

ПРИМЉЕНО: 27-12-2024			
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
	0801 - 227219		

## Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Зорана Д. Грујића у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 03. 12. 2024. године именовани смо у комисију за реизбор др Зорана Д. Грујића у звање виши научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

### 1 Биографски подаци

Зоран, Драган, Грујић је рођен 19.01.1976. у породици просветних радника. У Поћути (општина Ваљево) је завршио основну школу, а затим у Ваљеву средњу Техничку школу смер електротехничар електронике. Током школовања је остварио запажене резултате на такмичењима из физике редовно освајајући неко од прва три места на општинским и међуопштинским такмичењима као средњошколац.

Дипломирао је 2002. на смеру теоријска и експериментална физика Физичког факултета у Београду. Дипломски рад под насловом „Примена диодних ласера са спољашњом шупљином на спектроскопију паре рубидијума“ је урадио на Институту за физику у Лабораторији за оптоелектронику и ласере (данас Центар за фотонику) под менторством академика проф. др Николе Коњевића, академика проф. др Бранислава Јеленковића и др Дејана Пантелића. Након одслуженог војног рока, Зоран Д. Грујић се у јануару 2003 запошљава на Институту за Физику у Лабораторији за физику плазме и ласере као истраживач приправник. Две године касније прелази у Лабораторији за оптоелектронику која прераста у Центар за фотонику.

Дана 13.09.2011. је одбранио докторат на Физичком факултету у Београду под насловом „Тамне Раманове резонанце услед Ремзијеве интерференције у пари рубидијума“ под менторством др Бранислава Јеленковића. Докторски рад који укључује теоријски и експериментални део је урађен у Центру за фотонику Института за физику у Земуну.

У периоду од 2011-2018 др Грујић је као постдок радио на Универзитету у Фрибуру, Швајцарска у групи проф. Антоана Вајса (Antoine Weis) FRAP – FRibourg Atomic Physics. У почетку као Research Assistant (постдок), а последње године боравка (2018) је био унапређен у звање Lecturer - Research Assistant (Maître\_Assistant). За то време је савладао технике и методе прецизне атомске магнетометрије.

У Швајцарској се др Грујић укључио у рад међународне nEDM (neutron Electrical Dipole Moment) колаборације чији је циљ мерење електричног диполног момента неутрона. У оквиру колаборације, основни задатак FRAP групе био је пројектовање, изградња и

INSTITUT ZA FIZIKU

Ime i Prezime	Adresa	Grad	Drzava

одржавање низа оптичких магнетометара на експерименту који је лоциран у Пол Шерер институту (PSI - Paul Scherrer Institute) - највећем Швајцарском институту за природне и инжењерске науке.

Затим се, 2015 године, прикључује и међународној GNOME (Global Network of Optical Magnetometers for Exotic physics searches) колаборацији чији је циљ потрага за интеракцијама атома и још неоткривених елементарних честица као што је аксион. Зоран Грујић је од априла 2016. године па до краја свог ангажмана у Швајцарској (јул 2018) био званични представник FRAP групе у Научном комитету GNOME колаборације. То значи да је координисао активности локалног тима од четири истраживача и учествовао у одлучивању у највишем телу колаборације.

Током свог боравка у Фрајбургу др Грујић је држао напредне експерименталне вежбе студентима друге и треће године. У оквиру тог ангажовања, заједно са проф. Вајсом, је реализовао и пустио у рад студентску вежбу „Ласерски жироскоп“.

Био је ко-ментор две мастер тезе (Jari Piler, Peter Koss) и ко-ментор две докторске тезе (Hans-Christian Koch 2015, Simone Colombo 2017) на Департману за физику Универзитета у Фрибуру, Швајцарска.

Од септембра 2018, а након одласка проф. Антоана Вајса у пензију, др Грујић се враћа на Институт за Физику доносећи са собом донацију у опреми велике вредности.

Зоран Д. Грујић је аутор преко 50 рецензираних радова објављених у врхунским међународним часописима или зборницима међународних конференција. Поред српског, који му је матерњи језик, течно говори енглески и нешто слабије француски језик.

## 2 Преглед научне активности

Научна активност др Зорана Д. Грујића се може разврстати у неколико области: квантна оптика, магнетометрија, примене магнетометрије у фундаменталним истраживањима и у медицини. Дobar део свих активности З. Д. Грујића се може подвести под квантну оптику, којом почиње да се бави уз ментора проф. др Бранислава Јеленковића. Свој први значајан рад објављује током израде докторске тезе (25 цитата):

1/6: ZD Grujić, M Mijailović, D Arsenović, A Kovačević, M Nikolić, BM Jelenković

*Dark Raman resonances due to Ramsey interference in vacuum vapor cells*

**M21a** (2009), IF=2.921, Physical Review A 78 (6), 063816 2008

У раду је спроведена у дело Зоранова оригинална идеја, са успехом реализована експериментално и потврђена теоријски. То је метода просторно раздвојених ласерских снопова где се оптичко пумпање паре атома рубидијума врши у прстену формираном од ласерске светлости, а квантно стање атома проверава у његовом центру. Овај рад се цитира и након више од деценије од штампања дајући инспирацију научницима широм света да на сличан начин утичу на ширину и амплитуду електромагнетно индуковане транспаренције. Као последица те идеје и употребом теоријских метода које је развио З. Грујић, у сарадњи са др Душаном Арсенивићем и др М. Радоњићем објављен је низ радова:

2/5: MM Mijailović, ZD Grujić, M Radonjić, D Arsenović, BM Jelenković

*Nonlinear magneto-optical rotation narrowing in vacuum gas cells due to interference between atomic dark states of two spatially separated laser beams*

**M21a** (2009), IF=2.921, Phys. Rev. A 80, 053819 (2009)

5/6: SM Ćuk, M Radonjić, AJ Krmpot, SN Nikolić, ZD Grujić, BM Jelenković

*Influence of laser beam profile on electromagnetically induced absorption*

**M21a** (2010), IF=2.921, Phys. Rev. A 82, 063802 (2010)

5/6: AJ Krmpot, M Radonjić, SM Ćuk, SN Nikolić, ZD Grujić, BM Jelenković

*Evolution of dark state of an open atomic system in constant intensity laser field*

**M21a** (2011), IF=2.895, Phys. Rev. A 84, 043844 (2011)

1/5: ZD Grujić, MM Lekić, M Radonjić, D Arsenović, BM Jelenković

*Ramsey effects in coherent resonances at closed transition  $Fg=2 \rightarrow Fe=3$  of  $87Rb$*

**M21** (2012), IF=2.24, Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 2012, 45.24: 245502.

4/6: IS Radojičić, M Radonjić, MM Lekić, ZD Grujić, D Lukić, B Jelenković

*Raman-Ramsey electromagnetically induced transparency in the configuration of counterpropagating pump and probe in vacuum Rb cell*

**M22** (2015), IF=1.99, J. Opt. Soc. Am. B, 32 (3),(2015)

Године 2011, на позив проф. Antoine Weis-a, др. Грујић одлази у краћу посету Универзитету у Фрајбургу, Швајцарска, која прераста у седмогодишње постдокторске студије. Током боравка на Универзитету у Фрајбургу, у сарадњи са Антоан Вајсом користи иредуцибилни развој сферичних мултиполних момената за постављање и аналитичко решавање Блохове једначине. Као резултат тог рада из штампе излази



теоријско-експериментални рад где се аналитичким једначинама предвиђа облик и положај магнетних резонанци које настају као последица амплитудне-, фреквентне- или поларизационе-модулације светлости. У истом раду теоријско предвиђање је упоређено са експерименталним мерењима за амплитудно модулисани интензитет светла и показано је савршено поклапање (69 цитата):

1/2: ZD Grujić, A Weis

*Atomic magnetic resonance induced by amplitude-, frequency-, or polarization-modulated light*

**M21a** (2013), IF=3.042, Phys. Rev. A 88, 012508 (2013)

Како су у претходном раду потврђена само теоријска предвиђања за амплитудно модулисану светлост, у сарадњи са др Е. Breschi (која је користила на свом експерименту електро-оптички модулатор) су потврђена наша предвиђања за поларизациону модулацију светла. Тај рад до сада има 10 цитата:

2/4: E Breschi, ZD Grujić, P Knowles, A Weis

*Magneto-optical spectroscopy with polarization-modulated light*

**M21a** (2013), IF=3.042, Phys. Rev. A 88, 022506 (2013)

Ови резултати су послужили за реализацију магнетометра где се поларизација светлости мења из десне циркуларне у леву циркуларну. Из претходних радова је било очигледно која фреквенција модулације и који њен хармоник ће бити коришћен за демодулацију локин појачавачем како би се добио што осетљивији магнетометар. Постигнута је осетљивост од 20 теоријски и 300 fT/ $\sqrt{\text{Hz}}$  експериментално (35 цитата):

2/4: E Breschi, ZD Grujić, P Knowles, A Weis

*A high-sensitivity push-pull magnetometer*

**M21** (2014), IF=2.21, Appl. Phys. Lett. 104, 023501 (2014)

Током 2012-те године Зоран је, са групом проф. Вајса-а, учествовао у уградњи низа од 16 цезијумских магнетометара високе осетљивости на nEDM експерименту. Међутим, како је током детаљног тестирања и експлоатације тих магнетометара примећено да им тачност није добро дефинисана, због принципа њиховог рада у тзв.  $M_x$  конфигурацији, појављује се потреба за развојем нове тачније методе где је акценат радије на тачности него на осетљивости. До тада, примене магнетометрије су биле углавном везане за детекцију малих варијација магнетног поља као што су на пример мождани таласи (магнетоенцефалографија) или откуцаји срца (магнетокардиографија), где апсолутна вредност магнетног поља није од великог значаја.

Конкретно, за потребе nEDM експеримента је неопходно што тачније одредити градијент магнетног поља у експерименталној запремини. Стога, у кругу проф. Weis, др G. Bison и др З. Д. Грујић почело се размишљати о новим методама. Др Грујић је у прво сарадњи са др Е. Breschi успешно показао да се екстракција фреквенције из „free-induction decay“ сигнала може искористити за врло прецизну калибрацију калемова (22 цитата):

2/3: E Breschi, Z Grujić, A Weis

*In situ calibration of magnetic field coils using free-induction decay of atomic alignment*

**M21** (2014), IF=1.918, Appl. Phys. B (2014) 115: 85

Др Грујић је развио (на предлог проф. Weis-а) методу где се модулацијом интензитета светлости на Ларморовој фреквенцији прво оствари висока спин поларизација паре алкалног метала (цезијум) унутар ћелије са антирефлексионим слојем, а затим, након искључења модулације светлошћу константног интензитета посматра слободна прецесија спина (*free spin precession*) из чије фреквенције се добија Ларморова фреквенција која преко жиромагнетног односа даје интензитет магнетног поља. Резултат ових истраживања је рад где су детаљно испитане и представљене карактеристике оваквог магнетометра, што је уједно била и мастер тема студента Р. Koss-а чији је ко-ментор био З. Д. Грујић (50 цитата):

1/4: Zoran D. Grujić, Peter A. Koss, Georg Bison, Antoine Weis  
*A sensitive and accurate atomic magnetometer based on free spin precession*  
**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) 69: 135

Паралелно са својим истраживањима др Грујић помаже, као ко-ментор, докторанту (Hans-Christian Koch), који је такође укључен на nEDM пројекат у изради своје тезе. Тема је магнетометар заснован на мерењу фреквенције прецесије нуклеуса  $^3\text{He}$  (хелијум три) у магнетном пољу које се мери. Фреквенција прецесије нуклеуса  $^3\text{He}$  се не може пратити оптички те се за то користи (у овом случају) низ од 8 ласерски пумпаних цезијумских магнетометара. Мерења, у којима др Грујић учествује, се врше у Мајнцу (Johannes Gutenberg University Mainz) и Берлину (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), на Пол Шерер институту (Paul Scherrer Institute, PSI, Switzerland) и наравно у Фрајбургу. Резултат је нови тип магнетометра, одбрањена теза, више објављених радова:

3/11: Hans-Christian Koch,..., Antoine Weis  
*Design and performance of an absolute He-3/Cs magnetometer*  
**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) 69: 202

3/11: Hans-Christian Koch,..., Antoine Weis  
*Investigation of the intrinsic sensitivity of a He-3/Cs magnetometer*  
**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) 69: 262

3/11: Hans-Christian Koch,..., Antoine Weis  
*Study of He-3 Rabi nutations by optically-pumped cesium magnetometers*  
**M22** (2017), IF=1.393, Eur. Phys. J. D (2017) 71: 262

Активним учешћем у nEDM колаборацији др Зоран Грујић, (производњом магнетометара, њиховом инсталацијом, одржавањем инсталиране опреме, учешћем у мерењима на самом експерименту (како у дневним тако и у ноћним и викенд сменама), радом са хладним неутронима, учешћем на састанцима колаборације) је заслужио да буде потписан на већи број радова колаборације. Најважнији од њих су (310 и 247 цитата):

13/50: JM Pendlebury,..., G Zsigmond  
*Revised experimental upper limit on the electric dipole moment of the neutron*  
**M21** (2015), IF=4.864, Physical Review D, 2015, 92.9: 092003.

26/84: C. Abel et al.  
*Measurement of the Permanent Electric Dipole Moment of the Neutron*  
**M21a** (2020), IF=9.161, Phys. Rev. Lett. 124, 081803



где је постављена нова, до сада најнижа, граница за вредност електричног диполног момента неутрона. У зависности од тога колики је nEDM могуће је доћи до закључка зашто у свемиру има тако мало антимаерије (асиметрија бариона). Значај овог експеримента је пре свега у томе што је заслужан за одбацивање великог броја теорија чији је циљ откривање нове физике ван стандардног модела.

На позив проф. Budker-а део групе проф. Weis-а, укључујући др Грујића, се придружује GNOME (Global Network of Optical Magnetometers for Exotic physics searches) колаборацији. Циљ мреже је детекција до сада неоткривених купловања спина атома и поља хипотетичне честице аксиона. Др Грујић је био представник своје групе у телима колаборације од априла 2016. године па до краја свог ангажмана у Швајцарској (јул 2018). Заједно са др Т. Scholtes изградио и пустио у рад детекциону станицу у Фрајбургу и учествовао у изради алата и метода за анализу експерименталних података. Опис појединачних станица и начин прикупљања података је описан у часопису Physics of the Dark Universe:

5/24: S. Afach,..., and D. Wurm

*Characterization of the Global Network of Optical Magnetometers to search for Exotic Physics (GNOME)*

**M21** (2018), IF=6.707, Physics of the Dark Universe 22, 162-180 (2018)

Након повратка у Србију др Грујић наставља раду колаборацији, гради локалну GNOME станицу и тиме Институт за физику постаје пуноправан члан колаборације. Резултат заједничких напора и истраживања је (52 цитата):

10/49: S. Afach,..., JW Zhang

*Search for topological defect dark matter with a global network of optical magnetometers*

**M21a** (2021), IF=22.85, Nature Physics 17, 1396–1401

Са доласком студента S Colombo у групу проф. Weis-а, др Грујић се укључује на пројекат истраживања потенцијалне примене супер парамагнетних наночестица оксида гвожђа (SPIONs - Superparamagnetic iron oxide nanoparticles) у медицини. Мерене су особине SPIONs-а, као што је дистрибуција величине, време релаксације магнетизације и испитиване могућности изградње скенера где би се као сензор користио цезијумски магнетометар. Пар најважнијих радова:

4/6: A Weis, S Colombo, V Dolgovskiy, **ZD Grujić**, V Lebedev, J Zhang

*Characterizing and imaging magnetic nanoparticles by optical magnetometry*

**M33** (2017), Journal of Physics: Conference Series, 793 (1), 012032 (2017)

3/5: S Colombo, V Lebedev, **Zoran Dragan Grujic**, V Dolgovskiy, Antoine Weis

*MPS and ACS with an atomic magnetometer*

**M33** (2016), International Journal on Magnetic Particle Imaging, 2 (1), 1606002, (2016)

4/6: S Colombo, V Nikolaevich Lebedev, Alexey Tonyushkin, **Zoran Dragan Grujic**, V Dolgovskiy, Antoine Weis

*Towards a mechanical MPI scanner based on atomic magnetometry*

**M33** (2017), International Journal on Magnetic Particle Imaging, 3 (1), 1703006, (2016)

3/5: S Colombo, V Lebedev, **Zoran Dragan Grujic**, V Dolgovskiy, Antoine Weis

*M(H) dependence and size distribution of SPIONs measured by atomic magnetometry*

**M33** (2016), International Journal on Magnetic Particle Imaging, 2 (1), 1604001, (2016)

Као круна више деценијског рада проф. А. Weis-а, објављено је поглавље у књизи „High Sensitivity Magnetometers“ издавача Springer International Publishing (ИСБН број 978-3-319-34070-8, DOI 10.1007/978-3-319-34070-8\_13)

3/3: Antoine Weis, Georg Bison, **Zoran D Grujić**

*Magnetic Resonance Based Atomic Magnetometers*

M13 (2017), In: High Sensitivity Magnetometers. Springer, Cham, 2017. p. 361-424.

где је сам позив, да буде коаутор, за др Грујића била посебна част. У поглављу је сажето вишедеценијско искуство проф. Weis-а на пољу атомских магнетометара, где је др Грујић имао одређени допринос.

Учешће на пројектима Министарства:

- ФПБ пројект „Reinforcing research center for quantum and optical metrology“.
- ОИ171038 под називом „Холографске методе генерисања специфичних таласних фронтава за ефикасну контролу квантних кохерентних ефеката у интеракцији атома и ласера“
- ИИИ45016 под називом „Генерисање и карактеризација нано-фотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“.

Руковођење пројектима:

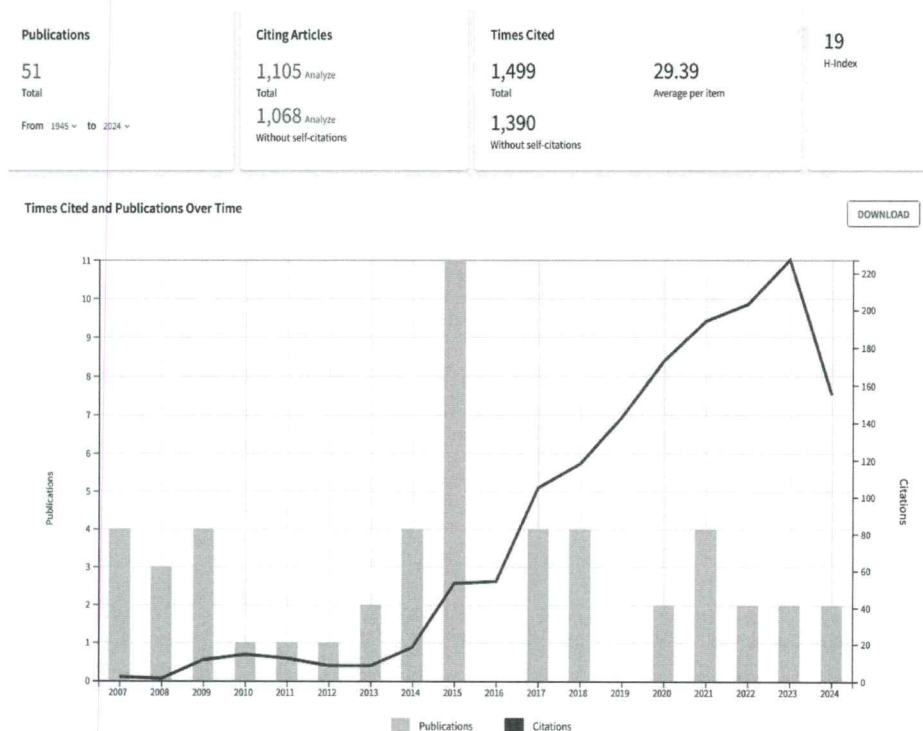
- „Стискање стања светлости атомима калијума“ (2019-2021) пројекат билатералне сарадње са Немачком, решење у прилогу.
- „FRAOPM (FRee Alignment Precession Optically Pumped Magnetometer)“ са Републиком Немачком као ко-руководилац, уговор у прилогу

### 3 Елементе за квалитативну оцену научног доприноса

#### 3.1 Квалитејт научних резултата

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

Научни допринос др Грујића је најлакше видети претрагом на Web of Science по ORCID броју **0000-0003-0802-5782**. Извештај цитираности даје следећи резултат:



За оцену кандидата треба приметити **51** публикација са **ISI листе**, **Хиршов индекс 19** и укупан број **хетероцитата 1390**. На основу импакт фактора часописа по годинама укупан **импакт фактор** је **189.569**, а збир **SNIP-а** је **59.467**. Квалитет публикација се може оценити и чињеницом да су готово сви радови др Грујића објављени у најугледнијим часописима са високим импакт факторима који спадају у категорије M21a, M21 и M22.

Ових пет изабраних радова представљају најважније области научне активности др Грујића:

- [1] 1/2: **ZD Grujić**, A Weis  
*Atomic magnetic resonance induced by amplitude-, frequency-, or polarization-modulated light*  
**M21a** (2013), IF=3.042, Phys. Rev. A **88**, 012508 (2013)
- [2] 1/4: **ZD. Grujić**, PA Koss, G Bison, A Weis  
*A sensitive and accurate atomic magnetometer based on free spin precession*  
**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) **69**: 135



- [3] 3/3: A Weis, G Bison, **ZD Grujić**  
*Magnetic Resonance Based Atomic Magnetometers*  
**M13** (2017), In: High Sensitivity Magnetometers. Springer, Cham, 2017. p. 361-424.
- [4] 10/49: S. Afach,..., JW Zhang  
Search for topological defect dark matter with a global network of optical magnetometers  
M21a (2021), IF=22.85, Nature Physics 17, 1396–1401
- [5] 26/84: C. Abel et al.  
Measurement of the Permanent Electric Dipole Moment of the Neutron  
**M21a** (2020), IF=9.161, Phys. Rev. Lett. 124, 081803

Допринос др Грујића овим публикацијама је већ поменут у поглављу 5, но овде ћемо то поновити другим речима. У раду [1] проф. Weis и др Грујић развијају теоријски модел уз помоћ кога налазе аналитичка решења за облик, амплитуде и положај магнетних резонанци која настају услед оптичког пумпања атома амплитудно-, фреквентно- или поларизацијски модулисаном резонантном светлошћу. У истом раду су теоријска предвиђања потврђена експерименталним резултатима за модулацију интензитета (амплитуде) светлости. Оно што је научено у [1] је даље примењено у [2] и због значаја резултата поново представљено у [3].

Развој специфичног магнетометра који је тачан бар колико је осетљив [2] је од велике важности за [5], за експеримент у коме треба са што мањом грешком измерити постојање електричног диполног момента неутрона или одредити његову горњу границу. На основу идеје проф. Weis-а др Грујић је развио експерименталну поставку за реализацију новог типа магнетометра, а затим у рад на експерименту укључио и обучио мастер студента P. Koss-а.

Рад [3] по правилнику Министарства је монографија. Проф. Вајс је пред крај каријере одлучио да искористи позив едитора књиге „High Sensitivity Magnetometers“, у издању реномираног издавача „Springer International Publishing“, да у једном поглављу књиге представи своје теоријско експериментална достигнућа. Треба напоменути да су аутори осталих поглавља водећа имена научника широм света који се баве магнетометријом и њеном применом. На основу доприноса области и оствареним резултатима проф. Вајс бира, међу својим многобројним бившим и тренутним сарадницима, да му се у писању монографије придруже само др G. Bison и др З. Д. Грујић.

У [4] је описана потрага за тамном материјом помоћу глобалне мреже магнетометара где упоредном анализом сигнала треба да се дискриминишу локални земаљски сигнали од ванземаљских. Претпоставка је да се на тај начин могу детектовати структуре састављене од хипотетичне честице аксион када планета Земља пролази кроз њих. Ту спадају доменски зидови, аксионске звезде, аксион бусенови (clumps) итд. Група проф. Weis-а је за ту намену направила тзв. GNOME станицу и на тај начин се придружила подухвату. Писање [4] је заједничко дело целе GNOME колаборације где је др Грујић дао генерални допринос као представник групе из Фрајбурга, као члан мреже са Београдског Универзитета и додатно као стручњак за обраду и анализу сигнала.

Горњи лимит електричног диполног момента неутрона (nEDM) представља крај развоја многих теорија које траже нову физику иза стандардног модела честица, а осетљиве су на ову вредност. С` тога је nEDM важан репер за сваког теоријског физичара честица. Тренутно најосетљивији експеримент овог типа се налази у Швајцарској на „Paul Scherrer“ институту и изграђен је од стране nEDM колаборације чији је др Грујић дугогодишњи члан. [5] је резултат деценијског рада многобројних институција ситуираних широм света које из године у годину побољшавају перформансе тог великог и компликованог експеримента. Др Грујић је учествовао у прављењу, монтажи и одржавању низа магнетометара који су постали саставни део експеримента. Учествовао је у пословима одржавања и тестирања других делова као и у процесу сакупљања података.

### *3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата*

Према подацима са Web of Science на дан 24.10.2024. године, радови кандидата су цитирани укупно 1390 пута (не укључујући самоцитате), уз h-index једнак 19. Посебно треба истаћи да је велики број цитата забележен у радовима који су објављени у часописима са високим импакт фактором. У прилогу је извод са бројем цитата по објављеном раду генерисан на Web of Science.

### *3.1.3 Параметри квалитета часописа*

Др Грујић је током научне каријере објавио око 51 рад у међународним часописима са ISI листе. Укупан импакт фактор радова је 99.13, а укупни SNIP је 37.51. У последњих 5 година имамо 2 рада категорије M21a, 9 радова категорије M21, 1 рад категорије M22 и 2 рада категорије M23.

Преглед објављених радова у последњих 5 година по часописима:

- 1 рада у Nature Physics
- 1 рада у Physical Review Letters
- 3 рада у The European Physical Journal C
- 1 рада у Physics of the Dark Universe
- 3 рада у Physical Review A
- 1 рада у Physics Letters B
- 1 рада у The European Physical Journal A
- 1 рада у Annalen der Physik
- 2 рада у Review of Scientific Instruments

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

Још током израде свог доктората др Грујић је почео да се осим експериментом бави и теоријом. Иако је он претежно експериментални физичар, у многим радовима се провлачи и његов допринос као неког ко аналитички или нумерички добијена теоријска предвиђања успешно пореди са својим експерименталним резултатима. Његове методе се успешно примењују како унутар „куће“ тако и у литератури (цитати)



што се види из горе наведених примера Physical Review A 78 (6), 063816 2008 и Phys. Rev. A 88, 012508 (2013).

Како је добар део каријере провео у иностранству (Швајцарска), др Грујић је успоставио сарадњу са великим бројем институција и истраживача у и ван Швајцарске у оквиру nEDM и GNOME колаборација што се види из заједничких радова.

### *3.2 Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова*

Под ко-менторством др Грујића су одбрањене две мастер и две докторске тезе на Департману за физику Универзитета у Фрајбургу, Швајцарска. По правилима Швајцарских универзитета само професор може бити ментор студенту, а у пракси се свакодневни рад одвија у тиму где студент прве кораке учи уз помоћ старијих и искуснијих колега. Сарадња др Грујића са студентима Н-С Koch-ом и S. Colombo-м је описана у секцији „Научна активност“, а ко-менторство се потврђује изјавом проф. Weis-a у прилогу.

Студент Саша Топић је одбранио свој мастер рад на Физичком факултету Универзитета у Београду је под менторством др Грујића. Рад је добио награду фондације "Проф. др Љубомир Ђирковић" 2021. године.

Осим тога, др Зоран Грујић је радио као асистент на напредним експерименталним вежбама за студенте основних студија. То су (1) Комптонов ефекат, (2) Оптички индукована магнетна резонанца, (3) Ласерски жirosкоп и (4) Нуклеарна магнетна резонанца. Од тога су (3) и (4) уведене као нове вежбе од стране проф. Weis-a и др Грујића.

Био је члан комисије за прегледање задатака републичких такмичења из физике средњих школа у Србији.

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

У складу са Правилником о вредновању научно истраживачког рада узета је пуна вредност М бодова за све радове до 7 аутора, а за радове са више од 7 аутора по формули  $K/(1+0.2(n-7))$ , где је К пун број М поена према категорији часописа, а n број коаутора ( $n > 7$ ). Ово правило се користи јер сви радови др Грујића спадају у природно-математичке и експерименталне. За два рада објављена са GNOME колаборацијом прилаже потврду гласноговорника (у прилогу) чиме се сврстава међу 7 најзначајнијих аутора те се ти радови рачунају са пуним износом М бодова у складу са правилником МОФ. Укупан број М бодова је 123, а након нормирања 48.25.

### *3.4 Руковођење пројектима, њиховим пројектима и пројектним задацима*

Др Грујић је координисао истраживачки тим са четири сарадника, у Фрајбургу, који је радио у оквиру GNOME колаборације и био представник своје групе у телима колаборације од априла 2016. године па до краја свог ангажмана у Швајцарској (јул 2018). По изјави проф. Weisa (видети прилог) то је еквивалентно вођењу потпројекта са буџетом за четири истраживача у периоду од две године.



Водио је двогодишњи (2019-2021) пројекат билатералне сарадње са Немачком под насловом „Стискање стања светлости атомима калијума“, решење у прилогу.

У периоду од јуна 2021. до септембра 2024. године је ко-руководилац FRAPOM (Free Alignment Precession Optically Pumped Magnetometer) билатералног пројекта са Лајбницовим институтом за фотоничке технологије, Јена, Немачка, уговор у прилогу.

### *3.5 Активност у научним и научно-стручним групама*

Др Грујић је члан ДФС-а (Друштва физичара Србије), ОДС-а (Оптичког друштва Србије) и био је члан SPS-а (Swiss Physical Society). Заменик председника ОДС 2020-2022. Председник ОДС са мандатом 2022-2024.

Краће време је уређивао веб сајт ДФС-а и веб сајт фондације „Марко Јарић“.

Учествовао је у организацији више конференција у земљи и иностранству као што су Photonica (Београд), OPM workshop 2017 (Фрајбург) и био председник организационог комитета 12-те Радионице фотонике на Копаонику, март 10 – 14, 2019 која је имала око 50 учесника. Тренутно је председник организационог комитета Photonics Workshop 2025. која ће се одржати 16-20.03.2025.

Писао је рецензије радова за неколико научних часописа као што су Physical Review A, IEEE Sensors Journal, итд. захвалнице у прилогу.

### *3.6 Утицајности научних резултата*

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

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

Чланство др Грујића у две међународне колаборације (nEDM и GNOME) од којих свака окупља широку интернационалну коалицију елитних истраживачких група, и велики број објављених радова са коауторима ван Института за физику и ван Департамента за физику у Фрајбургу је довољан доказ доприноса др Грујића реализацији научних истраживања ван своје „куће“. Конкретно у случају nEDM се може говорити о изградњи компоненти експеримента, његовом одржавању и сакупљању података. Са друге стране, за GNOME колаборацију др Т. Scholtes и др Грујић су изградили тзв. GNOME станицу, др Грујић је координирао активности групе у Фрајбургу са остатком колаборације и допринео у развоју метода за обраду сигнала. Након повратка на Институт за физику изградио је нову GNOME станицу чиме је остао пуноправан члан колаборације.

Такође, и за време боравка у иностранству др Грујић је остао у контакту са својим колегама на Института за физику што је као резултат дало радове: J. Opt. Soc. Am. B, 32 (3), (2015), Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 2012, 45.24: 245502, као и неколико конференцијских абстраката.

### 3.8 Уводна предавања на конференцијама и група предавања

Др Грујић је одржао следећа уводна предавања на конференцијама:

1/9: Z.D. Grujić, ..., A. Weis  
*Improving the accuracy of cesium magnetometers*  
**M32** (2017), Photonica 2017

1/2: Zoran D. Grujić, Saša Topić  
*Applications of optically pumped magnetometers*  
**M32** (2021), 14<sup>th</sup> Photonics workshop 2021

1/6: Zoran D. Grujić, Andrej Bunjac, Saša Topić, Marija M. Ćurčić, Jonas Hinkel, Theo Scholtes  
*Why do we need accurate magnetometers and how to realize them*  
**M32** (2022), 15<sup>th</sup> Photonics workshop 2022

1/7: Zoran D. Grujić, Marija M. Ćurčić, Aleksandra Milenković, Jonas Hinkel, Theo Scholtes  
*Heading error of Free Alignment Precession optically pumped magnetometer*  
**M32** (2023), 16<sup>th</sup> Photonics workshop 2023

Позивна писма у прилогу.

## 4 Елементе за квантитативну оцену научног доприноса

Др Зоран Грујић је током своје каријере објавио преко 50 различитих публикација које су на ISI листи. Од тога, 14 након последњег избора у звање (од децембра 2019.) укључујући остале публикације ван ISI листе, а разврстано по категоријама прописаним у Правилнику са исказаним сумарним бројем М бодова:

Табела М категорије. Преглед научног доприноса по категоријама од претходног избора у звање

Категорија	Број радова	Поена по раду	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21a	2	10	20	10.6
M34	19	0.5	9.5	9.5
M21	9	8	72	9.28
M36	4	1.5	6	6
M22	1	5	5	5
M32	3	1.5	4.5	4.5
M23	2	3	6	3.36

Из приложене табеле се види да је највећи број М бодова остварен у највишим категоријама, односно у најквалитетнијим часописима.

**Табела Мин. услови.** Минимални и остварени квантитативни услови од од претходног избора у звање

Минималан број М бодова	Виши научни сарадник (ВНС)	Потребно за реизбор ВНС/2	Остварени нормирани резултати
Укупно	50	25	48.25
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	40	20	32.75
M11+M12+M21+M22+M23	30	15	28.25



**Табела Преглед.** Преглед научног доприноса кандидата од претходног избора у звање

Ненормираних М бодова	Нормираних М бодова	Укупан импакт фактор	Укупан SNIP
123	48.25	76.15	21.96

## Закључак

Комисија констатује да је др Зоран Д. Грујић показао изузетну оригиналност и вредност исказану преко радова у еминентним часописима, до сада већ високо цитираних. Има јако развијену међународну сарадњу уз учешће на великим и значајним међународним колаборацијама. Допринос педагошком раду се огледа кроз менторство студентима докторских студија и руковођење пројектима. Стога закључујемо да је кандидат достигао изванредну истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу наведених података из извештаја види се да он задовољава све квантитативне и квалитативне услове за реизбор у звање виши научни сарадник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

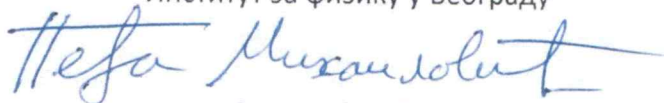
**Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за реизбор др Зорана Д. Грујића у звање виши научни сарадник.**

У Београду 25.12.2024. године

Чланови комисије:



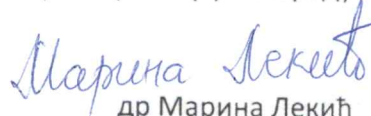
академик проф. др Бранислав Јеленковић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду



проф. др Пеђа Михаиловић  
редовни професор  
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду



др Душан Арсеновић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду



др Марина Лекић  
виши научни сарадник  
Институт за физику у Београду