Београд, 1-188.

В1 Поезија

16. Милан С. Димитријевић: ПЕСМЕ, “Сова”, Београд, 2003, 1-89.
17. Милан С. Димитријевић: КОСМИЧКИ ЦВЕТ; АНТОЛОГИЈА ПЕСАМА О КОСМОСУ, “Просвета”, Београд, 2003, 1-246.
18. Милан С. Димитријевић: ПРЕД ЗВЕЗДАНИМ ВРАТИМА (Савремена бугарска поезија), ПРЕД ЗВЕЗДНАТА ВРАТА (Съвременна българска поезия), Просвета, Београд, 2015, 1-356.
19. Ovidije: FASTI, preveli i obradili Aleksandra Vajić i Milan Dimitrijević, “Vlašići”, Beograd, 2016, 1-227.
20. Илиана Илиева: ПРЕДМЕТИ, са бугарског превео Милан С. Димитријевић, Алма, Београд, 2017, 1-128. Предговор: Милан С. Димитријевић: Чаробни свет предмета, стр. 5-12; Магичният свят на предметите, стр. 13-20.
21. Милан С. Димитријевић: СТАЗА КА ЗВЕЗДАМА (Савремена бугарска поезија), ПЪТЕКА КЪМ ЗВЕЗДИТЕ (Съвременна българска поезия), Алма, Београд, 2017, 1-352.
22. Арат из Сола: ПОЈАВЕ (ФЕНОМЕНИ), превели и обрадили Александра Бајић и Милан С. Димитријевић, “Влашићи”, Београд, 2017, 1-146.

В2. Разно

23. Милан С. Димитријевић: У ПОТРАЗИ ЗА КОСМИЧКИМ ЦВЕТОМ (РАЗГОВОРИ И ПРОМИШЉАЊА), Алма, Београд, 2018, 1-422.
24. Милан С. Димитријевић: ПИСМА ИЗ ВОЈСКЕ, Алма и Фондација Николе Цветковића, Београд, 2020. 1-105.

ВЗ Уџбеници

25. Милан Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1994, 1-133.
- 25а. Милан Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, Друго издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1995, 1-133.
- 25б. Милан Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА, Југореклам, Македонско астрономско друштво, Скопје, 1998, 1-160.
- 25в. Милан Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, Треће издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1998, 1-134.
- 25г. Milan S. Dimitrijević, Aleksandar S. Tomić: ASTRONOMIA per klasen IV te gjimnazit te drejtimit matematikor - natyror, Botimi i pare (Enti i teksteve dhe i mjeteve mesimore) Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1998, 1-133.
- 25д. Милан Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, Четврто издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2001, 1-134.
- 25ђ. Милан Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, Пето издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2002, 1-134.
- 25е. Милан С. Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, 1 издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево, 2002.
- 25ж. Милан С. Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, 6 издање, Завод за уџбенике, Београд, 2005.
- 25з. Милан С. Димитријевић, Александар Томић: АСТРОНОМИЈА за IV разред гимназије, 7 издање, Завод за уџбенике, Београд, 2008.

Г ИЗАБРАНИ НАУЧНИ РАДОВИ У НАЦИОНАЛНИМ ЧАСОПИСИМА

1. Милан С. Димитријевић: ТЕОРИЈА РЕЛАТИВНОСТИ У СРБА, Флогистон, бр. 4, (1996) 83-124.
2. Милан С. Димитријевић: ЂОРЂЕ СТАНОЈЕВИЋ ЧОВЕК КОЈИ ЈЕ ЛЕСКОВЦУ ДАО СВЕТЛОСТ, Наше стварање XLV, Нова серија бр. 4, (1997) 65-70.
3. Милан С. Димитријевић: СОФИЈА ДИМИТРИЈЕВИЋ - ПРВИ ЗУБНИ ЛЕКАР У ЛЕСКОВЦУ, Наше стварање XLV, Лесковац, бр. 3, (1998) 386-393.
4. М. С. Димитријевић: АСТРОНОМИЈА И ФИЗИКА У СРБИЈИ У ХВИИ И ПРВОЈ ПОЛОВИНИ ХИХ ВЕКА, Зборник радова научног скупа ПРИРОДНЕ И МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ У СРБА У 18. И ПРВОЈ ПОЛОВИНИ 19. ВЕКА, Нови Сад 26-27 јуни 1995, Српска академија наука и уметности, огранак у Новом Саду, Матица српска, Нови Сад (1995), 25-31.
5. Милан С. Димитријевић: 110 ГОДИНА АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ, у Развој астрономије код Срба, Development of Astronomy among Serbs, eds. М. S. Dimitrijević, J. Milogradov-Turin, L. Ć. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **56**, (1997), 9-20.
6. Милан С. Димитријевић: РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА ОД ПОЧЕТКА ХВИИ ВЕКА ДО ПРВОГ СВЕТСКОГ РАТА, НА АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ, у Развој астрономије код Срба, Development of Astronomy among Serbs, eds. М. S. Dimitrijević, J. Milogradov-Turin, L. Ć. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **56**, (1997), 21-30.
7. Милан С. Димитријевић: ЂОРЂЕ СТАНОЈЕВИЋ ПРВИ СРПСКИ АСТРОФИЗИЧАР, у Развој астрономије код Срба, Development of Astronomy among Serbs, eds. М.

- S. Dimitrijević, J. Milogradov-Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **56**, (1997), 119-123.
8. Милан С. Димитријевић: АСТРОНОМИЈА, у Вредновање научног рада, уредник М. Р. Сарић, Српска академија наука и уметности, Београд (1997), 61-66.
 9. Milan S. Dimitrijević: INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON ASTROPHYSICAL SPECTRA, Seminar on Current Issues of Astronomical and Planetary Environmental Concern, Thessaloniki 1998, ed. N. K. Spyrou, Thessaloniki (1999), 63-78.
 10. Милан С. Димитријевић: КОСМОЛОГИЈА НА РАЗМЕЊИ МИЛЕНИЈУМА, Зборник предавања са Републичког семинара о настави физике, Врњачка бања 28-30.3.2000, Друштво физичара Србије (2000), 18-25.
 11. Милан С. Димитријевић: АСТРОНОМИЈА У СРБА 1850-1918, Зборник радова научног скупа “Природне и математичке науке у Срба 1850 - 1918”, Нови Сад, 30 - 31. октобар 2000, САНУ - Огранак у Новом Саду, Универзитет у Новоим Саду, Матица српска, Новби Сад 2001, 59-69.
 12. Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č.: DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DATABASES, Applied physics in Serbia-APS, Contributed papers and invited lectures abstracts, eds S. Koićki, N. Konjević, Z. Lj. Petrović, Dj. Bek-Uzarov, Scientific Meetings, **XCVIII**, Dept. of Math. Phys. and Geosciences Book 2/1, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade (2002), 37-38.
 13. М. С. Димитријевић: ЈЕЛЕНКО М. МИХАЈЛОВИЋ ОСНИВАЧ МОДЕРНЕ СРПСКЕ СЕИЗМОЛОГИЈЕ И ЛЕСКОВАЦ, Наше стварање, 1-2 (2000) 124-127.
 14. М. С. Димитријевић: МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ, ЧОВЕК КОЈИ ЈЕ ОДГОНЕТНУО ЗАГОНЕТКУ ЛЕДЕНИХ ДОБА, Настава и историја, Нова серија, IV, 5 (2006), 19-30.

15. E. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević: 2006, THE GREATEST BYZANTINE ASTRONOMER NICERPHOROS GREGORAS AND SERBS, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 8, Нови Сад 2006, 149-168.
16. Емануел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОШКА ПИТАЊА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ, Антика и савремени свет, Зборник радова, Друштво за античке студије Србије, Архив Срема, Београд 2007, 80-88.
17. E. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: RIGAS VELESTINLIS: A VISIONARY PIONEER OF GREEK ENLIGHTENMENT AND MARTYR OF FREEDOM, Phlogiston, 14, 2006 (Beograd 2007), 19-35.
18. Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ I, Динар, бр. 29, Београд 2007, 21-23.
19. E. Theodossiou, A. Dacanalıs, M. S. Dimitrijević, P. Mantarakis: HELIOCENTRIC SYSTEM FROM THE ORPHIC HYMNS AND THE PYTHAGOREANS TO EMPEROR JULIAN, Bulgarian Astronomical Journal , 11, 2009, 123-138.
20. Ефстратиос Теодосију, Петрос Мандаракис, Милан С. Димитријевић, Василиос Н. Маниманис, Емануел Данезис: 2008, ОД АНАКСИМАНДРОВОГ «БЕСКОНАЧНО» (ΑΡΕΙΡΟΝ) У СТАРОЈ ГРЧКОЈ ДО ТЕОРИЈЕ О БЕСКОНАЧНОСТИ УНИВЕРЗУМА У МОДЕРНОЈ КОЗМОЛОГИЈИ, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 10, Нови Сад 2008, 281-297.
21. Милан С. Димитријевић: 2008, ЂОРЂЕ СТАНОЈЕВИЋ – ПОВОДОМ 150. ГОДИШЊИЦЕ РОЂЕЊА, Анали Огранка САНУ у Новом Саду, бр. 4, Нови Сад 2008, 77-84.

22. М. С. Димитријевић: РАД МИЛУТИНА МИЛАНКОВИЋА У АСТРОНОМИЈИ, у Милутин Миланковић као инспирација, Т. Ј. Халаши, И. П. Ћосић, Р. Ј. Халаши, Едиција Техничке науке – монографије 32, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2008, 49-73.
23. Евстратије Теодосију, Ари Даканалис, Милан С. Димитријевић, Петрос Мантаракис: 2008, ПОРЕКЛО ХЕЛИОЦЕНТРИЧКОГ СИСТЕМА, Phlogiston, 16, 2008, 83-105; ORIGINS OF THE HELIOCENTRIC SYSTEM, 107-125.
24. Милан С. Димитријевић: 2009, КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ II, Динар, бр. 30, Београд 2009, 10-11.
25. Милан С. Димитријевић: 2009, ЂОРЂЕ СТАНОЈЕВИЋ – ЧОВЕК КОЈИ ЈЕ СРПСКОМ НАРОДУ ПОДАРИО СВЕТЛОСТ, Луча, год. 18, бр. 1, Суботица 2009, 27-36.
26. Милан С. Димитријевић: 2009, ТАЈНА ВЕЛИКОГ ЋУТАЊА КОСМИЧКИХ ЦИВИЛИЗАЦИЈА, Анали Огранка САНУ у Новом Саду, бр. 5, Нови Сад 2009, 17-25.
27. E. Danezis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, A. Dacanalis, Ch. Katsavrias: THE COSMOLOGY OF DEMOCRITUS, Bulgarian Astronomical Journal, 13, 2010, 140-152.
28. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: 2011, THE COSMOLOGICAL THEORIES OF PRE-SOCRATIC GREEK PHILOSOPHERS AND THEIR PHILOSOPHICAL VIEWS FOR THE ENVIRONMENT, Facta Universitatis, Series: Philosophy, Sociology, Psychology and History, **10**, 89-99.
29. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević, P. Mantarakis: GAIA, HELIOS, SELENE AND OURANOS: THE THREE PRINCIPAL CELESTIAL BODIES AND

- THE SKY IN THE ANCIENT GREEK COSMOGONY,
Bulgarian Astronomical Journal , 16, 2011, 90-108.
30. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: SIX CALENDAR SYSTEMS IN THE EUROPEAN HISTORY FROM 18th TO 20th CENTURY, Bulgarian Astronomical Journal , 16, 2011, 109-129.
 31. E. Theodossiou, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević, M. Katsiotis: THE PYRAMIDS OF GREECE – ANCIENT MERIDIAN OBSERVATORIES?, Bulgarian Astronomical Journal , 16, 2011, 130-143.
 32. Евстратије Теодосију, Василије Н. Маниманис, Милан С. Димитријевић: 2010-2011, „ТЕОРИЈА СВЕГА“ БЕНЏАМИНА ЛЕЗБИОСА, Phlogiston, 18, 2010-2011, 7-16; THE THEORY OF PANTANEKINETON OF BENJAMIN LESBIOS, 17-32.
 33. E. Theodossiou, K. Kalachanis, V. Manimanis, M. S. Dimitrijević: 2012, THE NOTION OF CHAOS: FROM THE COSMOGONICAL CHAOS OF ANCIENT GREEK PHILOSOPHICAL THOUGHT TO THE CHAOS THEORY OF MODERN PHYSICS, Facta Universitatis, Series: Philosophy, Sociology, Psychology and History, **11**, 211-221.
 34. Ефстратије Теодосију, Василије Н. Маниманис, Петрос Мандаракис, Милан С. Димитријевић: 2012, АСТРОНОМИЈА И САЗВЕЖЂА У ХОМЕРОВОЈ ИЛИЈАДИ И ОДИСЕЈИ, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 14, Нови Сад 2012, 29-48.
 35. Василије Н. Маниманис, Ефстратије Теодосију, Милан С. Димитријевић: 2013, КОЗМА ИНДИКОПЛОВАЦ (Κοσμος ο Ινδικοπλευστης), Антика и савремени свет; Научници, истраживачи и тумачи, Друштво за Античке студије Србије, Београд, 234-257.
 36. Ефстратије Теодосију, Василије Н. Маниманис, Милан С. Димитријевић: 2014, АСТРОЛОГИЈА У РАНОМ ВИ-

ЗАНТИЈСКОМ ЦАРСТВУ И ЊЕНА ОСУДА, Антика и савремени свет; Тумачење антике, Друштво за Античке студије Србије, Букефал Е.О.Н., Београд, 396-414.

37. Konstantinos Kalachanis, Evangelia Panou, Efstratios Theodossiou, Ioannis Kostikas, Vassilios Manimanis, Milan S. Dimitrijević: 2015, THE COSMIC SYSTEM OF THE PRE-SOCRATIC PHILOSOPHER ANAXIMENES AND STARS AND THEIR FORMATION, *Bulgarian Astronomical Journal* , **23**, 41-44.
38. Evangelia Panou, Konstantinos Kalachanis, Efstratios Theodossiou, Ioannis Kostikas, Vassilios Manimanis, Milan S. Dimitrijević: 2015, ON THE UNITY OF THE ELEMENTS OF NATURE IN EMPEDOCLES, *Publications of the Astronomical Society of Bulgaria* **1**, 48-55.
39. Milan S. Dimitrijević: 2015, ASTRONOMICAL MOTIFS IN SERBIAN MEDIEVAL NUMISMATICS, *Romanian Astronomical Journal* **25**, 211-224.
40. Edi Bon, Milan S. Dimitrijević, Igor Stojić, Vesna Mijatović: 2015, ASTRONOMICAL MOTIVES IN CHRISTIAN ART, *Romanian Astronomical Journal* **25**, 225-232.
41. Василиос Н. Маниманис, Ефстратиос Теодосију, Милан С. Димитријевић: 2015, КОЗМОЛОШКИ ПОГЛЕДИ СВ. ГРИГОРИЈА ИЗ НИСЕ, *Зборник Матице српске за класичне студије*, бр. 17, Нови Сад 2015, 145-155.
42. Милан С. Димитријевић: 2015, АСТРОЛОГИЈА У АНТИЦИ, *Зборник Матице српске за класичне студије*, бр. 17, Нови Сад 2015, 197-210.
43. Konstantinos Kalachanis, Vassilios Manimanis, Evangelia Panou, Efstratios Theodossiou, Ioannis Kostikas, Milan S. Dimitrijević: 2016, THE FUNDAMENTAL STRUCTURES OF NATURE: FROM THE PHILOSOPHERS ATOMISTS TO QUARKS OF MODERN PHYSICS, *Publications of the Astronomical Society of Bulgaria* **1**, 1-5.

44. Konstantinos Kalachanis, Efstratios Theodossiou, Milan S. Dimitrijević: 2017, ARISTOTELIAN AETHER AND VOID IN THE UNIVERSE, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 18, Нови Сад 2016, 135-150.
45. Милан С. Димитријевић: 2017, ЗАНИМЉИВИ ПРИМЕРЦИ ИЗ ЗБИРКЕ РИМСКОГ НОВЦА СЕРГИЈА ДИМИТРИЈЕВИЋА, Антика као инспирација и предмет истраживања кроз миленије, Друштво за Античке студије Србије, Београд, 98-114.
46. Konstantinos Kalachanis, Milan S. Dimitrijević, Efstratios Theodossiou: 2017, HERACLITUS THEORY OF “ΕΚΠΥΡΩΣΕΙΣ” (EKPYROSEIS) AND MODERN VIEWS ABOUT THE END OF THE UNIVERSE, Electryone, 5.2 (2017) 80-86.
47. Милан С. Димитријевић: 2017, ДОПРИНОС СРБА КАЛЕНДАРСКОМ ПИТАЊУ, у Срби и календарско питање, Удружење „Милутин Миланковић“, Београд, 259-274.
48. Konstantinos Kalachanis, Efstratios Theodossiou, Milan S. Dimitrijević: 2017, JOHN PHILOPONUS CRITICISM OF ARISTOTELIAN AETHER AND HIS VIEWS ON THE MOTION OF CELESTIAL BODIES, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 19, Нови Сад 2017, 147-158.
49. Милан С. Димитријевић: 2017, ПРАКСИТЕЛОВА ФРИНА - ИНСПИРАЦИЈА УМЕТНИКА КРОЗ ВЕКОВЕ, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 19, Нови Сад 2017, 219-230.
50. Милан С. Димитријевић: 2017, ЗАНИМЉИВИ ПРИМЕРЦИ ИЗ ЗБИРКЕ РИМСКОГ НОВЦА СЕРГИЈА ДИМИТРИЈЕВИЋА II, Антика некад и сад : значај, улога и наслеђе кроз веков, Друштво за Античке студије Србије, Београд, 96-113.

51. Милан С. Димитријевић: 2018, ДЖОРДЖЕ СТАНОЕВИЧ – АСТРОНОМЪТ, КОЙТО Е ОСВЕТЛИЛ СЪРБИЈА, Наука, Издание на Съюза на учените в България, София, XXVIII, 5, 31-38.
52. Милан С. Димитријевић, Александра Бајић: 2019, АСТРОНОМСКИ СИМБОЛИ НА РИМСКОМ И ГРЧКОМ НОВЦУ, Антика некад и сад: Домети цивилизације и траг антике, Друштво за Античке студије Србије, Београд, 55-64.
53. Милан С. Димитријевић: 2019, АРХЕОАСТРОНОМИЈА И АСТРОНОМИЈА У КУЛТУРИ И ПРИМЕРИ ИСТРАЖИВАЊА У СРБИЈИ, Настава физике, 9, 17-26.
54. Константин Калаханис, Атанасије Анастасију, Иоанис Костикас, Ефстратије Теодосију, Милан С. Димитријевић: 2018, „ВЕЛИКИ ПРАСАК“ И РАНО ХРИШЋАНСКО УЧЕЊЕ О НАСТАНКУ УНИВЕРЗУМА “ЕХ НИШЛО”, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 20, Нови Сад 2018, 27-37.
55. Милан С. Димитријевић: 2018, АСТРОНОМИЈА СТАРИХ ГРКА ДО КЛАУДИЈА ПТОЛЕМАЈА, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 20, Нови Сад 2018, 39-70.
56. Милан С. Димитријевић: О АРХЕОЛОШКОМ РАДУ СЕРГИЈА ДИМИТРИЈЕВИЋА, Наше стварање, 3 (2020) 90-98.
57. Евангелија Пану, Константин Калаханис, Милан С. Димитријевић: СУНЧАНИ САТОВИ: ОБЈЕКТИ КУЛТУРНОГ НАСЛЕЂА КАО ДОКАЗ АНАКСИМАН ДРОВОГ АСТРОНОМСКОГ ЗНАЊА, Зборник Матице српске за класичне студије, бр. 21-22, Нови Сад 2020, 171-185.
58. Милан С. Димитријевић: ЗБИРКА МАРАКА “ОСВАЈАЊЕ КОСМОСА” СЕРГИЈА ДИМИТРИЈЕВИЋА, Наше стварање, 4 (2020) 97-110.

59. Милан С. Димитријевић: 2022, ПЛАНЕТЕ ИЗВАН СУНЧЕВОГ СИСТЕМА – НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА 2019. ГОДИНУ, Phlogiston, **30**, 259-275.

Д ОДРЕДНИЦЕ У ЕНЦИКЛОПЕДИЈАМА

1. Српска енциклопедија, Том I, књига I, А - Беобанка: 2010, М. С. Димитријевић: АНГЕЛОВ Трајко, стр. 205-206; АСТРОМЕТРИЈА, стр. 363-364; АСТРОНОМИЈА, стр. 364-365; АСТРОНОМСКА ДРУШТВА, стр. 365-366; АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА, стр. 366-367; АСТРОНОМСКА ПЕРИОДИКА, стр. 367; АСТРОНОМСКО-НУМЕРИЧКИ ИНСТИТУТ, стр. 367; АСТРОФИЗИКА, стр. 367-368; АТАНАСИЈЕВИЋ Иван М., 369; АТАНАЦКОВИЋ-ВУКМАНОВИЋ Олга, стр. 374, Матица српска, Српска академија наука и уметности, Завод за уџбенике, Нови Сад, Београд.
2. Српска енциклопедија, Том I, књига II, Београд - Буштрање: 2011, М. С. Димитријевић: БОШКОВИЋ Руђер, стр. 467-468; БРКИЋ Захарије, стр. 566-567; БУЛИЋ Василије, стр. 663, Матица српска, Српска академија наука и уметности, Завод за уџбенике, Нови Сад, Београд.
3. Српска енциклопедија, Том II, В - Вшетечка: 2013, М. С. Димитријевић: ВИНЦЕ Иштван, стр. 420, Матица српска, Српска академија наука и уметности, Завод за уџбенике, Нови Сад, Београд.
4. Српски биографски речник, књ. 6, Мар-Миш: 2014, М. С. Димитријевић: МИЛАНКОВИЋ Милутин, Матица српска, Нови Сад.
5. Српска енциклопедија, Том III, књ. 1, Г - Демографски преглед: 2018, М. С. Димитријевић: ГЛИБОЊСКИ Ђорђе, стр. 307-308, ГРУЈИЋ Војислав, М. С. Димитријевић, А. Николић, стр. 646, ДАЧИЋ. Љубиша, стр. 823, Ма-

тица српска, Српска академија наука и уметности, Завод за уџбенике, Нови Сад, Београд.

6. Српска енциклопедија, Том III, књ. 2, Демократија - Ђуша: 2021, М. С. Димитријевић: ФРАН ДОМИНКО, стр. 375, ДРУШТВО АСТРОНОМА СРБИЈЕ, стр. 673, ЂОРГОВСКИ СТАНИСЛАВ, стр. 828, ЂУРАШЕВИЋ ГОЈКО, стр. 910-911, ЂУРКОВИЋ ПЕРО, стр. 966-967, ЂУРОВИЋ ДРАГУТИН, стр. 968-969, Матица српска, Српска академија наука и уметности, Завод за уџбенике, Нови Сад, Београд.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

52:929 Димитријевић М.(082)
012 Димитријевић М.

**СКУП поводом 75 година Милана С. Димитријевића
(2022 ; Београд)**

Скуп поводом 75 година Милана С. Димитријевића :
Београд, 24. новембар 2022. / уредник Бранко Драговић.
- Београд : Српска академија нелинеарних наука, 2023
(Београд : Скрипта интернационал). - 156 стр. ; 21 cm
Тираж 100. - Библиографија уз сваки рад.

ISBN 978-86-905633-5-7

а) Димитријевић, Милан С. (1947-) -- Биобиблиографије
-- Зборници

COBISS.SR-ID 114537737