



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД

ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



Студентске практике

Предлози тема за студентске праксе
за академску 2024/25. годину



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

Студентске праксе

Предлози тема за студентске праксе
за академску 2024/25. годину



САДРЖАЈ:

ПРОГРАМ СТРУЧНИХ ПРАКСИ	5
КО СМО МИ?	6
ГДЕ СЕ НАЛАЗИМО?	7
1. ЦЕНТАР ЗА ИЗУЧАВАЊЕ КОМПЛЕКСНИХ СИСТЕМА	9
1.1. Појасеви планетоида и прашине око звезда изван Сунчевог система	11
1.2. Поларони у полупроводничким материјалима	13
1.3. Припрема занимљивих рачунских задатака из физике	15
1.4. Бозонски транспорт у оптичким решеткама	17
1.5. Високопобуђене струне, црне рупе и теорија случајних матрица	19
1.6. Теорија случајних матрица за отворене квантне системе	20
1.7. Линдбладова једначина за зрачење црних рупа	21
1.8. Нумеричко проучавање својстава поларона	23
1.9. Квантни вишечестични ожиљци	25
1.10. Моделовање транспорта у штампаним наноматеријалима	27
1.11. Испитивање граница раста: Еволуција одабраних сојева бактерија у лабораторији у циљу побољшања раста у екстремним условима	29
1.12. Рачунарско и математичко моделовање у описивању биолошких система – примена у фармацији и биомедицини	31
2. ЦЕНТАР ЗА ЧВРСТО СТАЊЕ И НОВЕ МАТЕРИЈАЛЕ	33
2.1. Нееластично расејање светлости на квантним материјалима	35
2.2. Карактеризација тернарних ван дер Валсових материјала	37
2.3. Утицај дефеката на електронска, магнетна и тополошка својства у Дираковим полуметалима типа II	39
2.4. Истраживање магнетизма у природним 2Д филосиликатима	41
2.5. Одређивање особина нових квазичестица у дводимензионалним материјалима	43
2.6. Испитивање сензорских особина графена функционализованог биолошким молекулима	45
3. ЦЕНТАР ЗА НЕРАВНОТЕЖНЕ ПРОЦЕСЕ	47
3.1. Оптичка емисиона спектроскопија високофрекветних пражњења на ниском притиску	49
3.2. Оптичка и електрична карактеризација пражњења веће ефективне површине са наизменичном побудом на атмосферском притиску	50
3.3. Третмани течних узорака у пражњењима на атмосферском притиску	51
3.4. Модел електричног кола са пражњењем и анализа параметара кола	53

ЦЕНТАР ЗА ФОТОНИКУ

55

4.1. Утицај плазмонске архитектуре на оптички одговор (експериментална тема)	57
4.2. Линеарно и нелинеарно оптичко испитивање наночестица ретких земаља	59
4.3. Испитивање интеракције умрежених фотона са материјом (флуоресцентним пробама)	60
4.4. Моделовање плазмонског одговора и интеракције плазмонске резонанце са наноемитером (теоријска тема)	61
4.5. Холографија фотонских/биофотонских структура – веза између наномеханике и оптике (експериментална тема)	62
4.6. Интерферометријско испитивање нелинеарне динамике у магнетном пољу (експериментална тема)	63
4.7. Моделовање микроталасне аблације тумор	65
4.8. Генерисање тродимензионалног модела и меширања за потребе симулације методом коначних елемената коришћењем отвореног кода	67
4.9. Примена метода машинског учења у обради фотоакустичких података	69
4.10. Развој фотоакустичких сензора за анализу чврстих тела као једнослојних и вишеслојних структура и танких филмова	71
4.11. Звук као моћан алат за карактеризацију напредних материјала	73
4.12. Примена електроакустичких аналогича у моделовању и анализи фотоакустичких система и процеса	75
4.13. Карактеризација диодног ласера са екстерним резонатором	77
4.14. Модулација фреквенце ласерског зрака помоћу акусто-оптичког модулятора и оптичко избијање	78
4.15. Карактеризација профила светлосног снопа и његова промена	79
4.16. Оптички резонатор	80
4.17. Спектроскопија калијума	81
4.18. Оптички полупроводнички појачаваач за диодни ласер са екстерним резонатором	82
4.19. Успоравање светлосних пулсева преко нелинеарног ефекта четворталасног мешања у пари калијума	83
4.20. Амплитудско стискање светлости преко нелинеарног ефекта четворталасног мешања у пари калијума	84

5. САМОСТАЛНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ

87

5.1. Група за гравитацију, честице и поља	89
5.1.1. Развој софтверског пакета за нумеричку алгебарску топологију	91
5.1.2. Геометријске структуре у амплитудама расејања: амплитухедрон и асоцијахедрон	93
5.1.3. Слаба мерења у стохастичким квантним системима	95
5.1.4. Интеграбилни системи	97
5.2. Лабораторија за физику високих енергија	99
5.2.1. Испитивање сигнала за коришћење нових тригера, анализа на нивоу тригера – ТЛА; тригери са мион-јет L1 делом	101
5.2.2. Развој тригера са b-цетовима за предстојећу надоградњу експеримента АТЛАС на великом сударању хадрона високе луминозности LHC HL-LHC)	102



5.2.3. Мултиваријабилна анализа (МВА) за процес $b\bar{A} \rightarrow b\bar{b}b$ користећи податке прикупљене детектором АТЛАС на Великом сударачу хардона (ЛХЦ)	103
5.2.4. Развој контролног система за <i>High Granularity Timing Detector</i> (HGTD) на експерименту АТЛАС у CERN-у	105
5.2.5. Карактеризација Хигсовог потенцијала кроз мерење симултане продукције пара Хигсових бозона са паром топ-анти топ кваркова на експерименту ATLAS у CERN-у	106
5.2.6. Унапређење <i>Graph Neural Network</i> (GNN) алгоритма за идентификацију лептона на експерименту ATLAS у CERN-у	107
5.3. Лабораторија за атомске сударне процесе	109
5.3.1. Еластично расејање електрона на фулерену	111
5.3.2. Примена спектроскопије ласерски индукованог пробоја у мултиелементалној анализи електронских уређаја, а у циљу рециклаже	113
5.3.3. Примене ласерске флуоресцентне спектроскопије у анализи узорака од биолошког значаја	114
5.3.4. Примене ласерске луминесцентне спектроскопије у безконтактном мерењу температуре	115
5.3.5. База података о електрон-атомским/молекулским сударима – <i>BEAMDB</i>	117
5.4. Нискофонска лабораторија за нуклеарну физику	119
5.4.1. Соларна модулација космичких зрака током 25. соларног циклуса	121
5.5. Лабораторија за физику животне средине	123
5.5.1. Вертикални профили оптичких особина атмосферских аеросола на основу сателитских мерења	125



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

Програм стручних практи



СТУДЕНТСКЕ ПРАКСЕ – ПРЕДЛОЗИ ТЕМА

Драге студенткиње и драги студенти,

Институт за физику у Београду организује програм стручних пракси. Циљ програма је да студентима пружи практично искуство и прилику да буду део најсавременијих истраживања из области физике и сродних наука у нашој земљи кроз менторски рад са нашим истраживачима. Ова публикација осмишљена је као каталог у којем можете пронаћи различите теме за обављање додипломских студентских пракси на Институту за физику у Београду.

Публикација је осмишљена тако да буде ресурс који се стално развија и који се редовно ажурира како би одражавала токове истраживачких активности наше установе. Најновију верзију можете пронаћи на нашој Интернет страници www.ipb.ac.rs.

Сваки одељак пружа детаљне информације о доступним темама, укључујући:

- Назив теме – кратак наслов који обухвата суштину истраживачке теме;
- Опис теме – кратак преглед теме и њеног значаја;
- Ток праксе – планирани оквирни распоред активности;
- Које је пракса намењена – специфични услови за учешће у одређеној пракси, укључујући факултет, смер, годину студија и евентуално потребне предуслове у виду знања или вештина;
- Основне информације – контакт податке ментора/ке и назив лабораторије чији су део, као и број студената који могу примити у исто време;
- Кратку биографију сваког ментора/ке.

УКЉУЧИТЕ СЕ И ОСТАНИТЕ ПОВЕЗАНИ

Верујемо да је ова публикација само један од начина да наставимо да негујемо подржавајуће окружење за студенте у којем имају прилику да продубљују своја интересовања и постављају питања. Уколико имате било каквих дилема о самим темама, захтевима или процесом пријаве, не оклевајте да се обратите наведеним истраживачима или нашем административном особљу.

КОНТАКТ:

ipbstudentskeprakse@ipb.ac.rs

ЗАШТО УЧЕСТВОВАТИ?

Учешће у студентским праксама при Институту за физику нуди бројне предности, укључујући:

- Практично искуство – прилика да стекнете практичне вештине и знање радећи на занимљивим истраживачким пројектима;
- Могућности умрежавања – прилика да градите везе са искусним истраживачима и колегама студентима/кињама;
- Академски развој – прилика да продубите своје разумевање сложених научних концепата кроз примењено учење;
- Развој каријере – прилика да обогатите своју биографију и припремите се за будуће академске и професионалне активности.

РАДУЈЕМО СЕ ВАШОЈ ПРИЈАВИ!

Ко смо ми?

ПРВИ ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

Институт за физику у Београду, као институт од националног значаја за Републику Србију, врхунска је научноистраживачка установа за физику и сродне научне области. Институт обавља истраживања фундаменталних механизма природе која су од приоритетног значаја за научни, образовни, културни и укупни друштвено-економски развој Републике Србије.

Основан 1961. године, Институт за физику је настао као плод интензивног развоја физике у послератној Југославији. Како постаје све очигледнија потреба да се она истраживања у физици која нису нуклеарна уједине у једној институцији, на иницијативу угледног професора Александра Милојевића оснива се Институт за физику.

Заснован на непрекидном преиспитивању и везама између људи, на отворености ка идејама и подстицању личног усавршавања, преживео је године изградње, периоде изазова и тренутке значајних открића. Градећи мрежу пријатеља, Институт је покренуо, оснажио и подржао бројне позитивне иницијативе у Србији и региону.



Као институт од националног значаја за Републику Србију, први који је стекао овај статус, Институт је данас врт физике у коме се негује изврсност у науци, отвореност ка технолошким идејама и иновативност у образовању.

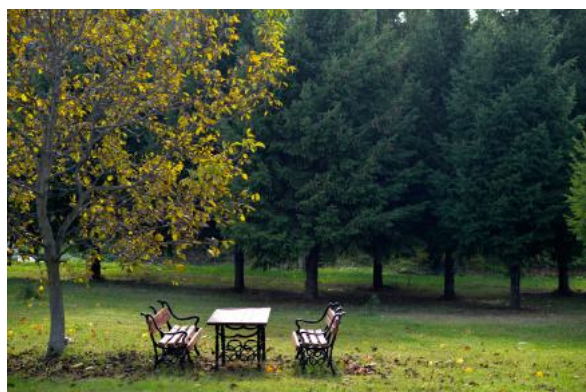
На Институту ради више од 200 истраживача у 25 лабораторија и четири Центра изврсности. Истраживања којима се баве истраживачи Института покривају већину актуелних области у савременој физици и сродним наукама. Захваљујући истраживањима чији је квалитет на европском нивоу, истраживачи објављују радове у престижним часописима, препознатљиви су у светској заједници и освајају међународне пројекте као што су *ERC* грантови, Твининг и *ERA Chair* пројекти.



Институт негује тесне везе са водећим научним установама у Србији, али и широм Европе и света. Посебно је интензивна сарадња са Европском лабораторијом за нуклеарна истраживања, ЦЕРН. Поред ЦЕРН-а, важни стратешки партнери Института су и Мрежа националних института Италије, *INFN* и највеће научно постројење у Немачкој, *DESY*.

Захваљујући свом јединственом духу, врхунским истраживањима и примењивим иновацијама, Институт је данас у Републици Србији препознат као водећа национална истраживачка институција, у региону као центар изврсности, а у Европи и свету као поуздан партнер и релевантан истраживачки центар.

Где се налазимо?



Институт за физику налази се у једном од најлепших делова Земунa, на плацу са којег се пружа поглед на Дунав.

Осим старије зграде унутар које се налазе лабораторије, канцеларије, сале за састанке и, семинаре, библиотека, ресторан, студентске собе итд., део Института је и нова зграда Иновационог центра.

Велики део простора чини и наша зелена оаза, тзв. „Врт физике” – место за учење, али и одмор и дружење.

КАКО ДОЋИ ДО НАС?



17, 18, 45, 81, 81 л, 83, 83, 85, 703, 704, 706, 707



БГ: ВОЗ 1, БГ:ВОЗ 2, БГ: ВОЗ 3, БГ:ВОЗ 4



КОНТАКТ:

- Институт за физику у Београду
- Прегревица 118, 11080, Земун
- +381 (0)11 37 13 000
- info@ipb.ac.rs





УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



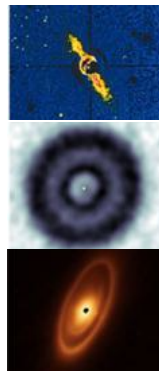
Центар за изучавање комплексних система



Сарадници [Центра за изучавање комплексних система](#) примењују широк спектар метода теоријске физике, као и нумеричке симулације и нумеричко моделирање, а у неким областима и експерименталне методе за проучавање великог броја комплексних система. Иако нумерички приступ представља један од најчешће коришћених, основни циљ свих истраживања Центра нису појединачни нумерички резултати, већ ново знање о комплексним системима, физичке законитости које описују њихово понашање, као и везе између различитих класа комплексних система. Главне области физике којима се Центар бави су квантна статистичка физика, теорија кондензованог стања, квантна механика, статистичка физика, математичка физика и нелинеарна динамика.

Руководилац центра је др Антун Балаж, научни саветник.

„Појасеви планетоида и прашине око звезда изван Сунчевог система”



ОПИС ТЕМЕ:

Сунчев систем се састоји од 8 планета, али и великог броја мањих тела, такозваних планетоида или планетезимала. Планетезимале се већином налазе у два појаса око Сунца: астероидни појас између Марса и Јупитера и Кајперов појас који почиње у близини орбите планете Нептун и простира се до велике удаљености од Сунца. У овим појасевима планетезимале се међусобно сударају, а неки судари доводе до њиховог распада на мања тела и честице прашине. Као што постоје егзо-планете, планете око других звезда у нашој галаксији, тако постоје и егзо-појасеви планетезимала. Модерна астрофизичка посматрања дају нам увид у величину и облик ових егзо-појасева. Међутим, посматрања детектују само мале честице прашине настале у сударима великих планетезимала. Како бисмо научили нешто о великим планетезималама око других звезда, морамо да разумемо како оне производе мале честице прашине и како се распоред прашине унутар појаса разликује од распореда планетезимала. Ове разлике настају услед судара између самих честица прашине, притиска зрачења, па и дејства гаса ког практично нема у Сунчевом систему, али понекад има око других звезда. Са теоријске стране еволуција ових система најчешће се изучава развојем и коришћењем нумеричких симулација.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса започела би упознавањем са основним концептима о појасевима планетезимала и прашине, те са најновијим открићима и научним радовима у овој области. Практични део праксе састојао би се од решавања проблема у текућим теоријским и нумеричким истраживањима ових фасцинантних астрофизичких система. Конкретни задаци за студенте могу бити прилагођени различитим нивоима знања и интересовања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике и астрофизике. Претходно искуство са програмирањем и нумеричким методама и знање из основа астрофизике су пожељни, али нису неопходни.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Јанковић – научна сарадница
- Број студената: 2
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: marija.jankovic@ipb.ac.rs



др Марија Јанковић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Марија Јанковић је завршила основне и мастер студије на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторске студије је завршила 2020. године на Империал Колеџу у Лондону, одбранивши докторску тезу под називом „Акрециони дискови и формирање планета око младих звезда“.

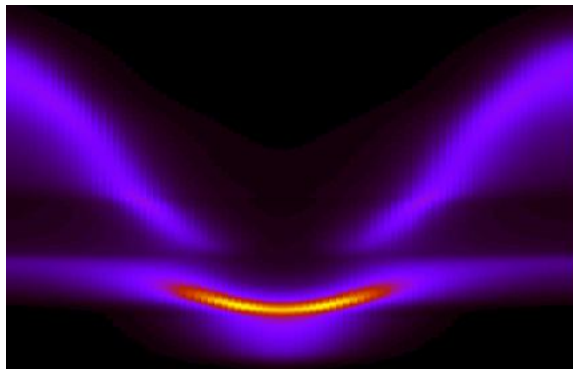
Након доктората, до 2022. године имала је постдокторску позицију у Институту за астрономију Универзитета у Кембриџу.

Од децембра 2022. године је запослена као научна сарадница у Институту за физику у Београду.

Бави се истраживањима сударних и динамичких процеса у појасевима планетезимала ван Сунчевог система.



„Поларони у полупроводничким материјалима“



ОПИС ТЕМЕ:

Покретљивост електрона у полупроводничким материјалима одређена је њиховом интеракцијом са осцилацијама решетке – фононима. Када је та интеракција релативно слаба, електрон се повремено расејава на фононима и покретљивост електрона је обрнуто сразмерна учестаности овог расејања. Када је та интеракција јака, долази до формирања поларона – квазичестице у којој су електрон и фонон везани. И поред тога што су полупроводнички материјали присутни у направама које користимо у свакодневном животу, још увек није могуће поуздано предвидети покретљивост електрона или поларона у њима. У оквиру пројекта [“Polaron Mobility in Model Systems and Real Materials”](#) развијамо методе које ће то омогућити.

ТОК ПРАКСЕ:

Могуће је више пракси које су повезане са истраживањима на овом пројекту:

- 1) Аналитичко извођење покретљивости поларона у граничним случајевима слабе интеракције, јаке интеракције и високих температура за поједностављене моделе поларона;
- 2) Нумеричко одређивање енергије основног стања поларона коришћењем квантног Монте Карло прорачуна интеграла по трајекторијама. Пракса би обухватала коришћење већ постојећег рачунарског кода или његов даљи развој;
- 3) Нумеричко одређивање покретљивости шупљина у конкретним полупроводничким материјалима. Пракса би обухватала коришћење постојећег рачунарског програма.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

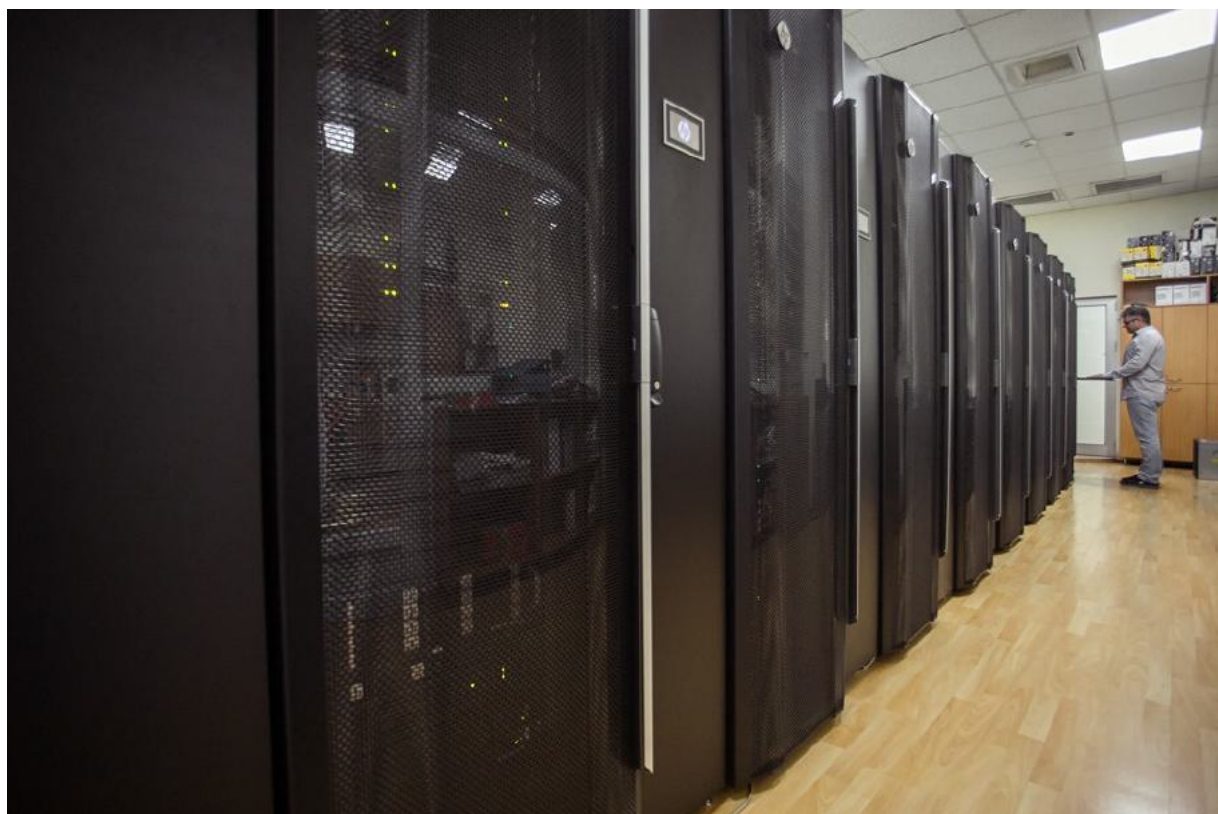
За све наведене праксе пожељно је предзнање из квантне механике и статистичке физике, па су праксе превасходно намењене студентима завршних година физике или одговарајућег усмерења на другим факултетима. Дужи рад на пракси би се могао искористити и за израду мастер рада. За пријаву за све наведене праксе потребно је послати CV и списак положених испита са оценама (не мора бити званичан документ).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Ненад Вукмировић – научни саветник
- Број студената: 2
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: nenad.vukmirovic@ipb.ac.rs



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

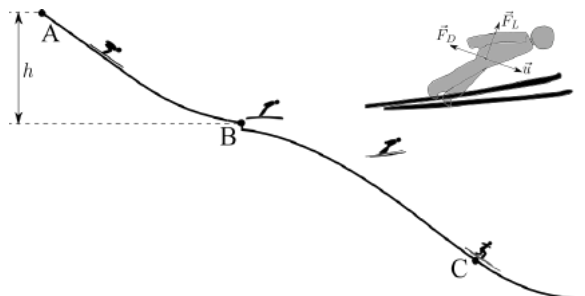


www.ipb.ac.rs

„Припрема занимљивих рачунских задатака из физике”

ОПИС ТЕМЕ:

Решавање рачунских задатака је најчешће коришћена активност за утврђивање усвојених знања из физике. И поред тога, при образовању наставника физике ретко се посвећује пажња развоју способности за састављање таквих задатака, што ће бити циљ ове праксе.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је превасходно намењена студентима усмерења за наставника физике, али је отворена и за друге заинтересоване студенте. За пријаву је потребно послати CV и списак положених испита са оценама (не мора бити званичан документ).

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру ове праксе студент/киња ће претрагом литературе наћи рад који даје физички опис неког занимљивог феномена из свакодневног живота (нпр. микроталасна пећница, фудбал, порекло боје лептирова). Затим ће садржина рада бити прилагођена основношколском или средњошколском нивоу и формулисана у виду задатака различитих тежина – почев од основног, па до напредног нивоа.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Ненад Вукмировић – научни саветник
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: nenad.vukmirovic@ipb.ac.rs



др Ненад Вукмировић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Ненад Вукмировић је докторирао 2007. године на Универзитету у Лидсу у Великој Британији са тезом: „*Physics of Intradband Quantum Dot Optoelectronic Devices*“.

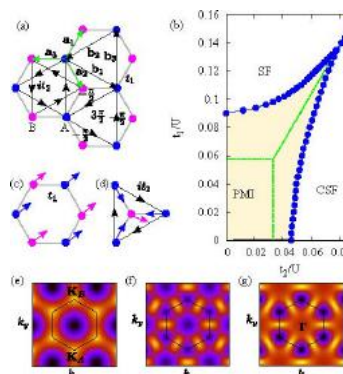
Од 2007. до 2010. године је био на постдокторском усавршавању у Лоренс Беркли националној лабораторији у Берклију у САД где је радио на развоју метода за симулацију електронске структуре и транспорта у органским полупроводним материјалима.

Од 2010. године је запослен у Институту за физику.

Област његовог истраживања су електронске особине полупроводника и полупроводничких наноструктура.



„Бозонски транспорт у оптичким решеткама“



ОПИС ТЕМЕ:

У савременим експериментима хладни атоми у оптичким решеткама се користе као квантни симулатори за релевантне моделе физике кондензоване материје. На овај начин омогућено је истраживање комплексних проблема физике јако корелисане материје у веома добро контролисаном окружењу. Особине бозонских атома у оптичким решеткама се прецизно могу описати Бозе-Хабард моделом. Недавно су у оваквом систему по први пут реализована фракциона Холова стања, [Nature 619, 495 \(2023\)](#), а паралелно се пуно ради на разумевању транспортних особина у различитим физичким режимима овог модела.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике са предзнањем из квантне механике и физике кондензоване материје. Претходно искуство са програмирањем и нумеричким методама је пожељно, али није неопходно.

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру планиране студентске праксе проучаваћемо транспортне особине у оквиру поменутог Бозе-Хабард модела. Развијаћемо и примењивати нумеричке симулације засноване на семикласичном приступу, којима можемо испитати режим слабих интеракција. Детаљно ћемо проучавати експериментално релевантне динамичке протоколе.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Ивана Васић – виша научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: ivana.vasic@ipb.ac.rs



др Ивана Васић
виша научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Ивана Васић је завршила основне (2006. године), и докторске (2011. године) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тезу под насловом „Нумеричко проучавање хладних квантних гасова“ је одбранила 2011. године.

Након докторских студија боравила је на усавршавању на Институту за теоријску физику Гете универзитета у Франкфурту, Немачка.

Од 2008. године је запослена у Институту за физику у Београду.

Њена експертиза је у области моделирања и симулација ултрахладних бозонских атома.



„Високопобуђене струне, црне рупе и теорија случајних матрица”

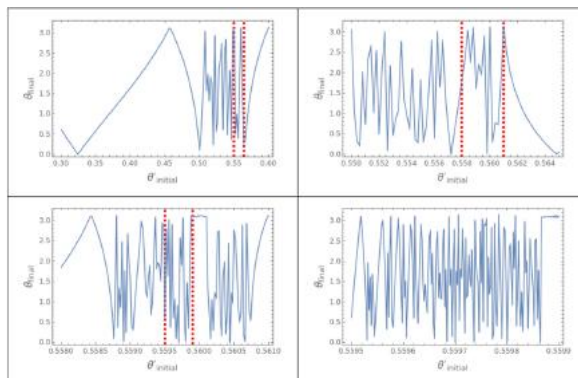
ОПИС ТЕМЕ:

Високопобуђене струне (*highly excited strings* – HES) се понашају као црне рупе када је окупациони број већи од неке критичне вредности (ово се зове комплементарност струна–црна рупа). То нам даје прилику да завиримо у квантни режим физике црних рупа, а посебно на хаотичну динамику HES која даје важне информације о проблему информација црних рупа. У досадашњем раду израчуната је матрица расејања (S–матрица) за HES и нађено је да је динамика HES мешана, а не униформно хаотична, као што би се за црну рупу очекивало. То значи или да црне рупе и нису максимално хаотичне као што се до сада претпостављало, или да принцип комплементарности не важи у потпуности. Сада је потребно да се разумеју прво регуларне структуре које нарушавају униформни хаос, а потом да се објасни њихова улога у физици црних рупа.

Стога желимо да проучимо аналитичку структуру S–матрице и да видимо у којој мери се S–матрица може описати теоријом случајних матрица. Затим је циљ израчунати плимску силу HES из гравитон–гравитон расејања, јер плимске силе дају одличан увид у квантне корекције класичног описа црне рупе. Коначно, важно је проверити и колико резултат зависи од бекграунд поља, тј. од метрике тако што ћемо израчунати S–матрицу и за анти де Ситеров (AdS) простор уместо за раван простор као до сада. Резултат ћемо опет покушати да моделирамо случајним матрицама.

ТОК ПРАКСЕ:

Од горенаведених подтема може се направити неки избор, није неопходно урадити све. Матрице расејања ћемо углавном рачунати аналитички али статистичка анализа се мора радити нумерички.



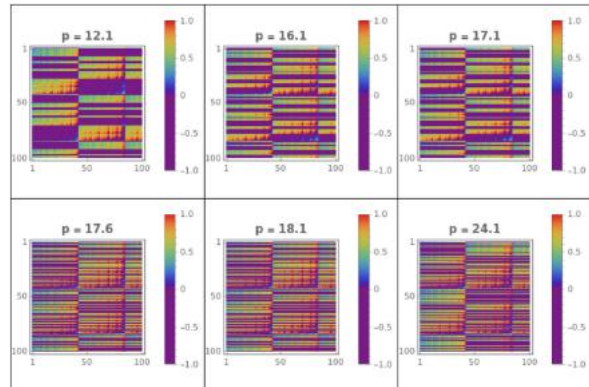
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Ниво и предзнање: Овај пројекат очигледно захтева елементе теорије струна, као и квантног хаоса и теорије случајних матрица. Зато је погодан пре свега за мастер студенте, међутим мотивисани студенти четврте године су такође добродошли – почели би са учењем основа опште релативности и теорије струна, затим би урадили неки једноставнији пројекат за загревање, а главни део био би урађен наредне године као мастер теза.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Михаило Чубровић – научни сарадник
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: cubrovic@ipb.ac.rs

„Теорија случајних матрица за отворене квантне системе“



ОПИС ТЕМЕ:

Једна од основних идеја квантног хаоса је описивање квантнохаотичних система ансамблима Гаусових случајних матрица – Ермитовим ансамблима за хамилтонијане, или кружним (унитарним) ансамблима за матрице расејања (S-матрице). У последње време међутим познавање отворених квантних система (система у контакту са околином) је такође достигло довољан ниво да се проучи и њихово хаотично понашање. У том случају еволуција је неунитарна и описује се општијим ансамблима случајних матрица (Женебровим ансамблима).

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Ниво и предзнање: Овај пројекат тражи пре свега знања из класичне статистичке физике и квантне механике, па је погодан за студенте 3. и 4. године, као и за мастер студенте. Старији студенти могу да ураде више (на пример да повежу резултат са понашањем S-матрица у квантној теорији поља).

ТОК ПРАКСЕ:

Идеја је да се проучи статистика оператора еволуције отворених квантних система, при чему почињемо од микроскопског, Ермитовог хамилтонијана за систем и околину, а затим одинтегралимо околину и посматрамо статистику резултујућег, не-Ермитовог ефективног хамилтонијана. Радићемо углавном са Бозе-Хабардовим (*Bose-Hubbard*) ланцем куплованим са термостатом. Нумерички ћемо проучити извршити егзактну дијагонализацију хамилтонијана и добити спектар. Аналитички ћемо покушати да изведемо неке опште особине спектра, упоредимо их са предвиђањима теорије случајних матрица и разумемо колико је резултат универзалан.

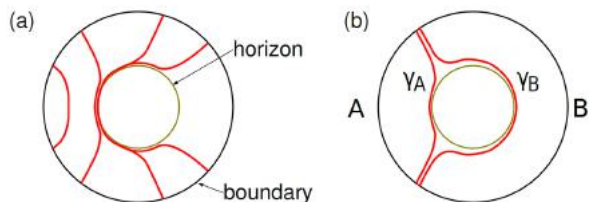
ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Михаило Чубровић – научни сарадник
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: cubrovic@ipb.ac.rs

„Линдбладова једначина за зрачење црних рупа”

ОПИС ТЕМЕ:

Последњих година сведоци смо јаког интересовања за отворене и дисипативне квантне системе, тј. за квантне системе у контакту са околином, који не одржавају ни број честица ни енергију. Уходан начин за опис оваквих система јесте Линдбладова једначина. Још један проблем који у последње време постаје све актуелнији јесте физика и динамика црних рупа, посебно Хокингово зрачење и с њим повезан информациони парадокс. С обзиром на то да су и код зрачеће црне рупе ради о отвореном систему, логично је применити Линдбладову једначину.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Ниво и предзнање: Овај пројекат захтева добро познавање статистичке физике и квантне механике. Такође ће нам бити потребна квантна теорија поља и општа релативност, али јако мотивисани студенти на почетку четврте године могу се пријавити ако су вољни да прођу кроз интензивни неформални курс из ових области, који ће кулминирати мастер тезом наредне године.

ТОК ПРАКСЕ:

Циљ пројекта је да се формулише једноставан модел Хокинговог зрачења из кога ће се добити тзв. оператори скока у Линдбладовој једначини. У суштини, ради се о огрубљивању уобичајеног описа Хокинговог процеса у коме се процес зрачења представља дискретним скоковима. Затим ћемо проучити спектар Линдбладовог оператора и покушати да повежемо имагинране делове својствених вредности са нестабилностима хоризонта и фотонских сфера.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Михаило Чубровић – научни сарадник
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: cubrovic@ipb.ac.rs



др Михаило Чубровић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Михаило Чубровић је дипломирао на Физичком факултету Универзитета у Београду 2008. године.

Године 2013. на Универзитету у Лаједну одбранио је докторат на тему из теорије струна, холографије и теорије кондензованог стања (*"Holography, Fermi Surfaces and Criticality"*).

После постдока на Универзитету у Келну, долази на Институт за физику у Београду 2017. године.

Бави се теоријом струна, црним рупама, холографијом, квантним хаосом, а посебно проблемима који спајају теорију хаоса и теорију струна.



„Нумеричко проучавање својстава поларона”



ОПИС ТЕМЕ:

Кретање електрона кроз материјале је одређено њиховим расејањима на квантним осцилацијама кристалне решетке (фононима). Уколико су та расејања довољно честа или интензивна, погодно је као носиоца струје разматрати везано стање електрона и фонона, тзв. поларон. Својства основног стања поларона, као што су његова енергија и ефективна маса, се најчешће проучавају користећи приступе засноване на таласној функцији интерагујућег електрон–фононског система. С друге стране, приступи засновани на редукованом електронском опису типичном за теорију отворених квантних система се углавном примењују на ненултој температури и до сада нису примењивани на проучавање својстава поларона на нултој температури.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Студент/киња ће се упознати са основама стандардних (егзактна дијагонализација) и напредних (ХЕОМ метод) техника за проучавање интерагујућих квантних система. Такође ће стећи практична знања неопходна да се направе одговарајући рачунарски кодови. С обзиром на то да захтева познавање квантне механике и статистичке физике, пракса је нарочито погодна за студенте завршне године студија физике. Из рада на пракси може настати мастер рад.

ТОК ПРАКСЕ:

Током ове праксе бисмо проучавали како се метод хијерархијских једначина кретања (ХЕОМ), који се углавном користи на коначној температури, може применити за добијање својстава основног стања поларона. Пракса би се фокусирала на најједноставнији модел електрон–фонон интеракције, Холштајнов модел. Студент ће се најпре упознати са ХЕОМ једначинама у имагинарном времену, чије решавање ће имплементирати у систему са два чвора (тзв. спин–бозон модел). Резултати ХЕОМ метода се на овом примеру могу проверити поређењем са решењем које даје метод егзактне дијагонализације. Након тога би се приступило примени ХЕОМ метода на системе са више чворова.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Вељко Јанковић – виши научни сарадник
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: veljko.jankovic@ipb.ac.rs



др Вељко Јанковић
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Вељко Јанковић је завршио основне (2013. године), мастер (2014. године), и докторске (2018. године) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду.

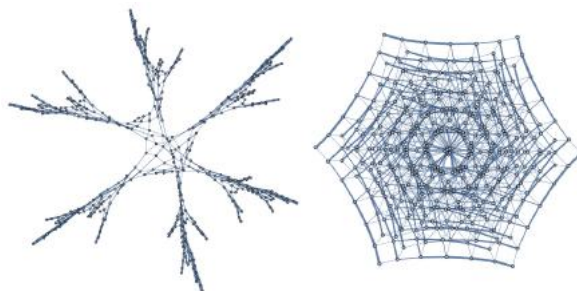
Од 2014. године је запослен у Институту за физику у Београду.

Након докторских студија боравио је на усавршавању на Факултету за математику и физику Карловог универзитета у Прагу, Чешка Република.

Његова експертиза је у области моделирања и симулација равнотежних својстава и динамике интерагујућих квантних многочестичних система.



„Квантни вишечестични ожиљци“



ОПИС ТЕМЕ:

Једно од најважнијих отворених питања у области физике која се бави неравнотежном динамиком квантних система је питање термализације изолованих система. Уобичајено је да се у неинтеграбилним квантним системима сва почетна стања брзо термализују у складу са предвиђањима хипотезе о термализацији путем својствених стања (*eigenstate thermalization hypothesis*). Међутим, експерименти са квантним симулацијама на низовима Ридбергових атома изведени пре неколико година на Харвард универзитету довели су до изненађујућих резултата – за одређене почетне конфигурације систем се периодично враћао у своје почетно стање и због тога неочекивано споро термализовао [[Nature 551, 579 \(2017\)](#)]. Овакво понашање је убрзо теоријски објашњено постојањем такозваних квантних вишечестичних ожиљака (*quantum many-body scars*) у ефективном моделу који описује јако интерагујуће Ридбергове атоме [[Nat. Phys. 14, 745 \(2018\)](#)]. То су атипична својствена стања која одликује неуобичајено ниска ентропија сплетености и која нарушавају хипотезу о термализацији путем својствених стања. Ово откриће је довело до развоја нове и веома активне области истраживања, а квантни ожиљци су пронађени у великом броју других система. Боље разумевање феномена квантних ожиљака могло би да омогући циљану конструкцију модела са спором термализацијом.

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру предложене праксе студент/киња ће радити на развоју и примени нумеричких алгоритама, као и на анализи резултата коришћењем аналитичких метода. На почетку праксе студент/киња ће се упознати са литературом

из области квантних ожиљака и са стандардним техникама нумеричких симулација вишечестичних квантних система. Затим ће стечено знање искористити да симулира такозвани *PXP* модел који испољава ефекте квантних вишечестичних ожиљака. Даљи ток праксе зависиће од интересовања и нивоа предзнања студента/киње. Неке од могућих истраживачких тема су испитивање утицаја периодичне модулације параметара система на стабилност квантних ожиљака и потрага за новим моделима и параметарским режимима са ожиљцима. У случају да пракса прерасте у мастер рад, постоји могућност експерименталне реализације испитиваних модела на квантном рачунару *Aquila* у сарадњи са компанијом *QuEra* из Бостона.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике са предзнањем из квантне механике. Претходно искуство са програмирањем је пожељно, али није неопходно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Ана Худомал – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: ana.hudomal@ipb.ac.rs



др Ана Худомал
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Ана Худомал је завршила основне (2014), мастер (2015), и докторске (2020) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тезу под насловом „Нумеричко проучавање квантних гасова у оптичким решеткама и у синтетичким магнетним пољима“ је одбранила 2020. године.

Након докторских студија боравила је на постдокторском усавршавању у групи за теоријску физику у оквиру Школе за физику и астрономију на Универзитету у Лидсу, Велика Британија.

Од 2016. године је запослена у Институту за физику у Београду.

Бави се истраживањима у области моделирања и симулација вишечестичних квантних система.



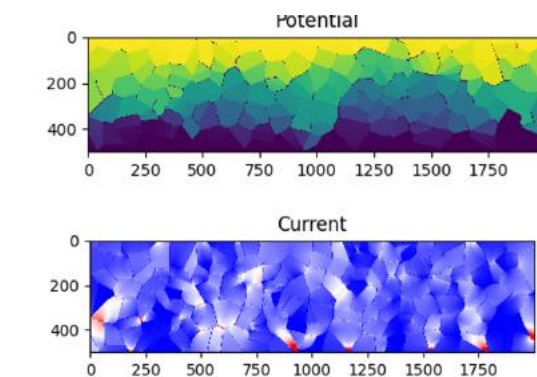
„Моделовање транспорта у штампаним наноматеријалима“

ОПИС ТЕМЕ:

У оквиру праксе моделоваћемо штампане дводимензионалне наноматеријале добијене скалабилном методом за производњу који укључују графен, бор нитрид и нанослојеве волфрам диселенида, на интерфејсима две течности. Нанослојеви дводимензионалних материјала су у форми равних наночестица (плочица, љуспица) које су неколико нанометара дебеле, али истовремено и стотине нанометара широке. Поред тога нанослојеви због своје мале дебљине су провидни. Ова техника има потенцијал за штампање кола по изузетно ниској цени што ће олакшати апликације од анимираних постера (танкослојних екрана) до паметних етикета. Пракса укључује Монте Карло студију (програм је реализован у *Python*-у), одређивање проводности система дводимензионалних плочица и утврђивање прага перколације (почетка провођења система) у зависности од величине плочица и геометрије система. У експерименту системи имају велики аспект однос (однос ширине и дужине активног дела) – и на основу симулација вредности коефицијента егзактног модела за густину перколације биће одређени који важе у широком опсегу и без обзира на материјал. Након тога исте симулације биће употребљене за израду модела зависности проводности система од броја проводних страница и величине плочице. Изведени модел за проводност биће широко применљив на електронику произведену самоорганизацијом на интерфејсима.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе студент/киња ће се упознати са теоријом перколације и провођења у модерним дводимензионалним системима. Упознаће и нумеричке методе попут генерисања геометрије система Воронои конструкцијом, дискретизацијом



и нумеричким решавањем система једначина. Имаће подршку при писању извештаја и у зависности од постигнутог – заједно са ментором припремиће научни рад на основу резултата.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима техничких факултета, математике или физике заинтересованим за упознавање рачунарског моделовања. Предзнање програмирања је пожељно, али не и обавезно.

Пракса се реализује у сарадњи са експерименталном групом прив. доц. др Александра Матковића Универзитета у Леобену, <https://www.unileoben.ac.at/matkovics-lab/> и посредно са проф. Јонатаном Колеманом (Тринити Колеџ Даблин).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Игор Станковић – научни саветник
- Број студената: 1
- Лабораторија за примену рачунара у науци
- Контакт: igor.stankovic@ipb.ac.rs



др Игор Станковић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

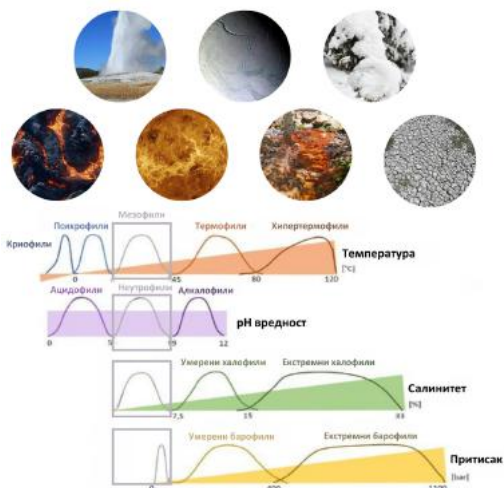
Игор Станковић је дипломирани инжењер електротехнике Универзитета у Београду.

Докторску дисертацију из теоријске физике, одбранио је на Техничком универзитет у Берлину под називом: „Проучавање интеракције између структуре и протока у системима са уграђеним атомима“.

Његове области истраживања су: примене рачунања високих перформанси у техничким проблемима, моделирање трења (рачунарска трибологија), хабање, јонске течности, дводимензионални материјали и самоорганизација магнетних честица.



„Испитивање граница раста: Еволуција одабраних сојева бактерија у лабораторији у циљу побољшања раста у екстремним условима”



ОПИС ТЕМЕ:

До пре педесетак година канонске границе абиотичких фактора (посебно температуре) за раст живих бића су биле врло уске и строге, а онда су откривени микроорганизми који сасвим добро расту на температурама изнад тачке кључања воде. То је подстакло научнике, посебно микробиологе, да завире и у средине које су до тада сматране ненастањивима (екстремно ниске и високе пЕ-ха вредности, притисци, високе дозе јонизујућег зрачења, и сл.) и открили су да не само да микроорганизми могу да опстану у таквим условима него и да су ти услови оптимални за њихов раст. То је био почетак ере проучавања екстремофилних организама која је до сада уродила плодом дубоког познавања механизма којима се превазилазе абиотички екстреми и великим пробојима у области биотехнологије. Поред тога, екстремофили су оживели поље експерименталног изучавања у астробиолошком контексту, проширујући строги физички оквир настањивости Сунчевог система изван граница Земље.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена пре свега студентима основних и мастер академских студија биологије и сродних наука, али смо отворени и за студенте осталих природних наука који су спремни да уложе додатан напор у савладавању метода рада у микробиолошкој лабораторији и основних биолошких концепата.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса започела би упознавањем са концептима абиотичких (физичких) граница за раст микроорганизма и еволуције у лабораторији. Практични део праксе би подразумевао савладавање метода и извођење експеримента еволуције у лабораторији како би се селектовале еволуционе линије бактерија са побољшаним растом под екстремним вредностима одабраног абиотичког фактора.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Тања Берић – редовна професорка и научна саветница
- Број студената: 4
- Лабораторија за експерименталну астробиологију
- Контакт: tanja.beric@ipb.ac.rs



др Тања Берић
редовна професорка и научна
саветница

БИОГРАФИЈА

Тања Берић завршила је основне, магистарске и докторске студије на Биолошком факултету Универзитета у Београду. 2010. године одбранила је тезу под називом „Биохемијска и молекуларно генетичка карактеризација изолата *Bacillus* sp. са подручја Србије“.

Од 1999. године запослена је на Катедри за микробиологију Биолошког факултета, а од маја 2024. и као научна саветница и руководилац Лабораторије за експерименталну астробиологију у Институту за физику.

Бави се истраживањима у области примењене микробиологије у оквиру које започиње и истраживања екстремофилних микроорганизама у контексту астробиологије и њихову примену у биотехнологији.



„Рачунарско и математичко моделовање у описивању биолошких система – примена у фармацији и биомедицини“



ОПИС ТЕМЕ:

Савремено друштво суочава се са потребом за ефикасним унапређењем постојећих терапијских смерница и процедура, како би се побољшали здравствени исходи код све већег броја пацијената који чекају на ефикасније и безбедније лекове. Због тога је, у раним фазама развоја лекова, потребно предвидети понашање циљних молекула у живим системима, и на тај начин проценити ефикасност клиничких исхода, усмерити и оптимизовати даљи ток испитивања. Понашање лекова у живим организмима може се сагледати кроз вредности основних биомиметичких информација које обухватају фармакокинетичке и физичко-хемијске карактеристике молекула. Математичким и рачунарским моделовањем могуће је проценити физичко-хемијске карактеристике и одредити клиничку судбину молекула на основу података везаних за дужину трајања и место апсорпције из гастроинтестиналног тракта, пролазак кроз биолошке мембране, метаболизам, токсиколошки профил укључујући труднице и дојиље, као и екотоксиколошке ризике. Циљ је да се студенти упознају са основним принципима моделовања, примене биомиметичких информација у поступку описивања и разумевања понашања молекула.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенска пракса би започела упознавањем основних математичких и рачунарских модела који се користе у добијању биомиметичких информација о понашању циљних молекула. Практични задаци базираће се на описивању и разумевању добијених биомиметичких информација и карактеризацији иновативних лекова за *diabetes mellitus*, терапију обољења централног нервног система или у складу са интересовањима студената.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних академских и мастер студија Медицинског факултета, Биолошког факултета, Хемијског факултета и Факултета за физичку хемију. Пожељно је предзнање у темама сродним фармацији и биомедицини.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментори: др Дарија Јовчић – научна сарадница; др Саша Лазовић – научни саветник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за биомиметику
- Контакт: darija@ipb.ac.rs, lazovic@ipb.ac.rs



др Дарија Обрадовић Јовчић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Дарија Јовчић (рођена Обрадовић) завршила је основне академске студије на Фармацеутском факултету Универзитета у Београду. Докторске академске студије завршила је 2021. године на Фармацеутском факултету.

Део доктората радила је на Хемијском факултету Московског државног универзитета М.В. Ломоносов и на Институту опште и неорганске хемије Н.С. Курнаков Руске академије наука (Москва, Русија), као и на Фармацеутском факултету Медицинског универзитета у Лублину (Лублин, Пољска).

Од септембра 2022. године запослена је као научна сарадница на Институту за физику Београд.

Бави се применом биомиметичких технологија у савременом развоју нових лекова и унапређењу терапијских смерница.



др Саша Лазовић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Саша Лазовић је основне и мастер академске студије завршио на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторске академске студије завршио је 2010. године на Физичком факултету.

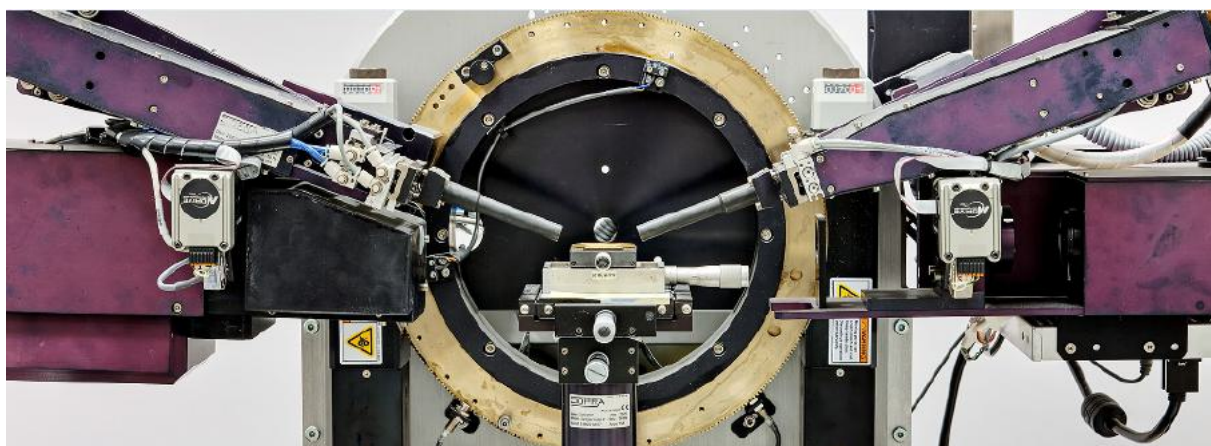
Након доктората усавршавао се на Институту Јожеф Стефан у Словенији, Институту KAIST у Јужној Кореји и Институту NCSR Demokritos у Грчкој.

На Институту за физику је запослен од 2011. године, а у звање научног саветника изабран је 2019. године. Руководилац је Лабораторије за биомиметику.

Бави се проучавањем гасне плазме и њеним применама у биомедицини, биомиметици, фармацији, третману материјала и заштити животне средине.



Центар за чврсто стање и нове материјале



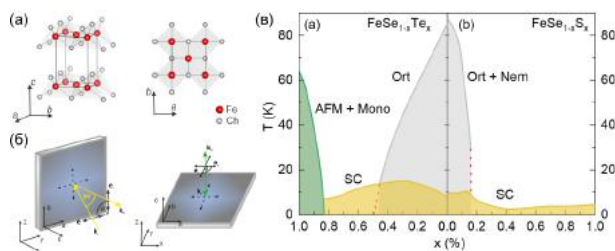
Истраживања [Центра за физику чврстог стања и нове материјале](#) су усмерена на проучавање оптичких, транспортних и магнетних својстава широког спектра материјала (од изолятора и полупроводника до квантних материјала). Главни интерес Центра су вибрациона својства ових материјала. Тренутне експерименталне методе укључују Брилуеново и Раманово расипање, фотолуминисценцију, елипсометрију, мерења оптичке рефлексije и трансмисије (од далеког инфрацрвеног до UV спектралног опсега), AFM и STM мерења, као и друга микроскопска и оптичка мерења у широком спектралном опсегу и на ниским температурама. Поред тога, магнетна и транспортна својства се истражују коришћењем магнетометра од 14 Тесла. ЦССПНМ такође користи различите технике за синтезу узорака, укључујући методе синтеровања, сол-гел технологију, технике раста монокристала, технологију танких филмова и синтезе 2D материјала. Теме које су у фокусу недавних активности су теоријска и експериментална истраживања различитих својстава наноструктурних, дводимензионалних и квантних материјала и њихове апликације.

Руководилац центра је др Ненад Лазаревић, научни саветник.

„Нееластично расејање светлости на квантним материјалима“

ОПИС ТЕМЕ:

Приликом интеракције снопа монохроматске светлости, може доћи до еластичног (Рејлијевог) расејања, при чему је учестаност расејане светлости једнака учестаности упадне светлости. Са мањом вероватноћом долази до нееластичног (Рамановог) расејања, где се само мали део фотона, око 1 у 100 милиона, нееластично расеје. У овом процесу учестаност расејаног фотона може бити већа или мања у односу на учестаност упадног. У првом случају реч је о анти-Стоксовом процесу, током ког долази до анхилације фонона. Супротно томе, када је у питању креација фонона ради се о Стоксовом процесу. Раманова спектроскопија је неинванзивна оптичка метода заснована на ефекту нееластичног расејања светлости која се користи за карактеризацију материјала. Фотони упадног снопа светлости могу се нееластично расејати на различитим врстама (квази)честица, попут фонона, магнона, поларона и електрона, што ову технику чини посебно погодном за проучавање различитих екситација и њихових интеракција у материјалима са јаким електронским корелацијама. Поред тога што свака екситација има специфичан облик линије у Рамановом спектру, симетријском анализом могуће је утврдити тачне канале расејања у којима се свака од екситација може јавити. Додатно, Раманова спектроскопија показала се као незаобилазна техника када је у питању испитивање различитих компетитивних фаза у комплексним материјалима. Структурне промене, магнетно уређење, суперпроводно стање као и стање таласа густине наелектрисања могуће је детектовати овом методом.



ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса започела би упознавањем са теоријским основама Рамановог расејања и одређивању расподеле фононских модова помоћу фактор-група анализе на основу структурних параметара материјала, као и могућност детекције ових екситација у различитим геометријама расејања. Практични део праксе састојао би се од упознавања са експерименталним поставкама за раманску спектроскопију (екситациони извори, оптички пут, начин рада спектрометра, системи за детекцију), вакуумским и криогеним системима, а затим и обраде и анализе резултата. Конкретни задаци могу бити прилагођени различитим нивоима знања и интересовањима студента/киње, у зависности од године студија и расположивог времена.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршних година основних академских и мастер студија физике, физичке хемије и електротехнике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Ана Милосављевић – научна сарадница
- Број студената: 2
- Лабораторија за физику чврстог стања
- Контакт: ana.milosavljevic@ipb.ac.rs



др Ана Милосављевић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

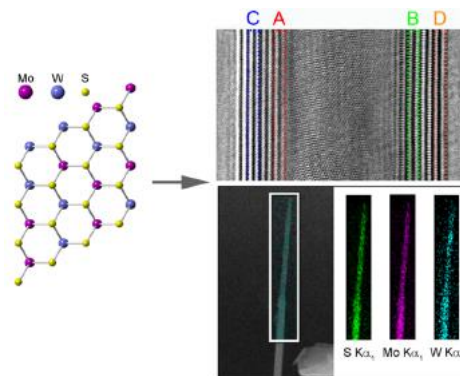
Ана Милосављевић је завршила докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду 2021. године, одбранивши дисертацију под називом „Електрон-фонон и спин-фонон интеракција у суперпроводницима на бази гвожђа и квази-2Д материјалима испитивана методом Раманове спектроскопије“.

Од 2015. године је запослена у Институту за физику у Београду.

Бави се испитивањем екситација и флукуација у суперпроводним и квази-нискодимензионалним (магнетним) материјалима, и у нано-материјалима методом Раманове спектроскопије.



„Карактеризација тернарних ван дер Валсових материјала“



ОПИС ТЕМЕ:

Неоргански слојевити материјали, где су атомски или молекуларни слојеви формирани од атома који се држе заједно у равни чврстим ковалентним или јонским везама, и ван равни путем слабих ван дер Валсових интеракција, су у изобиљу у природи. Иако се лако налазе у тродимензионалној (3Д) структури, поново су стекли популарност када се, након изолације графена 2004. године, показало да се могу ексфолирати и у 2Д облик. Такође, ови материјали су синтетизовани као нанотубе (НТ) или у морфологијама сличним фулерену још 1992. године, чинећи их доступним у 3Д, 2Д и квази-1Д облику. Ова породица материјала је изузетно разноврсна, јер могу да варирају од парамагнетних, дијамагнетних, феро или антиферомагнетних у зависности од фазе.

Користићемо „one-pot“ методу синтезе тернарних дихалкогенида транзиционих метала, са главним фокусом на $\text{Mo}_x\text{W}_{(1-x)}\text{S}_2$ и $\text{Nb}_x\text{Ta}_{(1-x)}\text{S}_2$. Овај приступ ће бити модификован како би се добили хибридни материјали у облику нанотуба или трака. Растом материјала унутар затворене кварцне ампуле у условима блиским равнотежним и са веома спором стопом раста, може се минимизирати густина уграђених структурних дефеката и истовремено добити више морфологија материјала: љуспице, нанотубе, нанотраке... Хибридни материјал $\text{Mo}_x\text{W}_{(1-x)}\text{S}_2$ је изабран као полазни пошто су својства оба основна једињења (MoS_2 и WS_2) добро позната, уз раст интересовања за њихове хетероструктуре последњих година. Температурно-зависна Раманова спектроскопија ће се користити за проучавање промена у понашању фонона у таквим хибридним материјалима.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће имати прилику да се упознају са наноматеријалима различитих морфологија. Практични део ће се састојати од упознавања са експерименталним поставкама за раманску спектроскопију, као и од обраде и анализе резултата. Конкретни задаци могу бити прилагођени различитим нивоима знања и интересовања студента/киње. Материјали који се испитују се синтетишу у сарадњи са групом проф. Маје Ремшкар, Институт Јожеф Стефан, Љубљана, са могућношћу посете.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије и електротехнике, са склоностима ка експерименталном раду.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Бојана Вишић – виша научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за физику чврстог стања
- Контакт: bojana.visic@ipb.ac.rs



др Бојана Вишић
виша научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Бојана Вишић је завршила основне и мастер студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, а докторске студије 2013. године на Факултету за физику Универзитета у Љубљани, Словенија, са темом „*Physical properties of nanoflakes produced by exfoliation of MoS₂ nanotubes and their respective polymer nanocomposites*“, током којих је била запослена на Институту Јожеф Стефан.

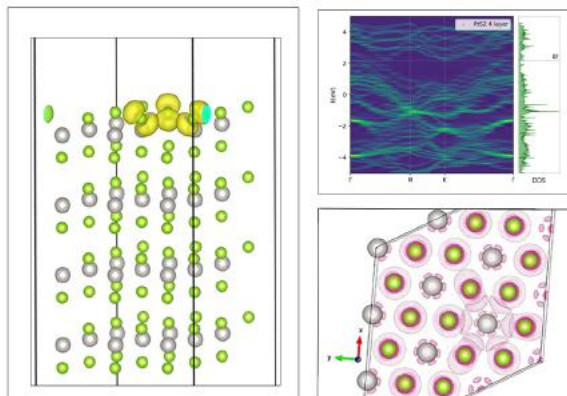
Након тога је, у оквиру Марија Кири стипендије, боравила на постдокторским студијама на Вајцман Институту у Израелу (2013–2017.), затим и на Институту Јожеф Стефан (2017–2018.).

У Институту за физику је запослена од 2019. године.

Бави се ван дер Валсовим наноматеријалима, првенствено неорганским нанотубама и њиховим оптичким особинама.



„Утицај дефеката на електронска, магнетна и тополошка својства у Дираковим полуметалима типа II”



ОПИС ТЕМЕ:

Диракови полуметали су егзотични квантни материјали који се сматрају тродимензионалним аналозима графена. У овим полуметалима, као и у графену, електрони се понашају као фермиони са нултом масом, што резултира јединственим оптичким, магнетним и транспортним својствима. Недавна истраживања Диракових полуметала типа-2 као што су PtSe₂, PdTe₂ и NiTe₂ показала су њихов велики потенцијал за бројне апликације. Посебно су истакнуте студије [Nat. Nanotechnol. 14, 674 (2019)] о магнетизму индукованом дефектима у PtSe₂, са магнетним својствима зависним од дебљине, што отвара могућности за примену у тополошкој спинтроници путем инжењеринга дефеката у ван дер Валсовим слојевитим Дираковим полуметалима типа-2. Присуство дефеката у PtSe₂ утиче на електронска транспортна својства, а очекује се да ће такви дефекти у сличним једињењима као што су PdTe₂ и NiTe₂ генерисати егзотичне појаве. Циљ овог истраживања је да се истраже њихова електронска, магнетна и тополошка својства и како дефекти утичу на карактеристике ових материјала.

Конкретни задаци могу бити прилагођени различитим нивоима знања и интересовања студената, у зависности од године студија и расположивог времена.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике, физичке хемије или студентима физичке електронике Електротехничког факултета, који имају предзнање из квантне механике и физике кондензоване материје. Претходно искуство са програмирањем и нумеричким методама је пожељно, али није неопходно. Рад на пракси може се наставити у оквиру мастер рада.

Пракса се реализује у сарадњи са Групом за квантне материјале, [QMag](#), Институт за физику полупроводника и чврстог стања, Универзитет Јоханес Кеплер, Линц, Аустрија.

ТОК ПРАКСЕ:

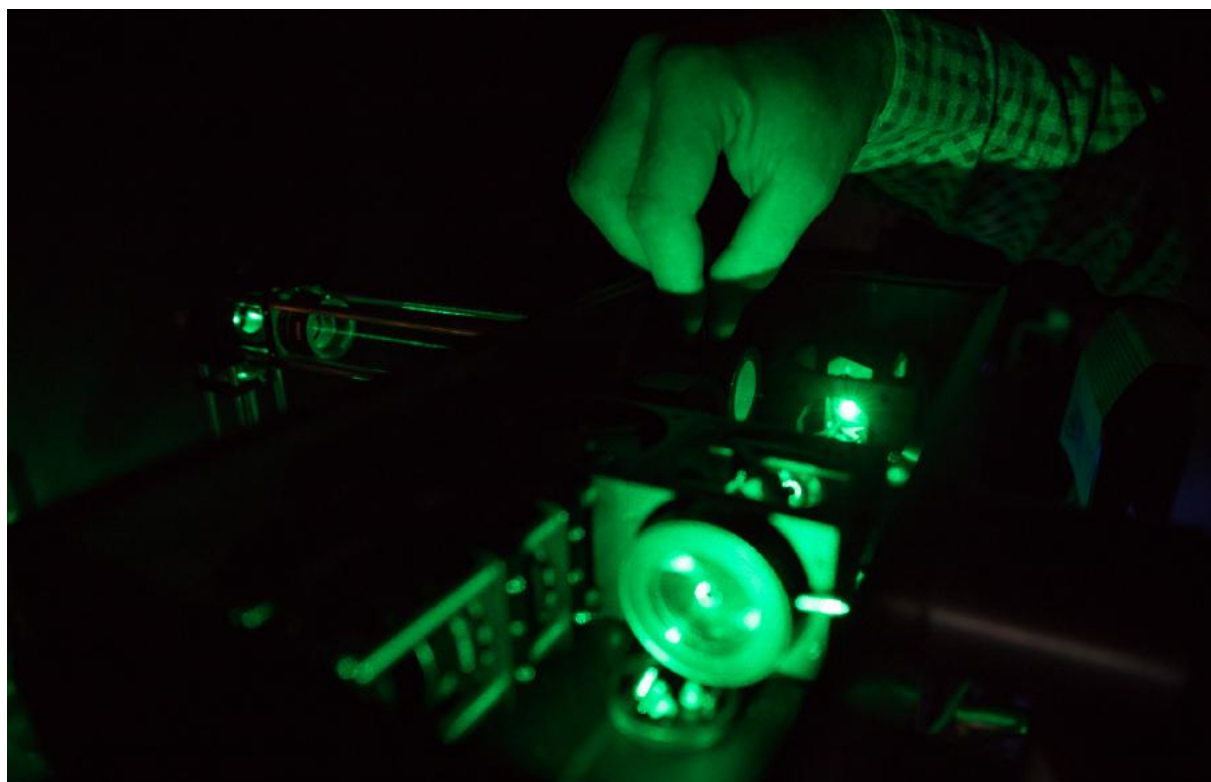
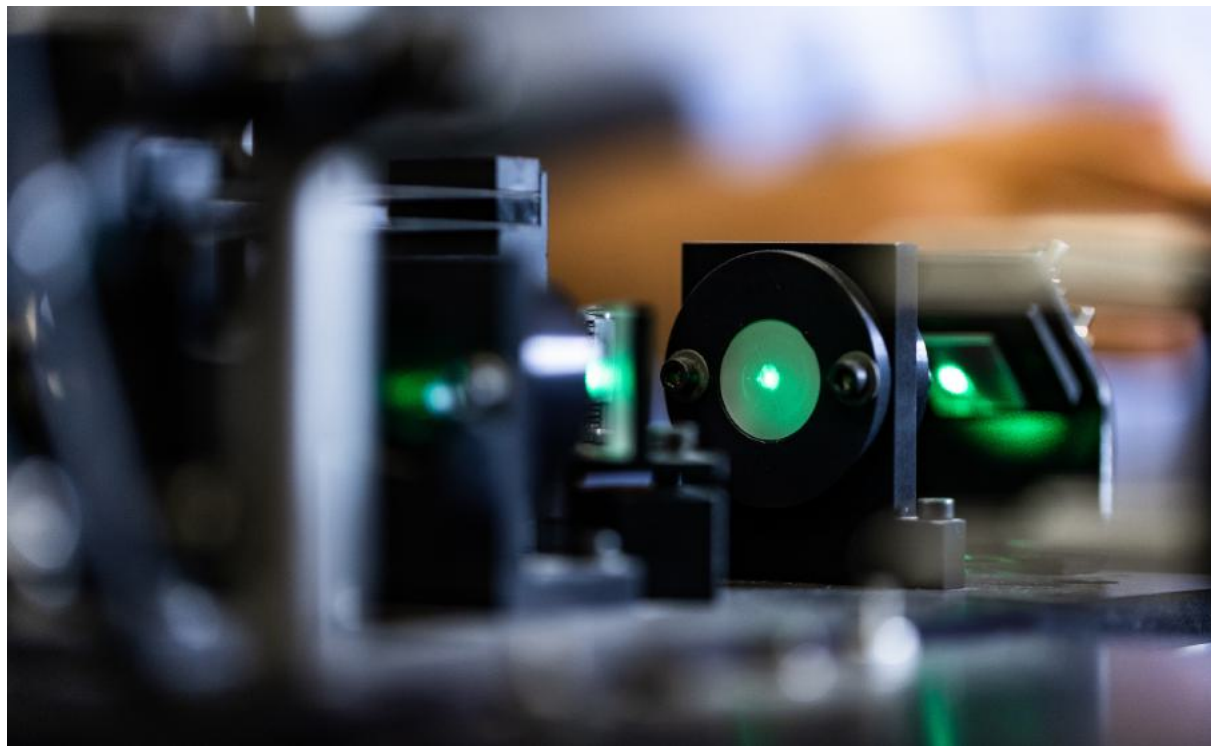
Студенти ће научити основе теорије функционала густине (DFT) и како да примене ову методу у моделирању дводимензионалних материјала. Фокус ће бити на разумевању аб-иницио прорачуна и њиховој употреби у предвиђању физичких својстава дводимензионалних система. Поред теоријског знања, студенти ће стећи практично искуство у коришћењу софтвера за симулацију материјала, укључујући постављање и извођење прорачуна. На крају праксе, студенти ће моћи да анализирају и интерпретирају резултате DFT прорачуна и да их примене у истраживањима својстава квантних

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

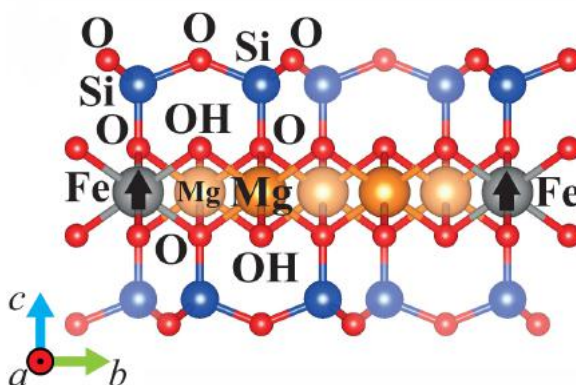
- Менторка: др Јелена Пешић – виша научна сарадница
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за 2Д материјале
- Контакт: jelena.pesic@ipb.ac.rs



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



„Истраживање магнетизма у природним 2Д филосиликатима”



ОПИС ТЕМЕ:

Истраживање 2Д материјала у спинтроници наишло је на значајне изазове због термалних флукуација које потискују дугодометно магнетно уређење, према Мермин-Вагнеровој теореме. Недавна открића из 2017. године, попут интринзичног феромагнетног уређења у CrI₃ и Cr₂Ge₂Te₆, отворила су нове могућности за примену 2Д материјала у магнетним, магнетоелектричним и магнето-оптичким технологијама. Иако је већина 2Д материјала синтетисана у лабораторијама, постоји и мноштво природних vdW минерала који су углавном неистражени. Филосиликати, или лисни силикати, представљају подкласу силикатних минерала, са преко 240 минерала класификованих у овој групи. Филосиликати се генерално ретко налазе као чисте структуре у природним минералима јер су склони различитим модификацијама изазваним супституционим дефектима. Откривен је магнетизам у филосиликатима богатим гвожђем као што је Fe-talc који је открио антиферомагнетно уређење и феромагнетизам на собној температури. Ово истраживање ће се фокусирати на разумевање дефеката у филосиликатима и њихових спектроскопских отисака, комбинујући теоријске прорачуне са експерименталним техникама. Користећи прорачуне из првих принципа, проучићемо различите типове дефеката и њихове утицаје на спектроскопске карактеристике 2Д филосиликата. Посебан акценат ће бити стављен на талк допиран јонима Fe, Co и Ni.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће научити основе теорије функционала густине (DFT) и како да примене ову методу у моделирању дводимензионалних материјала. Фокус ће бити на разумевању аб-иницио прорачуна и њиховој употреби у предвиђању физичких својстава

дводимензионалних система. Поред теоријског знања, студенти ће стећи практично искуство у коришћењу софтвера за симулацију материјала, укључујући постављање и извођење прорачуна. На крају праксе, студенти ће моћи да анализирају и интерпретирају резултате DFT прорачуна и да их примене у истраживањима својстава квантних материјала. Конкретни задаци могу бити прилагођени различитим нивоима знања и интересовања студената, у зависности од године студија и расположивог времена.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике, физичке хемије или студентима физичке електронике Електротехничког факултета, који имају предзнање из квантне механике и физике кондензоване материје. Претходно искуство са програмирањем и нумеричким методама је пожељно, али није неопходно. Рад на пракси може се наставити у оквиру мастер рада.

Пракса се реализује у сарадњи са [групом](#) прив. доц. др Александра Матковића, Катедра за физику, Универзитет у Леобену, Аустрија.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Јелена Пешић – виша научна сарадница
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за 2Д материјале
- Контакт: jelena.pesic@ipb.ac.rs



др Јелена Пешић
виша научна сарадница

БИОГРАФИЈА

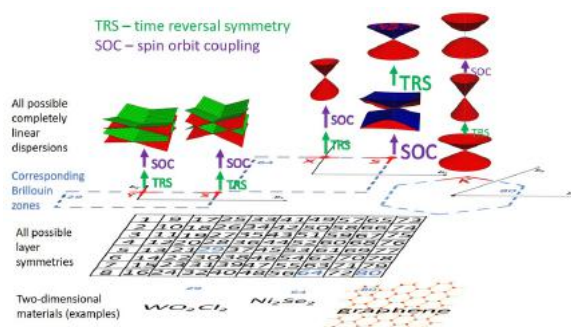
Јелена Пешић је докторске студије завршила на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тему под називом *"Investigation of Superconductivity in Graphene and Related Materials using Ab-Initio Methods"* одбранила је 2017. године.

У Институту за физику је запослена од 2014. године, а од 2023. године је у звању више научне сараднице.

Њен рад је фокусиран истраживање 2Д и слојевитих материјала и нискодимензионалних кристалних система коришћењем метода теорије функционала густине. Бави се испитивањем електронске структуре, магнетних својстава, физичких и хемијских особина, вибрационих својстава и електрон-фонон интеракције, као и суперпроводности у 2Д материјалима.



„Одређивање особина нових квазичестица у дводимензионалним материјалима“



ОПИС ТЕМЕ:

У раду објављеном 2023. године је предвиђено да у немагнетним дводимензионалним материјалима постоји читав низ различитих квазичестица, у зависности од симетрије датог материјала, од којих велика већина није проучавана раније. Свака квазичестица даје себи својствен скуп физичких особина датог материјала.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима Б-смера Физичког факултета или студентима Математичког факултета, који у програму студија имају предмет Стручна пракса. Могућа је и израда мастер тезе.

ТОК ПРАКСЕ:

Ми бисмо у оквиру ове праксе проучавали и рачунали најосновније особине: ефективну масу одабране квазичестице (једне или више њих), густину стања, слободну енергију, топлотну капацитивност и томе слично. Главни алат у раду би била папир и оловка јер је рачун аналитички. За случај потребе можемо користити *Wolfram Mathematica* програм.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Владимир Дамљановић – виши научни сарадник
- Број студената: 1
- Лабораторија за 2Д материјале
- Контакт: damlja@ipb.ac.rs



др Владимир Дамљановић
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

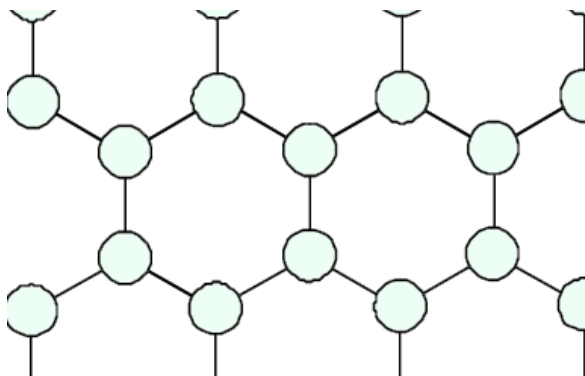
Владимир Дамљановић је дипломирао на Физичком факултету Универзитета у Београду. Магистрирао је (2003. године) и докторирао (2008. године) на Институту Макс Планк за истраживање чврстог стања у Штутгарту, Немачка.

Од 2009. године запослен је у Институту за физику у Београду.

Преласком у Институт за физику, област истраживања постају дводимензионални материјали и рачунање њихових особина применом симетрије.



„Испитивање сензорских особина графена функционализованог биолошким молекулима”



ОПИС ТЕМЕ:

Откриће технологије за синтезу 2Д-материјала, а посебно графена, отворило је огромно поље истраживања у области физике кондензованог стања, физике материјала, физике површина, а посебно физике танких филмова. Због своје изузетне механичке, структурне и термалне стабилности и великих могућности минијатуризације, танки филмови графена су нашли примену у најразличитијим областима науке и технологије – оптоелектроника, биомедицински инжењеринг, сензори, итд. Веома важну улогу у примени графена има функционализација, тј. формирање хетероструктура – допирање или формирање танких филмова молекула депонованих на графен, који мењају његове хемијске и физичке особине (хеми- и физисорпција). Ако је допирање ограничено на моно-слој у вишеслојном танком филму, онда је та хетероструктура заправо хибрид између супстрата, недопираних слојева танког филма и допираног површинског слоја графена. Ако је допирајући атом или молекул инкорпориран у структуру танког филма, између слојева, онда су особине графена у тој хетероструктури потпуно промењене. Када се функционализација врши у облику танких филмова органских или неорганских молекула, који не мењају структуру графенског филма, могуће је овакве хибридне структуре користити у сврху изградње различитих фото и био-хемијских сензора, уређаја за депоновање енергије или као подлоге за развој ћелија и ткива.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса ће обухватити испитивање сензорских особина хетероструктура формираних депоновањем биолошких молекула – цистеина, тимина, липида – на танке графенске филмове.

Студенти ће имати прилику да се упознају са техникама депозиције графена на чврсте подлоге, формирања хетероструктура са различитим биомолекулима, морфолошке анализе површине танких филмова (Микроскопија атомских сила) и спектроскопске анализе танких филмова (микро-Раман, инфра-црвена спектроскопија). Такође ће спровести електрична мерења проводности и струјно-напонских карактеристика формираних хетероструктура у присуству водених раствора анализата на њиховој површини.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије, техничке физике, и технологије, са склоностима ка експерименталном раду.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Радмила Панајотовић – научна сарадница
- Број студената: 2
- Лабораторија за 2Д материјале
- Контакт: radmila@ipb.ac.rs



др Радмила Панајотовић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Радмила Панајотовић је основне, магистарске и докторске студије завршила на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тезу под називом „Расејање електрона средњих енергија на атомима IIIb групе“ одбранила је 1999. године.

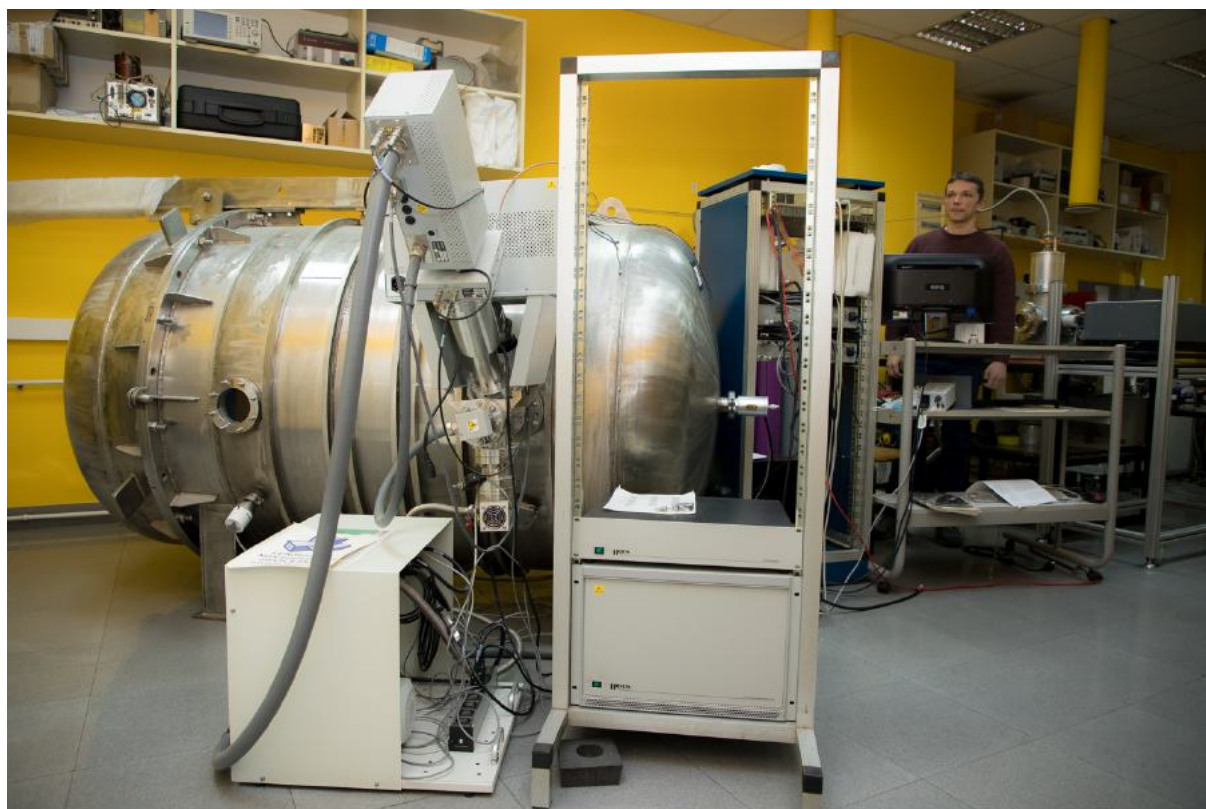
Имала је постдокторске позиције у Лабораторији за атомску и молекуларну физику, Истраживачке школе физике и Инжењерске школе физичких наука и инжењерства при Аустралијском националном универзитету у Канбери, затим при Центру за нуклеарну медицину и радиобиологију Универзитета Шербрук (Универзитет у Схерброоке) у Канади и при Центру за физику и астрономију, на Отвореном универзитету (Милтон Кејнс) у Великој Британији.

Истраживачке теме др Радмиле Панајотовић укључују и самоорганизујуће особине биомолекула важних за функционисање биомембране, адхезију нано-честица на 2Д-материјалима и њихов транспорт кроз биомолекуларне структуре, апсорпцију молекула и њихове особине везане за алтернативне изворе енергије, као и интеракције наелектрисаних честица са материјалима.





УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



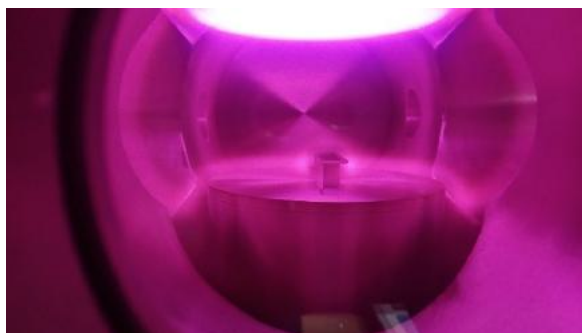
Центар за неравнотежне процесе



Активности у [Центру за неравнотежне процесе](#) су усмерене на нумеричко и експериментално проучавање неравнотежних плазми, њихове примене у биотехнологијама, медицини, пољопривреди, нанотехнологијама итд. Сарадници Центра изврсно се првенствено баве дизајном, конструкцијом и карактеризацијом извора неравнотежних плазми који раде на ниским притисцима и на атмосферском притиску. Ови извори пражњења се користе како за изучавање фундаменталних феномена тако и за разне врсте мултидисциплинарних примена. Извори плазме на ниским притисцима се претежно примењују у третманима материјала и нанотехнологијама, док се извори на атмосферском притиску користе за пречишћавање вода, примене у биологији, медицини и пољопривреди. Такође, део сарадника Центра се бави моделовањем пробоја у радиофреквентним пољима, сударних и транспортних процеса наелектрисаних честица у гасовима и софт-кондензованој материји, стримерских пражњења, транзијентних плазми у планетарним атмосферама итд.

Руководитељка центра је др Невена Пуач, научна саветница.

„Оптичка емисиона спектроскопија високофреквентних пражњења на ниском притиску“



ОПИС ТЕМЕ:

Оптичка емисиона спектроскопија је једноставна неинвазивна метода којом се снимањем емисије могу добити различити подаци о пражњењу. Просторно и временско разложена мерења могу пружити информације о кинетици честица у пражњењу, а такође могуће је повезати процесе побуђивања честица у гасној фази са процесима на површинама. Зато су оваква мерења значајна са аспекта примене неравнотежне плазме у третманима површина.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије и техничких факултета. У зависности од факултета фокус ће бити на дијагностици плазме или материјала који се третирају. Није потребно посебно предзнање из области.

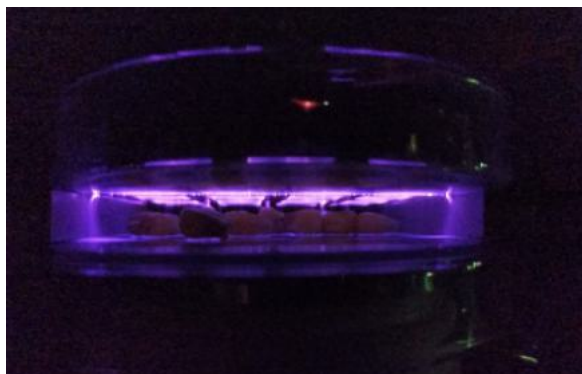
ТОК ПРАКСЕ:

Студенти би радили на различитим мерењима емисије из пражњења на ниском притиску – временски, просторно и спектрално разложене емисије из пражњења уз помоћ ICCD камере и спектрометра. Мерења би се радила при условима који се користе за третмане различитих узорака (текстил, полимери) и како би пружила потребне податке за третмане. Студенти би радили на експерименту заједно са истраживачима задуженим за ову тему, а ангажовање би обухватало експериментално мерење уз коришћење плазма реактора, осцилоскопа, опреме за оптичку спектрометрију пражњења (спектрометар, ICCD камера) као и обраду података у програмском пакету *Origin*.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментори: др Невена Пуач – научна саветница; др Никола Шкоро – научни саветник
- Број студената: 2
- Центар за неравнотежне процесе
- Контакт: nevena@ipb.ac.rs, nskoro@ipb.ac.rs

„Оптичка и електрична карактеризација пражњења веће ефективне површине са наизменичном побудом на атмосферском притиску”



ОПИС ТЕМЕ:

Неравнотежна плазма на атмосферском притиску у принципу се увек реализује кроз запремински мала и ограничена електрична пражњења што са друге стране ограничава опсег примене. Планарна диелектрична баријерна пражњења на атмосферском притиску пружају могућност да се наравнотежна плазма добије на знатно већој ефективној површини у поређењу са плазма млазевима, на пример. У оквиру истраживања у Лабораторији се овакви типови плазма извора примењују за третмане узорака веће површине (нпр. текстил) или већег боја узорака мањих димензија (семена, прашкасти узорци).

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије, хемије, биологије и техничких факултета. У зависности од факултета фокус ће бити на дијагностици плазме или материјала који се третирају. Није потребно посебно предзнање из области.

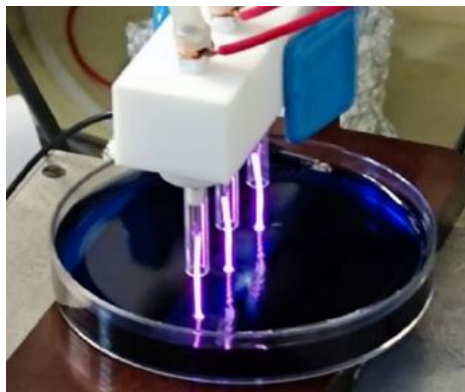
ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру ове теме студент/киња би учествовао/ла карактеризацији једног диелектричног баријерног плазма извора. Кроз електрична мерења у широком опсегу радних услова и мерење емисије из пражњењења (просторно и спектрално разложене емисије) добила би се информација о постојању и кинетици реактивних честица у пражњењу које су значајне за примене. Студент/киња би радио/ла на експерименту заједно са истраживачима задуженим за ову тему, а ангажовање би обухватало експериментално мерење и обраду резултата уз коришћење плазма реактора, осцилоскопа и електричних сонди, опреме за оптичку спектрометрију пражњења (спектрометар, ICCD камера) као и обраду података у програмском пакету *Origin*.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментори: др Невена Пуач – научна саветница; др Никола Шкоро – научни саветник
- Број студената: 1
- Центар за неравнотежне процесе
- Контакт: nevena@ipb.ac.rs, nskoro@ipb.ac.rs

„Третмани течних узорака у пражњењима на атмосферском притиску“



ОПИС ТЕМЕ:

Плазма млаз је извор неравнотежног пражњења на атмосферском притиску који производи хемијски активну средину у којој се налазе различите врсте честица (побуђени молекули и атоми, радикали, метастабилни). Честице из такве реактивне средине у контакту са течним узорцима на атмосферском притиску узрокују различите хемијске реакције које утичу на промену физичко-хемијских својстава течностног узорка. У лабораторији се активно ради на више глобално актуелних праваца интердисциплинарних истраживања при чему се за течне узорке користи вода, контаминирана вода и медијум за ћелије. У оквиру ове теме постоји неколико појединачних истраживачких тема које се могу поделити на:

1. Утицај особина течностног узорка на плазма млаз;
2. Дијагностика особина течностног узорка у зависности од експерименталних параметара плазма извора;
3. Детаљна карактеризација одговарајућег типа плазма млаза.

ТОК ПРАКСЕ:

У договору са студентима дефинисаће се конкретна истраживачка тема и студенти би заједно са истраживачима радили третмане одређених узорака са одабраним типом плазма млаза. Студенти ће се упознати са основама неравнотежних пражњења на атмосферском притиску као и основним хемијским процесима у течностном узорку. Експериментални рад студената би обухватао коришћење опреме за електричну и оптичку спектрометрију плазме као и обраду података у програмском пакету *Origin*.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

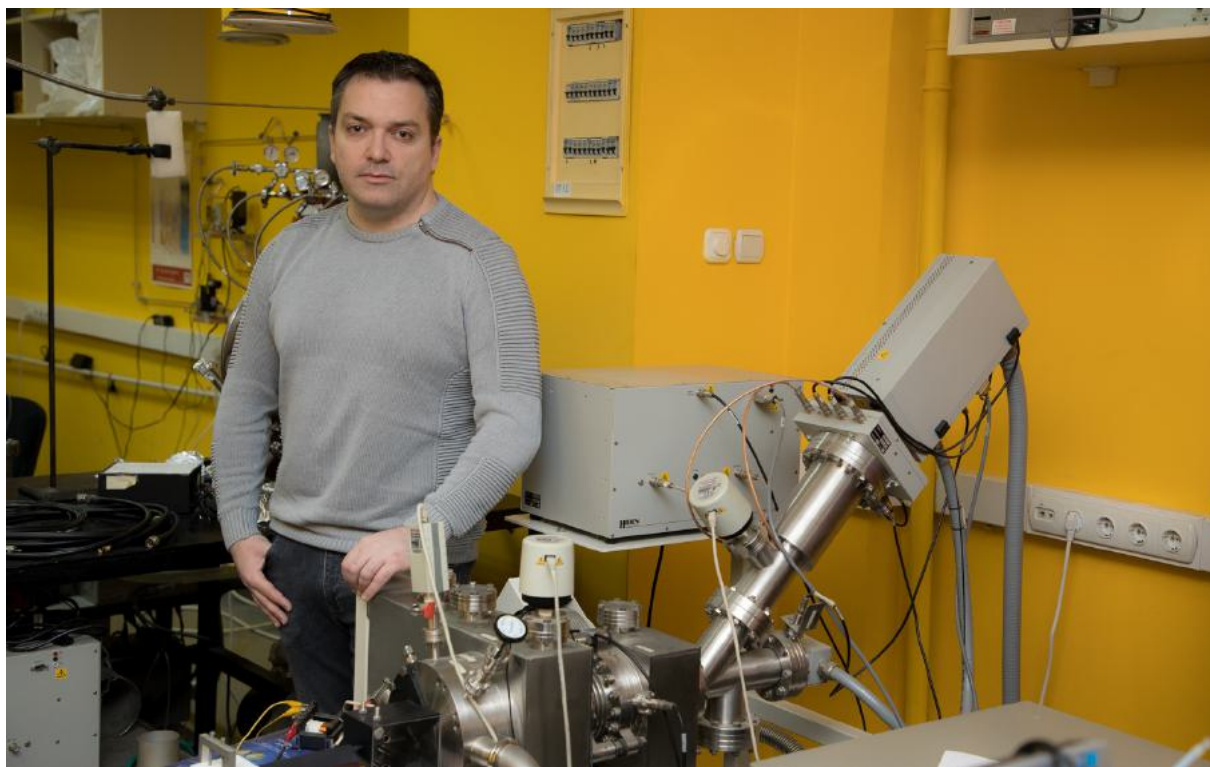
Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије, хемије, биологије и техничких факултета. У зависности од факултета фокус ће бити на дијагностици плазме или материјала који се третирају. Није потребно посебно предзнање из области.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

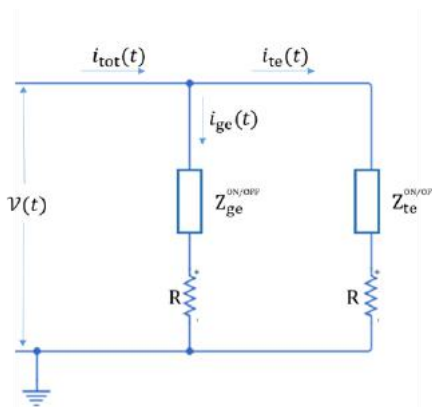
- Ментори: др Невена Пуач – научна саветница; др Никола Шкоро – научни саветник
- Број студената: 2
- Центар за неравнотежне процесе
- Контакт: nevena@ipb.ac.rs, nskoro@ipb.ac.rs



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



„Модел електричног кола са пражњењем и анализа параметара кола“



ОПИС ТЕМЕ:

Једна од основних ствари за проучавање саме плазме и њене примене је електрична дијагностика. У случају плазми реализованих на атмосферском притиску се за побуду извора плазме користе напонски сигнали у kHz и MHz домену, па електрична карактеризација плазма извора није једноставна. Сврха таквих мерења у великом броју случајева је мерење временски променљивих сигнала струје и напона како би се одредила снага предата плазми или из плазме у третирану узорак. Интерпретација и обрада сигнала измерених електричним сондама представљају главне проблеме при добијању тачних вредности предате снаге. Могућност за превазилажење проблема је прављење модела електричног кола које представља плазма извор и саму плазму (тзв. еквивалентно коло) и затим варирање елемената кола како би се утврдио утицај делова самог плазма извора (капацитивност, резистивност) и понашања плазме на измерене сигнале.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Тема праксе је намењена студентима основних и мастер студија физике и електротехнике. Претходно искуство везано за програмирање у Матлабу је пожељно, али није обавезно.

ТОК ПРАКСЕ:

У договору са студентом/кињом и у складу са тренутним статусом модела кола дефинисаће се конкретна истраживачка тема и студент/киња би заједно са истраживачима радио/ла на моделовању кола, испитивању зависности између релеватних параметара кола и временски променљивих сигнала струје и напона за конкретан тип плазма млаза. Студент/киња ће упознати основе неравнотежних пражњења на атмосферском притиску као и са основама моделовања електричних кола. Рад би обухватао коришћење Матлаб Симулинк пакета као и обраду података у програмском пакету *Origin*.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментори: др Невена Пуач – научна саветница; др Никола Шкоро – научни саветник
- Број студената: 1
- Центар за неравнотежне процесе
- Контакт: nevena@ipb.ac.rs, nskoro@ipb.ac.rs



др Невена Пуач
научна саветница

БИОГРАФИЈА

Невена Пуач је основне, мастер и докторске студије завршила на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тему под називом „Развој, дијагностика и примене микроталасних и радиофреквентних плазма реактора“ одбранила је 2007. године. Докторска дисертација је урађена делом у *Instituto Superior Technico* у Лисабону, Португал.

Након доктората др Пуач је као постдок боравила у Институту Јожеф Штефан, Љубљана, Словенија у периоду 2008–2009. године. Такође, као постдок и стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије је боравила 2012. године у НЦСР Демокритос у Атини.

У Институту за физику је запослена 2002. године, а од 2016. године је у звању научног саветника. Руководитељка је Центра изврсности–Центра за неравнотежне процесе, Института за физику.

Бави се истраживањима у области неравнотежних пражњења и њиховим применама у биологији, медицини и пољопривреди.



др Никола Шкоро
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Никола Шкоро је основне, мастер и докторске студије завршио на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тему под називом „Пробој и формирање гасних пражњења од стандардних до микометарских димензија“ одбранио је 2012. године.

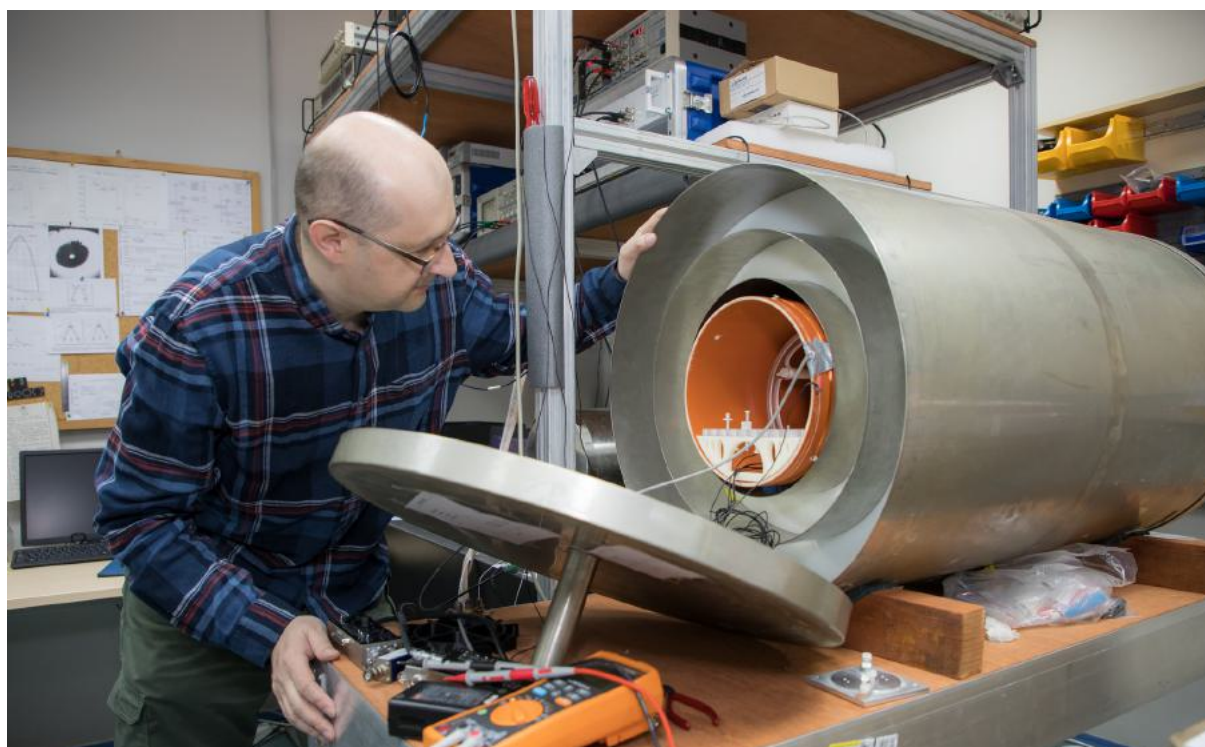
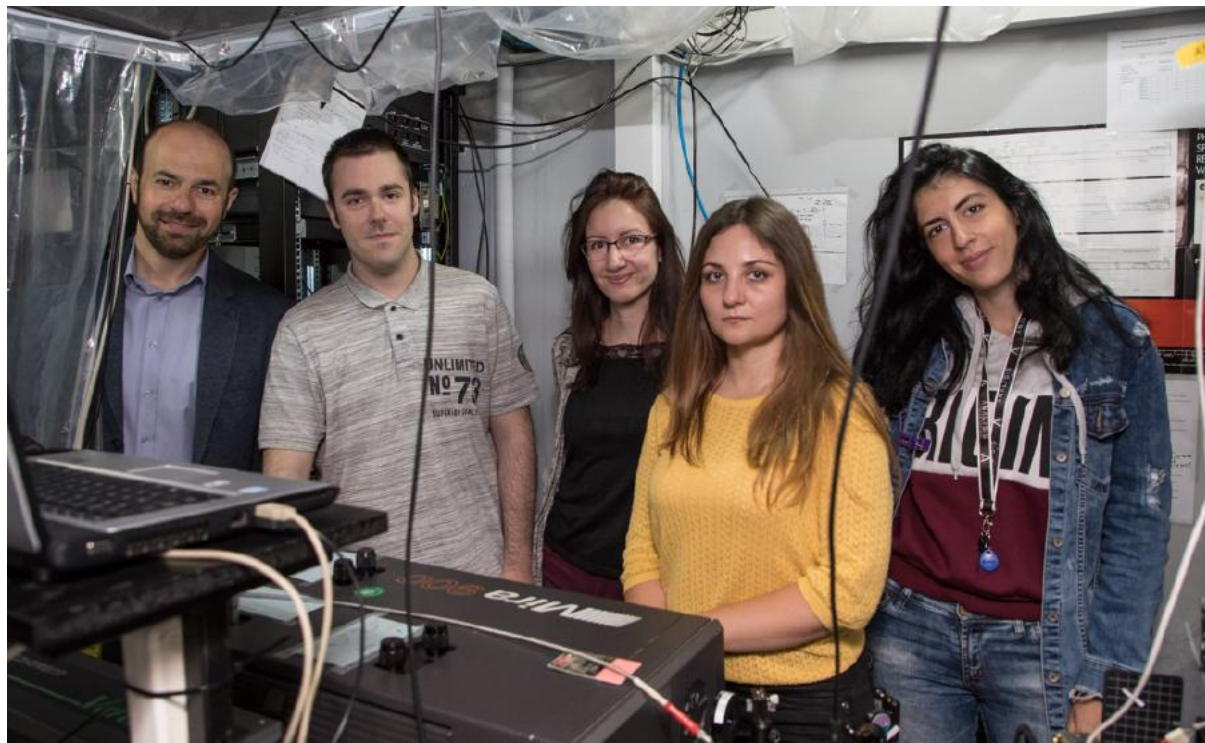
Након доктората као носилац Марија Склодовска Кири стипендије је боравио у НЦСР Демокритос у Атини.

У Институту за физику је запослен од 2006. године, а од 2023. године је у звању научног саветника.

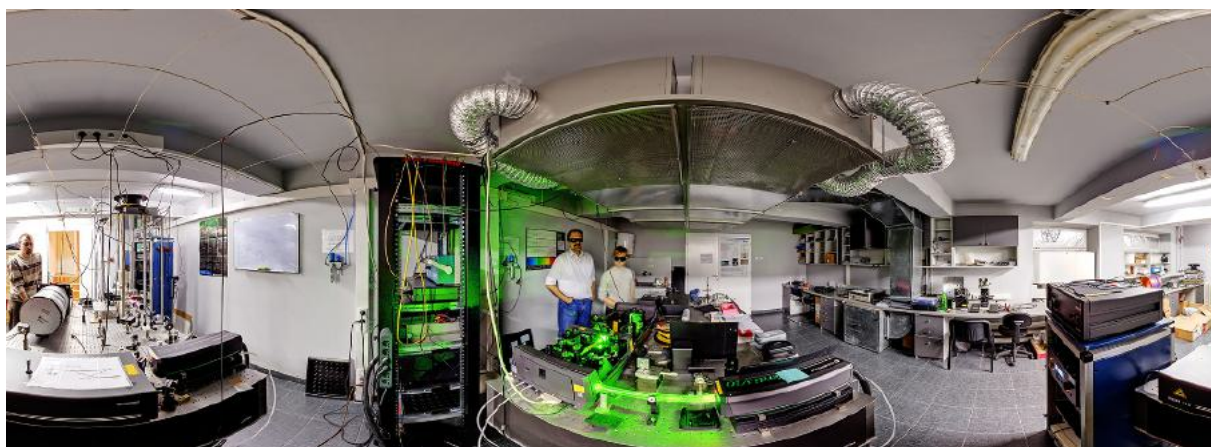
Бави се истраживањима у области неравнотежних пражњења – електричном и оптичком дијагностиком и применама пражњења



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



Центар за фотонику



У [Центру за фотонику](#) врши се тродимензионално осликавање биолошких узорака микрометарских и субмикрометарских димензија, ласерско испитивање и модификација материјала. Истражују се специфичне интеракције ласера и атома које генеришу стиснута стања светлости у топлим парама атома алкалних метала.

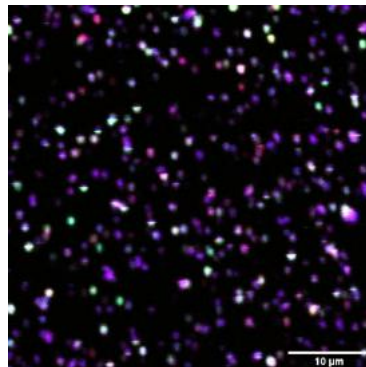
Развијају се и фотоосетљиви материјали засновани на полимерима биолошког порекла. Захваљујући технологији дирекног ласерског исцртавања, у стању смо да правимо компликована микро и наноструктуре.

Врше се теоријска и експериментална истраживања у области нелинеарне фотонике, физике фотонских кристала, локализације светлости у њима.

Планирани су и први експерименти интеракције умрежених фотона са материјом.

Руководилац центра је др Душан Арсеновић, научни саветник.

„Утицај плазмонске архитектуре на оптички одговор (експериментална тема)“



ОПИС ТЕМЕ:

Локализовани површински плазмонски поларитони (ЛСПП) и површински плазмонски поларитони (СПП) су електромагнетне побуде повезане са таласима густине наелектрисања електрона локализованим на металним наноструктурама и метал-диелектричним интерфејсима, респективно. Ови режими омогућавају ограничавање светлости на нивоу наноразмера (10–100 nm), далеко испод конвенционалне оптике. Поред тога, у модерној нано-оптици плазмонске резонанце постају важне јер нуде јединствен и препознатљив начин за контролу емисије светлости спајањем зрачења наносонде (молекула, квантне тачке, итд.) са околином. Ова тема повезује плазмонику са фотофизиком и има за циљ да успостави везу између архитектуре плазмонске структуре, јачине њеног електромагнетног одговора и интеракције са емитером у њеној близини. Циљ теме је да се оптимизује интеракција између плазмонске структуре и емитера са циљем да се добије што веће појачање оптичког сигнала.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцем истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршених дипломских студија на Физичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету (смер Физичка електроника).

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би обухватала оптичко испитивање (трансмисија, рефлексија и флуоресценција) различитих архитектура металних честица (сфере, штапићи и звездице), добијених са Универзитета у Вигу и утицај плазмонске архитектуре на оптички одговор молекула који се нанесе на металну честицу. Експериментално испитивање флуоресцентног одговора у режиму слабог и јаког спрезања између електромагнетног поља и молекула.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Бојана Бокић – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: bojana@ipb.ac.rs



др Бојана Бокић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

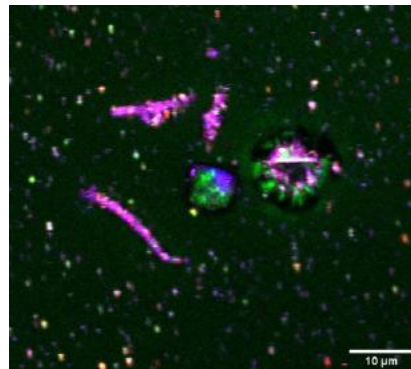
Бојана Бокић је основне и мастер студије завршила на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на смеру Физичка електроника. Докторску дисертацију под називом „Динамика простирања Еиријевих снопова у фоторефрактивним срединама“ одбранила је 2022. године на Физичком факултету Универзитета у Београду, на смеру Квантна оптика и ласери.

У Институту за физику у Београду, у Центру за фотонику, запослена је од 2010. године.

Њена област истраживања је квантна оптика са посебним интересовањем за нелинеарну фотонику и примену комплексних структура у истраживањима из области физике материјала и оптичких телекомуникација. У Лабораторији за нанофотонику се бави плазмоницом и линеарном/нелинеарном спектроскопијом фотонских структура.



„Линеарно и нелинеарно оптичко испитивање наночестица ретких земаља”



ОПИС ТЕМЕ:

Раст глобалне потрошње енергије је убрзао развој и коришћење паметних уређаја који штеде енергију и енергетски ефикасног полупроводничког осветљења (ССЛ). Чврсти материјали који емитују бело светло поседују изузетна својства као што су уштеда енергије и дуг радни век, што је већ довело до њихове широке примене која покрива екране великих панела за амбијентално осветљење. Прво, ССЛ извори се могу поделити на основу материјала од којих су направљени, било неорганских фосфора (ЛЕД) или органских молекула-полупроводника (ОЛЕД). Из друге перспективе, ССЛ-ови су подељени у две подкатегорије на основу начина на који су стимулирани да емитују светлост, односно, УВ ексцитацијом (ЛЕД) или електричном побудом (ОЛЕД). ССЛ-ови су много ефикаснији у поређењу са класичним сијалицама са жарном нити, као и еколошки прихватљивији у поређењу са флуоресцентним и живиним лампама.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцима истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршених дипломских студија на Физичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету (смер Физичка електроника).

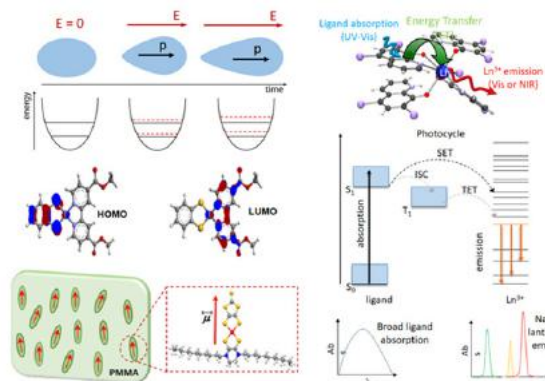
ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би обухватала експериментално испитивање наночестица ретких земаља (добijenих са Универзитета Источни Пијемонто, Италија) у раствору и у полимерном филму методама линеарне (трансмисија, рефлексија и флуоресценција) и нелинеарне спектроскопије (други и трећи хармоник и вишефотонска флуоресценција). Циљ рада је да се изврши потпуна оптичка карактеризација наночестица и испитивања како нанооколина утиче на динамику ексцитационог стања.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментори: др Бранко Коларић – научни саветник; Бојана Бокић – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: bkolaric@ipb.ac.rs; bojana@ipb.ac.rs

„Испитивање интеракције умрежених фотона са материјом (флуоресцентним пробама)“



ОПИС ТЕМЕ:

Оптичке комуникационе и информационе технологије које користе квантна својства светлости за побољшање перформанси, омогућиле су развој квантно безбедних комуникационих мрежа, квантно рачунарство отпорно на грешке као и квантне сензоре. Генерисање умрежених фотонских парова путем конверзије на ниже фреквенције може се заузврат директно мапирати у потрагу за наноматеријалима са високо израженим двојним преламањем, са великим нелинеарностима другог реда, који се могу користити као умрежени извори фотона са великом осветљеношћу. Кристали метало-органског оквира (МОФ) без инверзионе симетрије показали су потенцијал за ове примене, с обзиром на њихова нелинеарна оптичка својства и комбинаторни број могућности за самосастављање МОФ-а. Развија се методологија на више скала за проучавање и обликовање таласне функције умрежених парова фотона генерисаних одабраним нецентросиметричним МОФ кристалима путем спонтане параметарске конверзије на ниже (СПДЦ).

Главни циљ ове теме је да се испита флуоресцентни одговор изазван умреженим фотонима и утицај плазмонске структуре на повећање оптичког одговора у односу на флуоресценцију изазвану класичним фотонима.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцима истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршених дипломских студија на Физичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету (смер Физичка електроника).

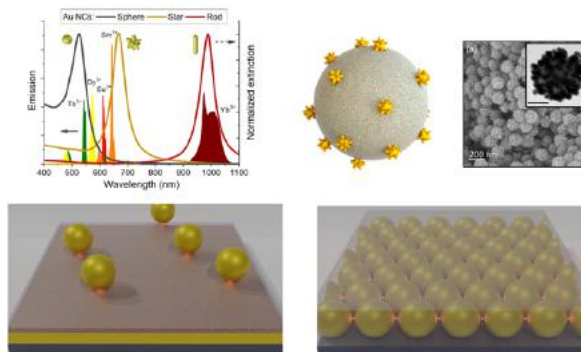
ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би обухватала потпуну оптичку карактеризацију (линеарна спектроскопија, флуоресценција и Белов тест) узорка наноструктура на бази ретких земаља – МОФ, који емитује умрежене фотоне у поларизацији. После потпуне карактеризације узорка и одређивања степена умрежености циљ је да се извор умреженог фотона (емисија на таласним дужинама 400 и 600 nm) искористи за побуђивање органског молекула у полимерном филму и нанесеног на плазмонску структуру.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментори: др Бранко Коларић – научни саветник; Бојана Бокић – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: bkolaric@ipb.ac.rs; bojana@ipb.ac.rs

„Моделовање плазмонског одговора и интеракције плазмонске резонанце са наноемитером (теоријска тема)“



ОПИС ТЕМЕ:

Већина електромагнетних појава је последица интеракције електромагнетних таласа (светлости) са материјом. Структуре модерних фотонских и плазмонских материјала су дизајниране покушавајући да се манипулише својствима електромагнетних таласа. Важно је напоменути да су електромагнетна својства скалабилна са димензијама структура. Тема је из теоријског (нумеричког) електромагнетизма са циљем да се у потпуности разуме оптички одговор хибридног система (емитер у близини плазмонске честице – различите архитектуре) помоћу нумеричког моделовања базираног на решавању Максвелових једначина за одређену геометрију.

ТОК ПРАКСЕ:

Да би у потпуности разумели резултате експерименталног мерења, студент/киња ће бити обучен/а за извођење електродинамичке симулације (Метода коначних елемената коришћењем *COMSOL Multiphysics 4.4* и *open-source* програма) за моделовање оптичког одговора јона лантанида у присуству плазмонских честица. Ово ће омогућити да се открије ефекат плазмонске архитектуре и локалног окружења на емисију јона ретких земаља уграђених у плазмонску структуру.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцем истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршених дипломских студија на Физичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету (смер Физичка електроника).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Бранко Коларић – научни саветник
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: bkolaric@ipb.ac.rs

„Холографија фотонских/ биофотонских структура – веза између наномеханике и оптике (експериментална тема)”



ОПИС ТЕМЕ:

Боје у природи потичу од хемијских или физичких својстава материје, светлосних извора, или њихове комбинације. Хемијске боје су узроковане пигментима. Ови молекули селективно апсорбују упадну светлост унутар датог опсега таласне дужине. Примери су еумеланини и феомеланини који дају браон/црну и жуту/црвену боју људске коже, респективно. Светлост која није апсорбована пигментима се распршује, што доводи до боја које посматрач може да перципира. Физичке боје настају услед интерференције између упадне светлости и физичке структуре. Стога се често називају структурним бојама. Структуре које „дају” такве боје имају геометријске димензије у микро- или наноскали. Оне обухватају оптичке танке филмове, дифракционе решетке, Брагова огледала, чирповане вишеслојне рефлекторе и фотонске кристале, као и квазиуређене и насумично неуређене фотонске структуре. Биофотоника је област истраживања која проучава интеракцију између светлости и таквих физичких структура у природи.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би обухватала испитивање динамике различитих биофотонских структура методом холографије са циљем да се разуме како корелација између архитектура структуре и таласне дужине ласера (који се користе за загревање узорка у току холографског експеримента) утиче на термални одговор наноструктуре. Предложени експеримент омогућава да се успостави веза између оптичког одговора структуре и нанодинамике (*displacement at nanolevel*). Додатно, студент/киња би био/ла укључен/а у термодинамичка испитивања биофотонских структура методом DSC и TGA потребних да се у потпуности разуме термални одговор биолошких наноструктура.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцем истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршених дипломских студија на Физичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету (смер Физичка електроника).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Бранко Коларић – научни саветник
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: bkolaric@ipb.ac.rs

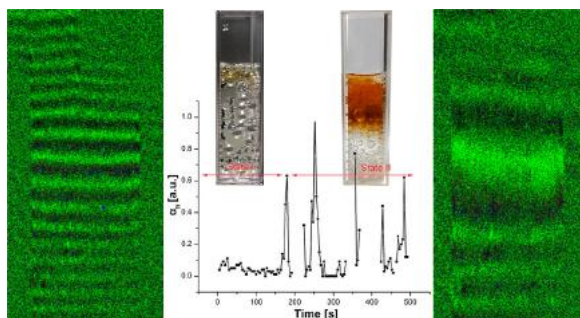
„Интерферометријско испитивање нелинеарне динамике у магнетном пољу (експериментална тема)”

ОПИС ТЕМЕ:

Обрасци/форме, биолошког порекла или не, су свуда око нас, различитих сложености и облика. Са фундаменталне тачке гледишта, природни обрасци се јављају као последица локалног смањења ентропије унутар отвореног система. Изградња кохерентности међу компонентама система је одговорна за процесе самоорганизације и структуре које граде сложене обрасце и у органским и неорганским световима, укључујући живе организме и екосистеме. До сада је уложен значајан напор у разумевање формирања образаца и хемијске реактивности у отвореним системима користећи термодинамику и хемијску кинетику. Међутим, само је ограничен број процеса и система самосастављања потпуно истражен. Изван феноменолошког описа, само је неколико квантитативних модела предложено у оквиру неравнотежне термодинамике и статистичке физике. Због њихове такозване осетљивости на почетне услове и спољашње факторе, неравнотежни системи могу настати кроз различите путеве, тако да је потпуна контрола њихове динамике практично немогућа. Додатно, праћење неравнотежног процеса без ометања система такође је изазован задатак. Ова тема је из области динамике комплексних система са циљем да се развију методе које би омогућиле испитивање комплексних и неравнотежних процеса уз минимално ометање самих процеса. Циљ ове теме је да се разуме утицај магнетног поља на динамику неравнотежних процеса и фазног прелаза.

ТОК ПРАКСЕ:

Изабрани модел за студентску праксу је јединствена Бригс-Раушерова осцилаторна реакција која, прво, има детерминистички образац (осцилаторну динамику), а касније се завршава фазним прелазом који се дешава насумично и без



икакве познате везе са претходним детерминистичким стањем. Од суштинског значаја је разумети како магнетно поље (од 0.2 – 1.6 T) утиче на детерминистичку фазу реакције и на фазни прелаз. Предложена истраживања, отварају нове могућности за примену интерферометријских метода за проучавање динамике комплексних система.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцем истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршених дипломских студија на Физичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету (смер Физичка електроника).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Бранко Коларић – научни саветник
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: bkolaric@ipb.ac.rs



др Бранко Коларић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

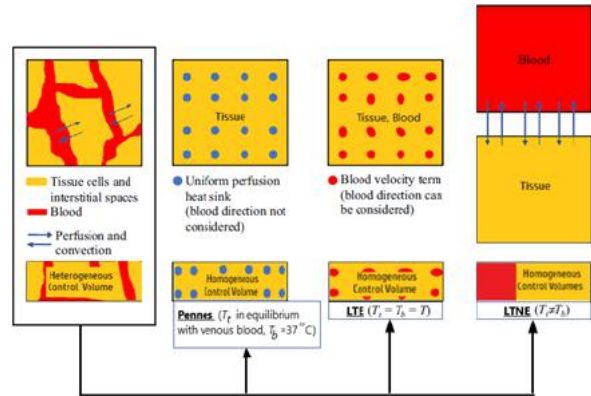
Бранко Коларић, научни саветник, руководилац је Лабораторије за нанофотонику у оквиру Центра за фотонику, Института за физику у Београду.

Докорирао је у области физике површина и физичке хемије на ТУ Берлин, у Немачкој. Поред Београда, тренутно је ангажован и као виши истраживач/гостујући професор у групи за микро- и нанофотонске материјале (*Micro- and Nanophotonics Materials Group*) на Универзитету у Монсу, у Белгији.

Његова истраживачка интересовања покривају различите аспекте класичне и квантне оптике, фотоники и плазмоники на наноскали.



„Моделовање микроталасне аблације тумор“



ОПИС ТЕМЕ:

Модел за симулацију микроталасне аблације туморалног ткива се састоје од три основне компоненте. Прва компонента је модел антене (или апликатора) која генерише микроталасно поље у ткиву. Друга компонента описује дистрибуцију топлоте у биолошком ткиву, док се трећа бави дејством топлоте на туморске ћелије и њиховим уништавањем. Све набројане компоненте модела аблације зависе од стања ткива које је окарактерисано различитим параметрима (диелектричним својствима, перфурзијом крви, евапорацијом воде, итд.).

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима који су завршили дипломске студије на Физичком факултету, Математичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету.

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру ове теме, циљ је развијање тродимензионалног (3Д) модела микроталасне аблације тумора користећи програмски пакет базиран на 3Д методи коначних елемената (ФЕМ) за решавање спрегнутих једначина електромагнетног поља и преноса топлоте. Модел би укључивао све детаље везане за дизајн микроталасне антене, као и промену диелектричних својстава циљаног ткива током микроталасне аблације.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Радмиловић-Рађеновић – научна саветница
- Број студената: 1
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: marija@ipb.ac.rs



др Марија Радмиловић-
Рађеновић
научна саветница

БИОГРАФИЈА

Марија Радмиловић Рађеновић је докторирала 2001. године на Физичком факултету Универзитета у Београду одбранивши тезу „Моделовање неравнотежних пражњења на ниским притисцима применом Монте Карло методе“.

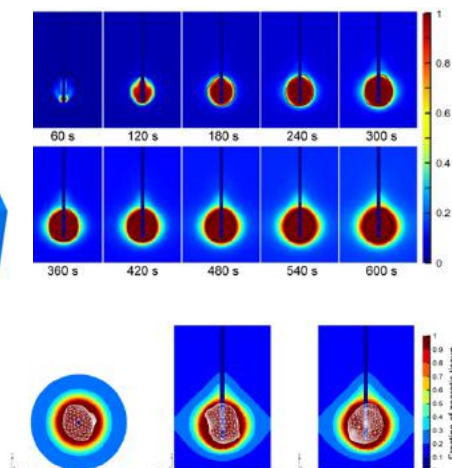
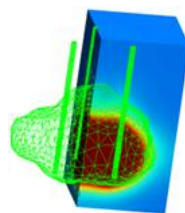
Од 2004. до 2005. године је била на постдокторском усавршавању на *POSTECH, University of Science and Technology Pohang*, у Јужној Кореји.

Запослена је у Институту за физику од 1992. године.

Њена област истраживања је моделовање и симулација са применом у биомедицини и микроелектроници.



„Генерисање тродимензионалног модела и меширања за потребе симулације методом коначних елемената коришћењем отвореног кода”



ОПИС ТЕМЕ:

Gmsh је најпознатији алат отвореног кода за тродимензионално меширање који се широко користи у образованим институцијама и индустрији. Геометрија може бити описана преко простог *Gmsh* језика, или преко *Gmsh API*-а, у неком од следећих језика *C*, *C++*, *Python*, или *Julia*. *Gmsh* поседује уграђен *OpenCascade* модул преко кога је могуће директно увозити, извозити и манипулисати 3Д моделима из неких других извора. 1Д, 2Д и 3Д меширање за методу коначних елемената може бити генерисано са фином контролом меширања у сваком делу структуре. Меширање може бити глобално дефинисано, као и хибридно где је меширање дела структуре директно уређено, и комбиновано са остатком структуре преко слоја пирамида. Делови структуре могу бити уређени у одговарајуће физичке зоне различитих физичких карактеристика, које се даље користе за симулацију у методи коначних елемената.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима који су завршили дипломске студије на Физичком факултету, Математичком факултету, Факултету за физичку хемију или Електротехничком факултету.

ТОК ПРАКСЕ:

Током ове праксе студенти математике би се упознали са радом у *Gmsh* језику као и доступним графичким интерфејсом који се може паралелно користити, као и припремом реалног 3Д модела за симулацију методом коначних елемената.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Никола Бошковић – научни сарадник
- Број студената: 5
- Лабораторија за нанофотонику
- Контакт: nikolab@ipb.ac.rs



др Никола Бошковић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

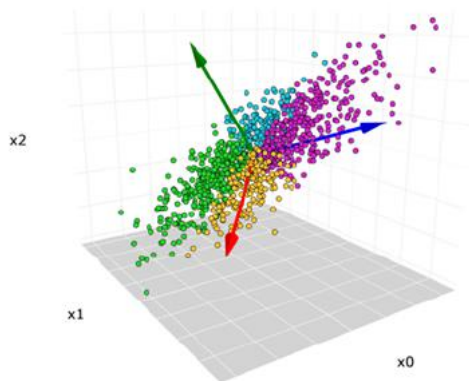
Никола Бошковић је основне и мастер студије завршио на смеру за Микроталасну технику одсека за Телекомуникације, Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Докторску дисертацију под називом „Серијски напајани планарни антенски низови са побољшаним карактеристикама” одбранио је 2020. године. на Електронском факултету Универзитета у Нишу, на смеру за телекомуникације.

У Институту за физику у Београду је запослен од 2012. године.

У свом истраживачком раду др Никола Бошковић је радио на активностима развоја, унапређења и реализације планарних антена за потребе савремених комуникационих и радарских система. Тренутно се бави применом нумеричких метода у биомедицини, при чему је фокус истраживања усмерен ка моделовању процеса аблације тумора коришћењем методе коначних елемената.



„Примена метода машинског учења у обради фотоакустичких података”



ОПИС ТЕМЕ:

Позната је чињеница да машинско учење креира и анализира статистичке алгоритме који су способни да уче из података, генерализују нове податке и извршавају задатке без посебних упутстава, тако да омогућавају рачунарима да уче и да се усавршавају из искуства, без експлицитног програмирања. Развој машинског учења је нераскидиво повезан са растом дигиталних података који су постали, захваљујући интернету, лако доступни и у огромним количинама, пружајући плодно тло за усавршавање алгоритама машинског учења. У науци и истраживањима постоји широки спектар примена машинског учења, како у анализи различитих облика симулација, тако и у обради експерименталних података и усавршавању експерименталних метода, са циљем развоја нових или потврда постојећих теоријских модела. У индустрији се машинско учење масовно користи када се укаже потреба за унапређењем неких производних процеса, поготово оних који се тичу карактеризације и контроле квалитета различитих врста материјала. У последње време у оквирима фототермалних наука, нарочито фотоакустике, указује се потреба за унапређењем експерименталних поставки које би, поред постојећих прецизности и тачности, биле конкурентне на тржишту као поставке које раде у реалном времену. Првенствено се иде на максимално смањење броја експерименталних тачака као предуслова брзог и квалитетног мерења, и то се настоји остварити независним методама лишених било каквих субјективних процена.

ТОК ПРАКСЕ:

Рад студената на овој теми био би везан за примену надгледаног (класификација и регресија) и ненадгледаног (редукција димензија

помоћу *Principal component analysis* – PCA и/или *Singular Value Decomposition* – SVD) учења, са циљем унапређења рада експерименталне поставке и обраде резултата фотоакустичких мерења. Посебна пажња била би усмерена на формирање и анализу различитих база података (*Exploratory Data Analysis* – EDA) и коришћењу вештачких неуронских мрежа (*Artificial Neural Networks* – ANNs). Крајњи циљ ове праксе је да сваки студент/киња, користећи се неким од поменутих алата машинског учења, на стандардној експерименталној поставци смањи број експерименталних тачака уз услов да то уради са минималним губитком поузданости и тачности мерења.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских и струковних студија, као и студентима докторских студија информационих технологија и система, физике, физичке хемије, електротехнике и машинства. Претходна знања из области термодинамике, статистичке физике, физике звука, програмирања и нумеричких метода су пожељна.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Драган Маркушев – научни саветник
- Лабораторија за фотоакустику
- Број студената: 1
- Контакт: dragan.markushev@ipb.ac.rs



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

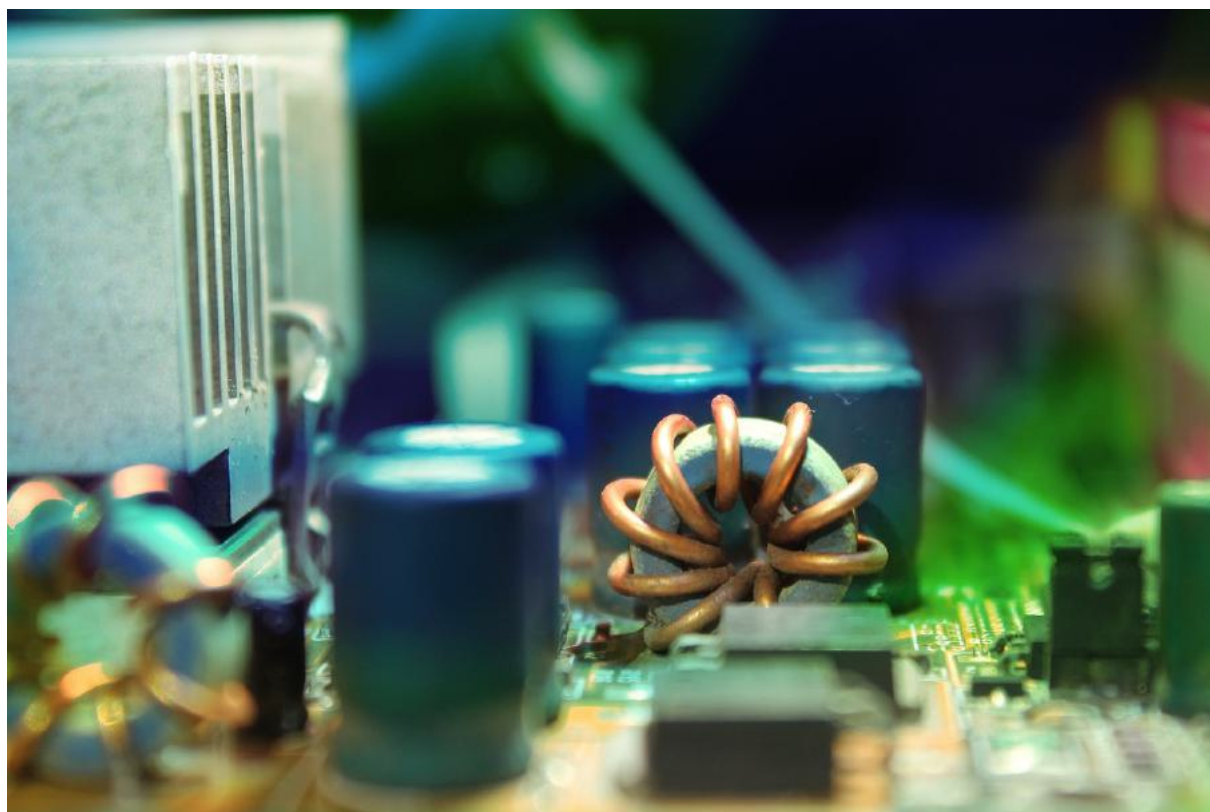
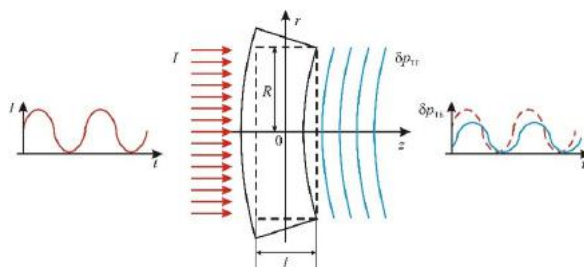


фото: Pixabay

„Развој фотоакустичких сензора за анализу чврстих тела као једнослојних и вишеслојних структура и танких филмова“

ОПИС ТЕМЕ:

У различитим областима науке и технике често се сусрећемо са појмовима сигнала и система. Сигнали нам служе да пренесу информације и опишу како се једна физичка величина мења у зависности од друге, док системи представљају структуре које стварају излазни сигнал као одговор на улазни. Тако, са једне стране, помоћу сигнала добијамо информације о променама напона или струје током времена у неком електричном колу, док са друге стране, системи имају важну улогу у обради сигнала, и користе се или за моделовање физичких процеса (нпр. слагање директних и рефлектованих сигнала) или за примену жељених ефеката (нпр. чишћење сигнала од сметњи). Најраспрострањенији електронски системи које срећемо у свакодневном животу и раду јесу радио и телевизија, телефонија, сонари и радари, лабораторијска инструментација, сателитско осматрање, сеизмичка анализа и тако даље. Многи од њих су мање или више сложени, али срећом већина њих се може свести на тзв. линеарне временски инваријантне (*LTI*, *Linear Time-Invariant*) системе. Типични представници ових система су, поред осталих, аналогни *RC* филтри различитих врста. Једна од основних карактеристика препознавања *LTI* система, поред хомогености и адитивности, јесте уједно и карактеристика фреквентног одзива неког филтра: ако је улаз синусоидног облика, излаз такође мора бити синусоида исте фреквенције, различитих амплитуда и фаза. Истраживања показују да се и системи засновани на фотоакустици могу представити као *LTI* системи, тако да се лабораторијска инструментација може посматрати као скуп *RC* кола различите сложености. Таква врста аналогije омогућава дизајнирање таквих фотоакустичких система који ће бити прилагођени анализи чврстих тела као једнослојних и вишеслојних структура и танких филмова.



ТОК ПРАКСЕ:

Рад студената на овој теми био би везан за развој фотоакустичких сензора на основу принципа *LTI* (*Linear Time-Invariant*) система и одзива *RC* филтра и компензатора у фреквентном домену, намењених анализи чврстих материјала различитих типова (полупроводници, метали, полимери), и структура (кристална или аморфна, једнослојни, двослојни, вишеслојни, танки филмови,...). Посебна пажња била би усмерена на препознавање и уклањање инструменталних сметњи као главном нежељеном ефекту који има велики утицај на крајњи исход и резултате мерења.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних, мастер и докторских студија физике, физичке хемије, електротехнике и машинства. Претходна знања из области термодинамике, статистичке физике, физике звука и основа електронике су пожељна.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Драган Маркушев – научни саветник
- Лабораторија за фотоакустику
- Број студената: 1
- Контакт: dragan.markushev@ipb.ac.rs



др Драган Маркушев,
научни саветник

БИОГРАФИЈА

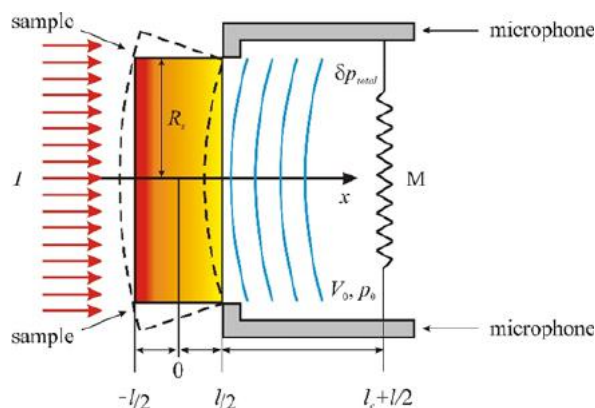
Драган Маркушев је основне и магистарске студије завршио на Физичком факултету Универзитета у Београду, где је и докторирао 1999. године са темом „Мултифотонски апсорпциони и релаксациони процеси молекула SF_6 у присуству *buffer*-гасова“.

Од 1992. године запослен је у Институту за физику у Београду, где тренутно руководи Лабораторијом за фотоакустику.

Научни рад и наставне активности др Драгана Маркушева одвијају се у оквиру Физике материјала у области Фототермалних наука и фотоакустике. Истражује промене термалних стања узорака услед интеракције светлости и материје под различитим условима осветљавања. Истраживања првенствено обухватају фотоакустику чврстих узорака (полупроводника и метала) и примену машинског учења и електро-акустичких аналогја у фотоакустици.



„Звук као моћан алат за карактеризацију напредних материјала“



ОПИС ТЕМЕ:

Фотоакустичка спектроскопија је део фототермалних наука и представља моћну недеструктивну методу која укључује генерисање звучних таласа од стране узорка осветљеног модулисаним извором светлости, и различите примене звука у оквиру карактеризације тако осветљеног узорка у чврстој фази. Показује се да фотоакустика има изразито велики потенцијал при карактеризацији једнослојних и вишеслојних узорака и танких филмова јер може да детектује врло мале промене у физичким својствима материјала. Познато је да се напредни материјали односе на све нове и модификације постојећих материјала како би се постигле супериорне перформансе у једној или више карактеристика које су критичне за примену која се разматра. Зато је детекција малих промена у термичким, оптичким, транспортним и структурним својствима таквих материјала основни задатак фотоакустике. Због малих побудних интензитета фотоакустика се посебно може искористити за слабо апсорбујуће органске, неорганске, хибридне и наноматеријале, грубо обрађених површина, који ефикасно расипају светлост па је и њихова анализа конвенционалним техникама прилично тешка. Због своје поузданости и прецизности фотоакустика се користи у различитим гранама науке и индустрије, посебно у контроли квалитета материјала у електроници и електротехници.

ТОК ПРАКСЕ:

Рад на овој теми био би везан за анализу настанка звука и његових компоненти на основу фотоакустичког ефекта. Циљ је да студенти савладају основни теоријски модел композитног клипа и спознају све ефекте који прате стварање звучних таласа у чврстим материјалима једнослојне и вишеслојне структуре, који се перио-

дично осветљавају. Студенти би се истовремено обучавали и на различитим методама обраде података како би умели да одреде термичке, оптичке, транспортне и структурне параметре полупроводника, метала и полимера. Посебна пажња била би усмерена на примени различитих експерименталних техника и решавању проблема утицаја мерног ланца на мерне резултате, као и на решавање инверзног проблема фотоакустике.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних, мастер и докторских студија физике, физичке хемије, електротехнике и машинства. Претходна знања из области термодинамике, статистичке физике, физике звука и физике ласера су пожељна, али нису неопходна.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марица Поповић – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за фотоакустику
- Контакт: marica.popovic@ipb.ac.rs



др Марица Поповић,
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Марица Поповић је основне студије завршила на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, где је и магистрала. Докторирала је на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, са темом „Фотоакустички одзив трансмисионе фотоакустичке конфигурације и анализа резонантних феномена за двослојне узорке са топлотном меморијом“.

Од 2005. године била је запослена у Институту за нуклеарне науке „Винча“ у Београду, а од краја 2021. године запослена је у Институту за физику у Београду, у Лабораторији за фотоакустику.

Научни рад др Марице Поповић одвија се у оквиру Физике материјала у области Фототермалних наука и фотоакустике. Научне активности обухватају теоријско-математичко моделовање процеса који се одвијају у фотоакустичним мерењима, развоју инверзних процедура за добијање жељених физичких параметара из фотоакустичних мерења, експерименталних мерења, обраде резултата и калибрација фотоакустичних мерења.



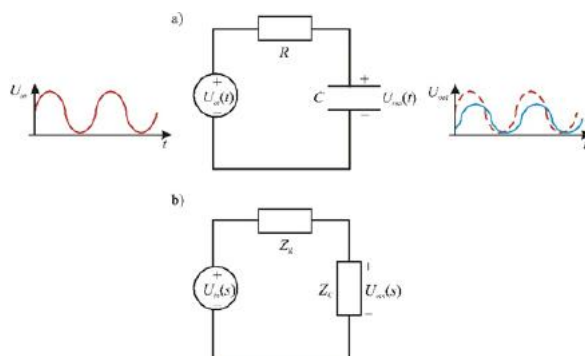
„Примена електроакустичких аналогичности у моделовању и анализи фотоакустичких система и процеса“

ОПИС ТЕМЕ:

Позната је чињеница да је фотоакустичка анализа у фреквенцијском домену увек била заснована на мултипараметарском фитовању и да је успевала да издвоји мноштво термичких, оптичких и механичких параметара испитиваних узорака због чега је фотоакустика препозната као поуздана и прецизна метода. Иако вишепараметарско фитовање има бројне предности, оно има и значајан недостатак: у зависности од примењеног метода анализе, комбинација параметара добијених фитовањем не мора увек бити једнозначна. Као последица тога, и амплитуде и фазе морају се користити истовремено, што усложњава и продужава процес добијања и обраде резултата. Како би се избегло вишепараметарско фитовање, интензивно се проналазе алтернативне методе обраде звука и звучних компоненти које би биле једноставније, и са мањим бројем параметара. Досадашња пракса у фотоакустичким истраживањима показала је да се електрични модели у облику аналогних електричних кола могу искористити као погодан алат за изучавање фотоакустичких система и процеса. Многи основни појмови и методе које се користе у електротехници (RC филтри, компензатори, *cut-off* фреквенце, преносне функције, нуле и полови...) нашли су широку примену у једноставнијем моделовању и анализи фотоакустичких (звучних) сигнала (амплитуде и фазе) у фреквентном домену. Посебна пажња је усмерена ка електроакустичким аналогичностима термичких система – система у којима се топлота преноси и складишти различитим физичким процесима, а који се на једноставан начин могу описати RC колима различите сложености.

ТОК ПРАКСЕ:

Рад на овој теми био би везан за успостављање аналогичности између термоеластичне компоненте фотоакустичког сигнала



и једноставних RC кола. Од студената се очекује да успоставе поменути аналогичност и пронађу карактеристичне вредности граничне фреквенце термоеластичног одзива одређеног материјала на два начина: анализом Бодових дијаграма и анализом преносних функција. Пошто аналогичност претпоставља апроксимативан приступ, од студената се такође очекује да потврде физичку природу граничне фреквенце кроз анализу теоријског модела композитног клипа и разлике температура на различитим странама осветљаваног узорка. Успостављањем везе између граничне фреквенције и дебљине узорка, од студената се очекује да савладају метод добијања калибрационих кривих за различите врсте материјала.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних, мастер и докторских студија физике, физичке хемије, електротехнике и машинства. Претходна знања из области термодинамике, статистичке физике, физике звука и основа електронике су пожељна.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Драгана Маркушев – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за фотоакустику
- Контакт: dragana.markusev@ipb.ac.rs



др Драгана Маркушев
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

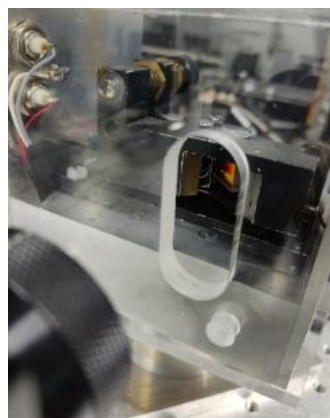
Драгана Маркушев је основне и мастер студије завршила на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу, Одсек за физику. Докторирала је 2021. године на Електронском факултету Универзитета у Нишу, на Катедри за микроелектронику, са темом „Утицај фотогенерисаних носилаца наелектрисања на термалне и еластичне особине силицијума n -типа”.

Од 2005. године ради у просвети као наставник физике и општег техничког образовања, а од краја 2021. године запослена је у Институту за физику када почиње активно да се бави науком и истраживањима.

Њене научне и наставне активности везане су за анализу процеса везаних за апсорпцију светлости, нерадијативну релаксацију и транспорт топлоте у свим типовима осветљених материјала (полупрооводници, метали, пластике) различитих структура (хомогени и нехомогени, композитни материјали, танки филмови, вишеслојне структуре) и на свим нивоима (макро, микро, нано).



„Карактеризација диодног ласера са екстерним резонатором“



ОПИС ТЕМЕ:

Од њихове прве демонстрације, 1960. године, ласери су постали неизоставни део различитих експерименталних поставки из области кванте и нелинеарне оптике. Диодни ласери, компактнији и јефтинији од често коришћених, а значајно комплекснијих модела (попут чврстотелног титанијум-сафирног ласера), пронашли су своју улогу у многим студијама квантних и нелинеарних ефеката. У складу са чињеницом да је њихова примена у модерним лабораторијама све чешћа, императив је да се студенти упознају са принципима њиховог функционисања и стекну практична знања.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће се упознати са принципом рада диодног ласера са екстерним резонатором, његовим главним елементима, али и стећи знање које ће их оспособити за самосталну израду дизајна и реализацију конкретног типа ласера имајући у виду његову примену. Практични део праксе састојао би се од карактеризације рада ласера у Лабораторији за биофотонику, што би подразумевало: одређивање струје прага, централне таласне дужине, спектралне ширине линије, мерење снаге у функцији струје пумпања, одређивање поларизације ласерског зрака. Посебан акценат би био на методама температурске и фреквенцијске стабилизације. Студенти би стекли и додатна практична знања о различитим оптичким елементима (сочивима, поларизаторима, $\lambda/2$ и $\lambda/4$ плочицама), који представљају неизоставни део експримената из оптике, као и како их искористити у циљу промене поларизације ласерског снопа или приликом увођења зрака у оптичко влакно.

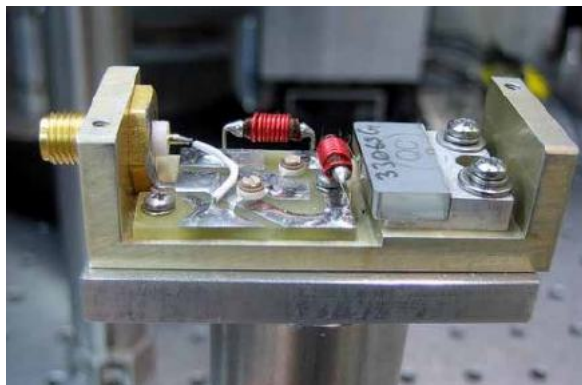
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање оптике и физике рада ласера је пожељно, али не и неопходно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: Студенти праксу могу обављати у пару – пракса на предложеној тему се може организовати у више термина, уколико постоји веће интересовање
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Модулација фреквенце ласерског зрака помоћу акусто-оптичког модулатора и оптичко избијање”



ОПИС ТЕМЕ:

Акусто-оптички модулатори (АОМ) су корисни и често коришћени уређаји, који омогућавају модулацију фреквенце, интензитета и смера ласерског зрака. Овај уређај има важну улогу у експериментима у којима је потребна контрола фреквенце. Модулација оптичког сигнала који пролази кроз АОМ се може постићи варирањем амплитуде или фреквенце акустичких таласа који пролазе кроз кристал унутар АОМ-а. Приликом проласка ласерског снопа кроз АОМ, услед расејања фотона на фононима, добија се резултат сличан проласку кроз дифракциону решетку. Овај процес се назива Брагово расејање, и одговоран је за фреквентну модулацију светлосног зрака.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање теме није неопходно.

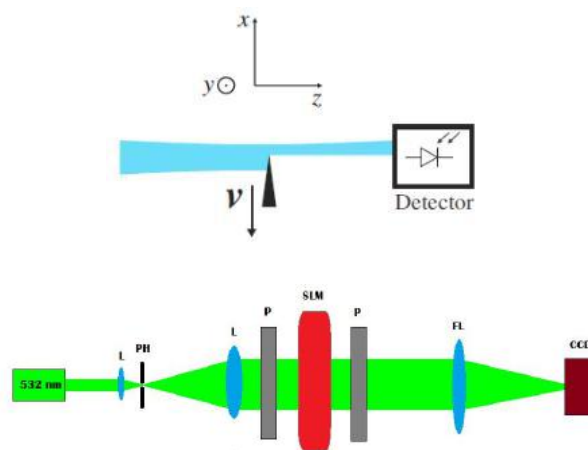
ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела упознавањем студената са основним правилима рада у лабораторији, а затим и са конкретним елементима са којима ће радити приликом обављања праксе, попут: акусто-оптичког модулатора, сочива, огледала, делитеља снопа, мерача снаге, ласера, фотодиода, генератора сигнала и анализатора спектра. Задатак студената би био да поставе једноставну експерименталну поставку којом би демонстрирали рад акусто-оптичког модулатора, и одрадили његову карактеризацију. Ради потврде модулације фреквенце снимао би се сигнал оптичког избијања.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: Студенти праксу могу обављати у пару – пракса на предложену тему се може организовати у више термина, уколико постоји веће интересовање
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Карактеризација профила светлосног снопа и његова промена”



ОПИС ТЕМЕ:

Проширење или смањење профила светлосног снопа су уобичајени захтеви у оквиру већине експеримената чији су саставни део ласери и различити оптички елементи. Постоје разни типови комерцијално доступних система који се у ову примену користе. Међутим, они често нису жељених карактеристика и квалитета, или одговарајућег спектралног опсега. Најједноставнији је телескоп, систем од два сочива, који, уз познавање једноставних релација из оптике, можемо сами саставити. Други метод за манипулацију ласерским зраком јесте применом индукованих оптичких ефеката, практичном применом основних феномена оптике као што су дифракција и интерференција.

Студенти би, уз помоћ ментора, демонстрирали генерисање различитих типова зрака применом просторног модулатора светлости.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање геометријске оптике је пожељно.

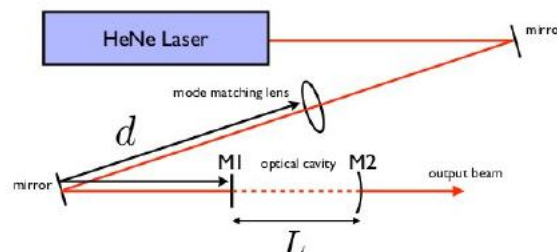
ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће се упознати са основним правилима рада у лабораторији, са посебним акцентом на раду са ласером. У оквиру праксе, подсетиће се (или се упознати са) особина и параметара Гаусовских снопова, функционисања простих сочива, концепта жижне даљине, увећања и дифракцијом ограничене величине снопа у фокусу. Затим следи овладавање “*knife-edge*” техником мерења пречника снопа, као и техникама поравнања оптичких елемената дуж ласерског снопа. Поред стицања практичних знања и искуства током рада у лабораторији, студенти ће се упознати и овладати коришћењем софтверског алата *Zemax*, као и матричном АБЦД методом за лакше дизајнирање жељеног система сочива. Следећи корак би био упознавање са општим принципима рада просторног модулатора светлости и могућностима конкретног уређаја доступног у Лабораторији за биофотонику.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: Студенти праксу могу обављати у пару – пракса на предложену тему се може организовати у више термина, уколико постоји веће интересовање
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Оптички резонатор“



ОПИС ТЕМЕ:

Једна од често коришћених метода за карактеризацију ласерске светлости јесте уз помоћ спољашњег оптичког резонатора. Наиме, како својства ласерске светлости, попут фреквенцијског спектра и трансверзалних модова, зависе од оптичког резонатора самог ласера, можемо увести претпоставку да ласерска светлост носи информације о ласерском резонатору. Слањем ласерског зрачења у други, екстерни оптички резонатор, чије су нам карактеристике познате, можемо обавити анализу послате светлости.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање теме је пожељно, али не и неопходно.

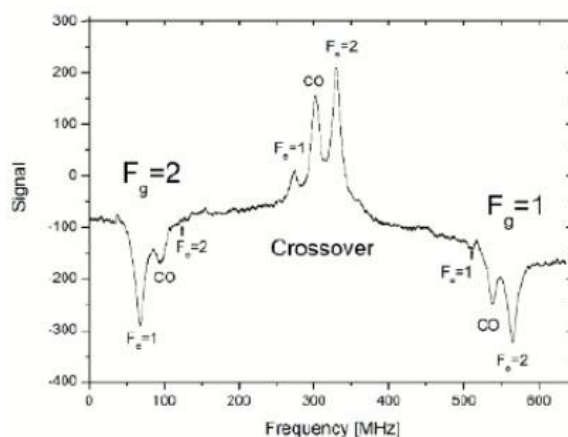
ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће се упознати са правилима рада у лабораторији и стећи практична искуства. Током праксе ће посебан акценат бити на упознавању и разумевању рада ласера, као и оптичких резонатора. Да би се упознали са процесом карактеризације ласерске светлости уз помоћ екстерног оптичког резонатора, студенти ће сами конструисати Фабри-Петрот резонатор од два огледала и кроз њега послати ласерски зрак. Пошто се дужина оптичког резонатора мења услед вибрација огледала и температурских флукуација, послата ласерска светлост ће бити резонантна са различитим модовима екстерног резонатора у различитим временским тренуцима. Ове промене је могуће очитати у интензитету и профилу ласерског снопа који напушта Фабри-Петрот резонатор.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: Студенти праксу могу обављати у пару – пракса на предложену тему се може организовати у више термина, уколико постоји веће интересовање
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Спектроскопија калијума“



ОПИС ТЕМЕ:

Насумично кретање атома и молекула услед загревања медијума резултује стварање такозваног Доплеровског помераја у емитованој или апсорбованој светлости. За такве спектралне линије кажемо да су Доплеровски проширене јер фреквенца зрачења које се апсорбује или емитује зависи од брзине кретања атома. У том случају, поједине спектралне линије нећемо бити у могућности да разлучимо. У оквиру експеримената из области атомске оптике, често је неопходно превазићи овај проблем, па су уз тај мотив развијене различите методе које нам омогућавају да “видимо иза” Доплеровски проширене спектралне линије.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање теме је пожељно, али не и неопходно.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела упознавањем студената са основним правилима рада у лабораторији, а затим и са конкретним елементима са којима ће радити приликом обављања праксе, попут: ласера, сочива, огледала, делитеља снопа, мерача снаге, фотодиода, гасне ћелије и пропратне електронике. Током даљег тока праксе студенти би имали задатак да поставе мањи експеримент и методом сатурационе спектроскопије сниме апсорпциони спектар атома калијума, а затим одраде анализу снимљених резултата. Након успешног снимања апсорпционог спектра калијума, уз асистенцију ментора, студенти би пробали да стабилизују фреквенцу ласера на жељени хиперфини прелаз у калијуму.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: Студенти праксу могу обављати у пару – пракса на предложеној тему се може организовати у више термина, уколико постоји веће интересовање
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Оптички полупроводнички појачавач за диодни ласер са екстерним резонатором”



ОПИС ТЕМЕ:

Диодни ласери са екстерним резонатором су све чешће саставни део експерименталних поставки у модерним оптичким лабораторијама. Томе су допринеле његова једноставна конструкција, мала снага, а довољно добра стабилност и могућност финог подешавања таласне дужине. Међутим, поједини експерименти из области атомске и нелинеарне оптике захтевају светлосне зраке већих снага (у поређењу са онима који су доступне из диодних ласера). Ту на сцену ступају полупроводнички оптички појачавачи који снагу улазног ласерског зрака од пар mW могу појачати до снаге од 1–2 W.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање теме није неопходно. Рад на пракси може резултирати дипломским или мастер радом.

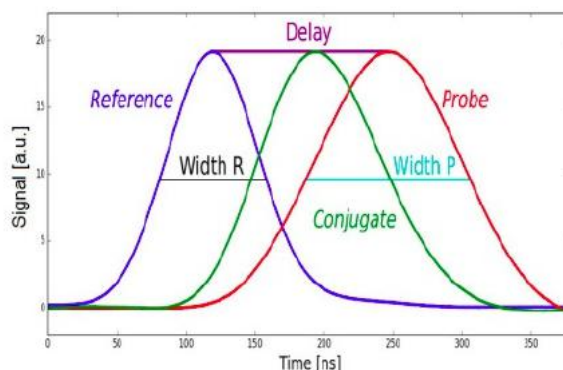
ТОК ПРАКСЕ:

На старту праксе студент/киња ће се упознати са принципима рада диодног ласера са екстерним резонатором и полупроводничког оптичког појачавача. Током даљег тока праксе, студент/киња ће радити на дизајну и конструкцији система за појачање ласерског зрака, укључујући рад на машинским цртежима, помоћној електроници, као и пропратној оптици.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: 1
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Успоравање светлосних пулсева преко нелинеарног ефекта четвороталасног мешања у пари калијума”



ОПИС ТЕМЕ:

Успоравање светлости изазива велико интересовање због потенцијалних примена, а посебно у домену све-оптичког процесирања сигнала. Постоје различити физички системи који могу довести до успоравања, и на крају заустављања светлости. Квантни феномени преко којих је демонстрирано успоравање светлости у нашој лабораторији јесу електромагнетски индукована транспаренција и четвороталасно мешање у алкалним парама. Посебно је интересантна студија успоравања светлости уз помоћ ефекта четвороталасног мешања у пари калијума, када се поставља и питање како различити параметри система утичу на брзину простирања светлости кроз нелинеарни медијум, али и саме облике пулса.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Пожељно је знање и искуство коришћења *Mathematica*-е или *C#*-а. Рад на пракси може резултирати дипломским или мастер радом.

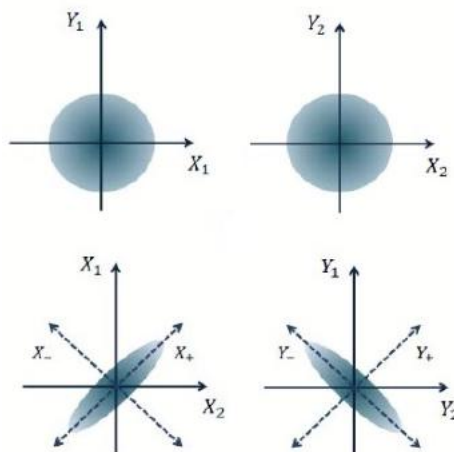
ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса на ову тему може обухватати експериментални и/или теоријски рад, у зависности од афинитета заинтересованих студената. На почетку праксе студенти би се упознали са литературом и тренутним статусом ове истраживачке теме. Експериментални део праксе би подразумевао надоградњу постојеће поставке и студију утицаја бафер гасова на успоравање светлосних пулсева у пари калијума преко четвороталасног мешања. Други део праксе би у фокусу имао рад на постојећем нумеричком моделу за симулирање динамике поменутог система и његову надоградњу.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: 2
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs

„Амплитудско стискање светлости преко нелинеарног ефекта четворталасног мешања у пари калијума”



ОПИС ТЕМЕ:

Снажне квантне корелације које су уочене у сноповима близанцима, генерисаним преко четворталасног мешања таласа у парама алкала, су у фокусу многих истраживачких група јер се могу искористити за побољшање осетљивости и резолуције разних мерних техника, као и за нове квантне технологије. Учење о и стицање увида у начин на који можемо ефикасно генерисати и контролисати ове корелације има снажне импликације за будућност глобалног истраживања и развоја. У нашој лабораторији, фокусирали смо на експерименталну и теоријску студију ових квантних стања генерисаних преко интеракције светлосних зрака са паром калијума.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Претходно познавање није неопходно. Пожељно је знање и искуство коришћења *Matlab*-а, *Python*-а или *Mathematica*-е. Рад на пракси може резултирати дипломским или мастер радом.

ТОК ПРАКСЕ:

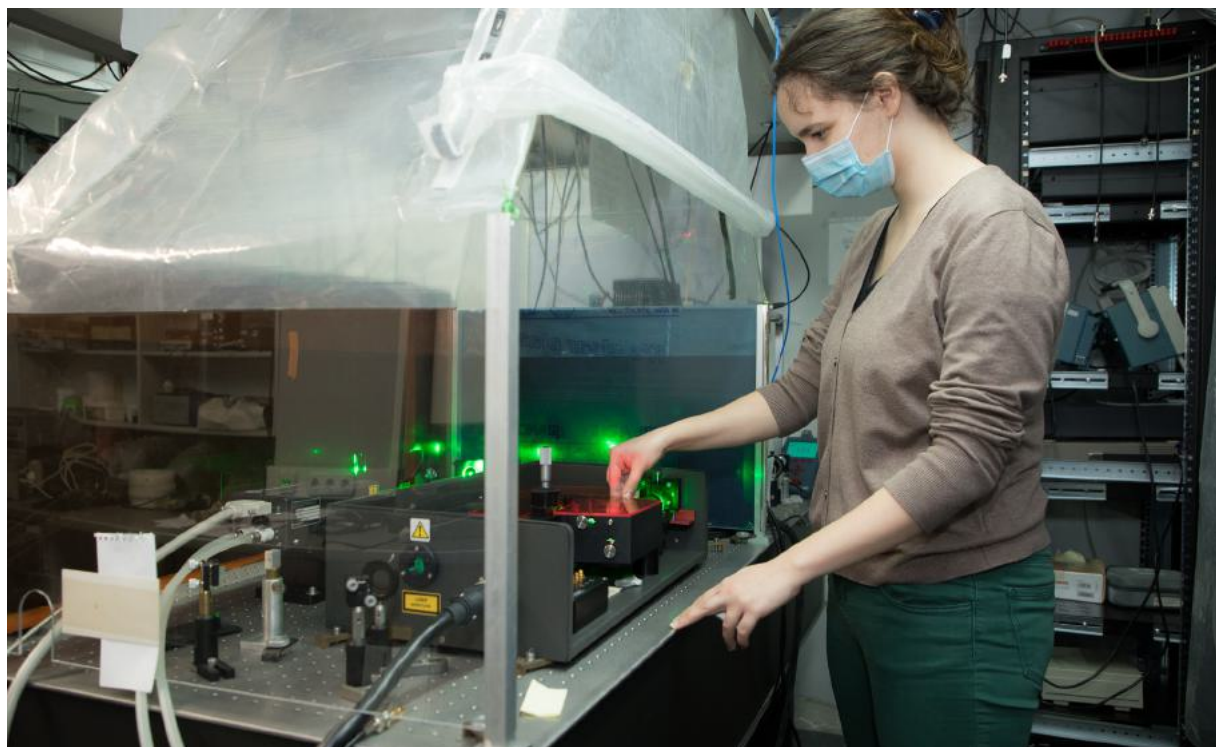
Студентска пракса би започела упознавањем студената са основама нелинеарне и квантне оптике, а затим и са конкретним ефектом од интереса, четворталасним мешањем у пари калијума. У фокусу праксе био би рад на микроскопском моделу за вруће атоме заснованом на Хајзенберг-Ланжевиновим једначинама, који нам омогућава да предвидимо понашање студираних система, као и стискање светлости у функцији различитих параметара. Током праксе студенти би користили већ развијен теоријски модел, али и радили на његовом даљем развоју. Резултати теоријског моделирања би били поређени са експерименталним.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Марија Ђурчић – научна сарадница
- Број студената: 2
- Лабораторија за биофотонику
- Контакт: marijac@ipb.ac.rs



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ





др Марија Ћурчић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Марија Ћурчић је докторирала 2023. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду са тезом: *"Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapour for controlling properties of light radiation"*.

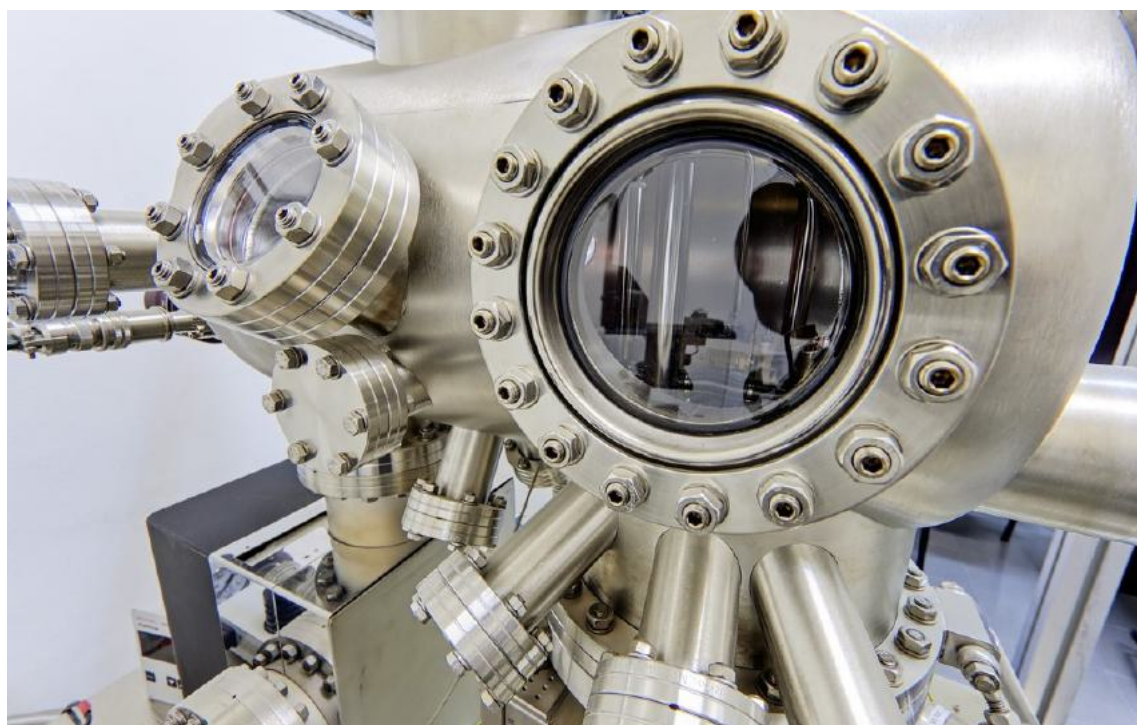
Од 2016. године је запослена у Институту за физику у Београду.

Области њеног истраживања су квантна и нелинеарна оптика, квантна биофотоника и ласерска техника.

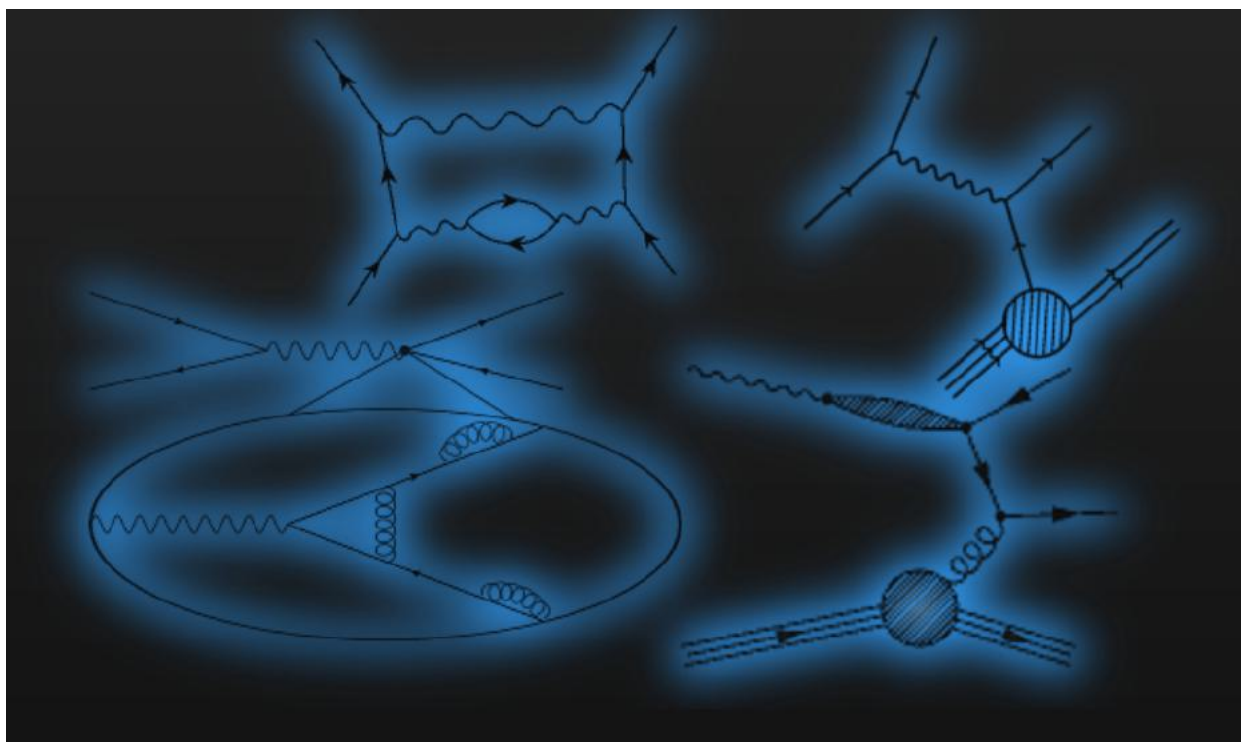




УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



Самосталне лабораторије



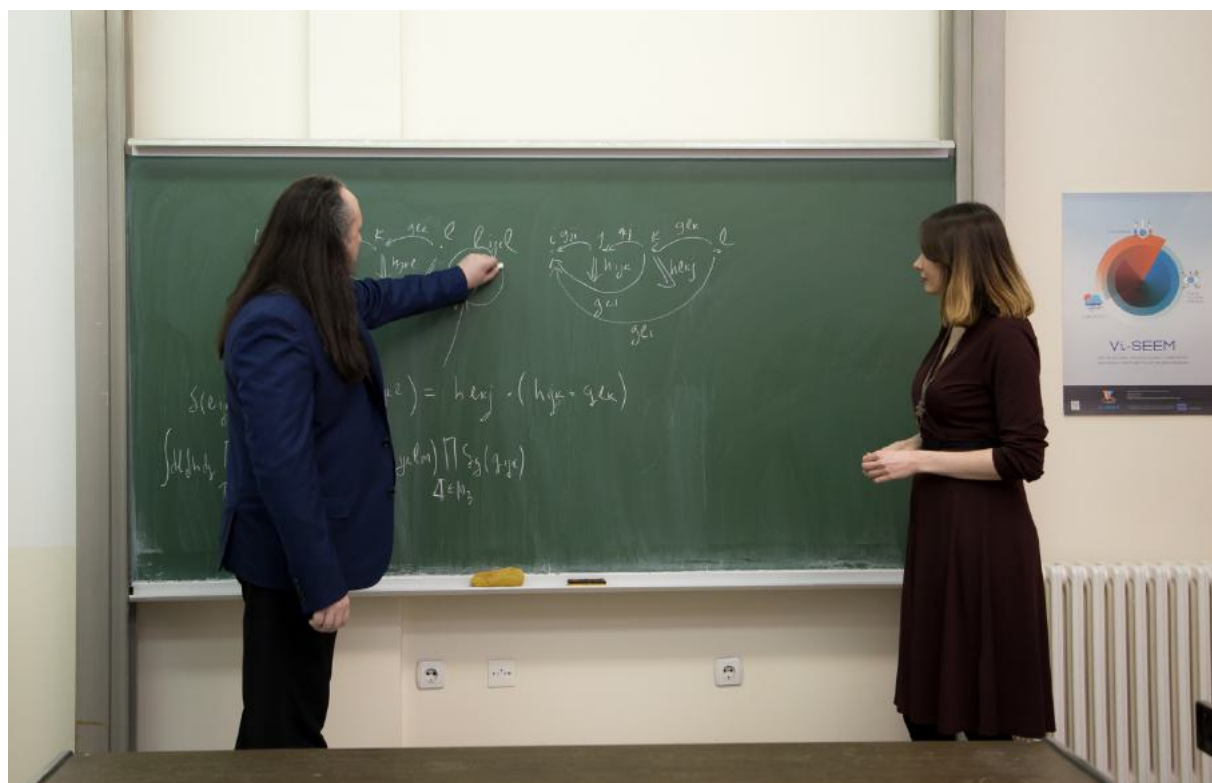
У Институту за физику постоје и самосталне лабораторије које, између осталог, обухватају експертизе из области теоријске физике, физике високих енергија, нуклеарне физике, атомске физике, физике животне средине и физику јоносфере.



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



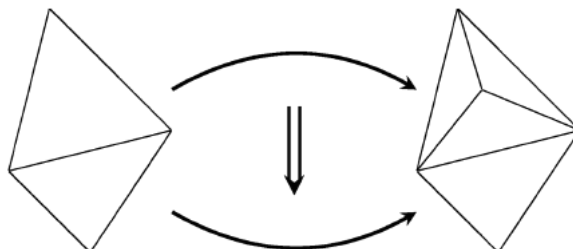
Група за гравитацију, честице и поља



Истраживачки фокус [Групе за гравитацију, честице и поља](#) су теоријска истраживања. Група се бави истраживањем динамичке структуре и симетрија у области алтернативних теорија гравитације, струна и брана, квантне гравитације на петљама и дискретним моделима просторвремена, као и некомутационим теоријама поља у физици честица и гравитације. Група се фокусира на истраживања која су усмерена ка разумевању и уједињењу фундаменталних интеракција, укључујући гравитацију, кроз квантне и геометријске приступе.

Руководилац лабораторије је др Бранислав Цветковић, научни саветник.

„Развој софтверског пакета за нумеричку алгебарску топологију“



ОПИС ТЕМЕ:

У контексту једног приступа квантној гравитацији, разматрају се више-димензионалне многострукости које су део-по-део равне, репрезентоване симплицијалним комплексима (триангулације). За нумеричко решавање разних проблема, како из квантне гравитације тако и из алгебарске топологије уопште, у развоју је [софтверски пакет](#) који има за циљ да имплементира разне врсте манипулација и функција над симплицијалним комплексима. Пракса је везана за [пројекат QGHG-2021](#) (програм Идеје) Фонда за науку, и број студената који могу да се укључе није ограничен.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима Математичког факултета и Електротехничког факултета (свих нивоа студија), као и свима осталима који су заинтересовани за геометрију и за програмирање. Потребно предзнање: владање C++ програмским језиком, елементарна интуиција за D-димензионалне геометрије ($D \geq 4$). Пожељно је (али није неопходно) и елементарно разумевање основних идеја из алгебарске топологије и диференцијалне геометрије.

ТОК ПРАКСЕ:

Има много конкретних задатака за које треба имплементирати одговарајући C++ код: пројектовање више-димензионалног комплекса на 2Д раван (и цртање на екрану), рачунање геометријских особина комплекса на основу задатих дужина ивица (површине, запремине, углови, кривина, торзија,...), евалуација функција над комплексом (нпр. рачунање тополошких инваријанти попут Тураев-Виро инваријанте и сл.), паралелизација свих ових алгоритама за рачунање на кластерима рачунара (користећи MPI инфраструктуру), итд.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Марко Војиновић – научни саветник
- Број студената: није ограничен
- Група за гравитацију, честице и поља
- Контакт: marko.vojinovic@ipb.ac.rs



др Марко Војиновић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Марко Војиновић је докторирао на Физичком факултету Универзитета у Београду 2008. године, одбранивши тезу под називом "Кретање екстендираних објеката у гравитационом пољу са торзијом".

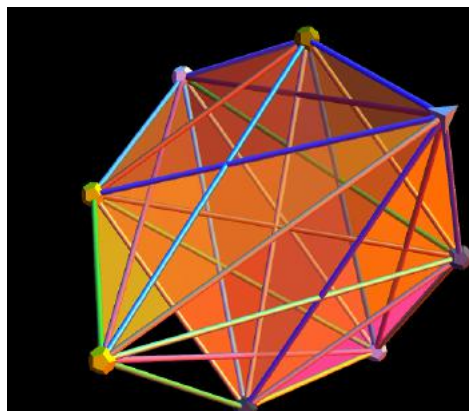
Након доктората био је на два постдокторска усавршавања у Групи за математичку физику Универзитета у Лисабону, у периоду од 2009. до 2016. године.

На Институту за физику ради од 2003. године.

Бави се теоријским истраживањима у области физике високих енергија и квантне гравитације, конкретно квантне гравитације на петљама и моделима спинских пена, користећи математичке алате из теорије категорија и тополошке квантне теорије поља.



„Геометријске структуре у амплитудама расејања: амплитухедрон и асоцијахедрон”



ОПИС ТЕМЕ:

Амплитуде расејања описују процесе у квантној теорији поља. Оне имају богату аналитичку структуру која се већ дуго активно проучава. У скорије време, у посебним теоријама поља, пронађене су геометријске структуре базиране на концепту позитивности, које директно дају диференцијалну форму која одговара амплитуди, без употребе стандардне процедуре квантне теорије поља. Две најзначајније такве структуре су "амплитухедрон" у $N=4$ Супер Јанг-Милс теорији и асоцијахедрон у биадјунгованој кубичној скаларној теорији поља. Ове структуре повезују различите области и појмове математике, као што су линеарна алгебра, теорија група, комплексна анализа, диференцијална геометрија, пројективни простори, комбинаторика и многе друге.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима математике или физике на завршној години основних студија или на мастер студијама.

ТОК ПРАКСЕ:

Током ове праксе студенти математике би се упознали са аспектима ових математичких области који су битни за физичаре у пољу амплитуда расејања као и отвореним математичким проблемима чије би решење довело до нових резултата битних у овој грани физике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Игор Прлина – научни сарадник
- Број студената: 1-2
- Група за гравитацију, честице и поља
- Контакт: igor.prlina@ipb.ac.rs

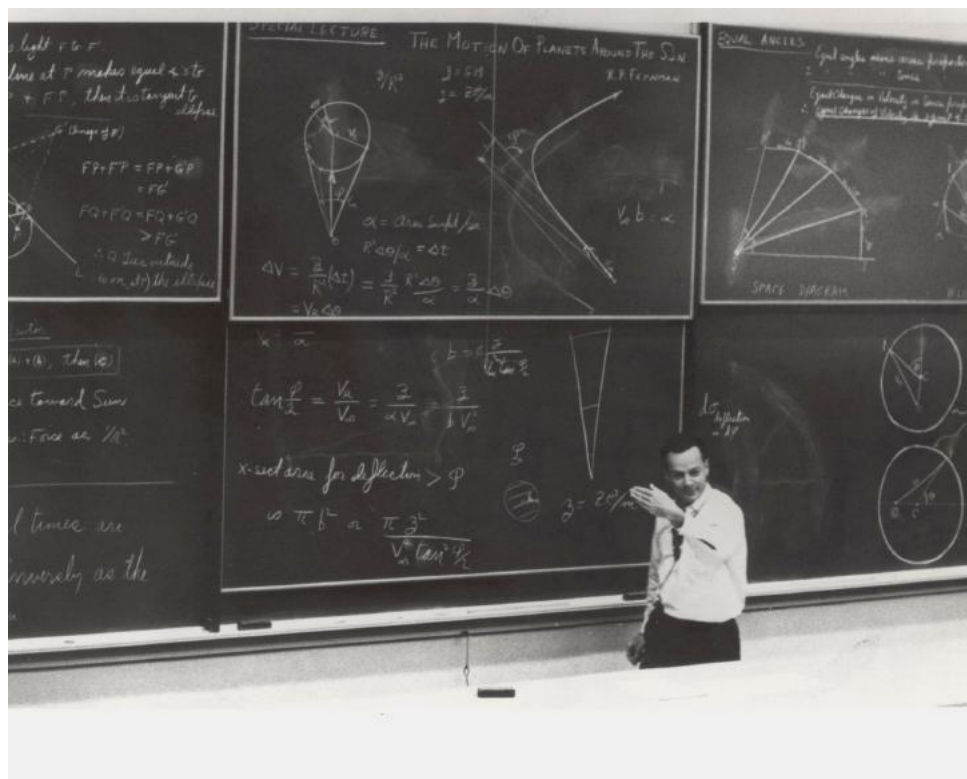


фото: Wikimedia Commons



„Слаба мерења у стохастичким квантним системима”

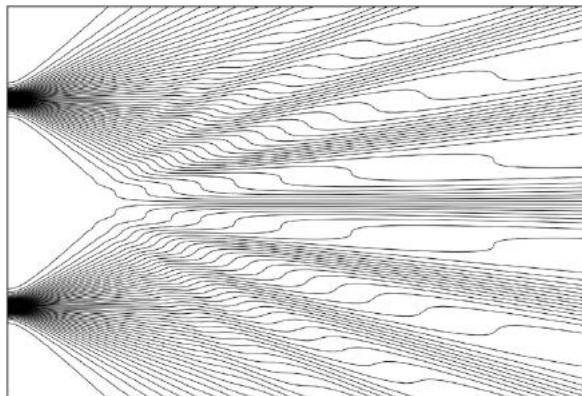


фото: Società Italiana di Fisica

ОПИС ТЕМЕ:

Квантна механика је индетерминистичка због квантних мерења, чији се резултати могу описати само преко вероватноћа. Уз апсолутне вероватноће, постоје и условне вероватноће, које се на нивоу квантне механике описују такозваним постселектованим системима. Наиме, у почетном тренутку систем се филтрира у жељено почетно стање, затим се изврши мерење, те се у крајњем тренутку систем поново филтрира у неко фиксно крајње стање.

Резултати мерења који одговарају догађајима који нису задовољили постселекциону филтрацију се одбацују.

Очекивана вредност квантне опсервабле може се директно измерити и без колапса таласне функције, уколико је спрега мерног уређаја и квантног система слаба. Уколико се овакво мерење одвија уз постселективну филтрацију, уместо очекиване вредности мери се такозвана слаба вредност опсервабле. Слабе вредности имају широку примену. На пример, користе се за појачавање сигнала, за директно мерење таласне функције, те за мерење "трајекторија" честица у експерименту са два прореза.

За разлику од апсолутне вероватноће у непостселектованим квантним системима, израз за слабу вредност није линеаран по пројекторима квантних стања. То доводи до тога да уколико је неопходно извршити усредњавање како би се репродуковао измерени резултат, слаба мерења могу уочити појаве која се не могу детектовати при јаким мерењима без постселекције.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе студенти би се упознали са теоријским основама постселектованих система и слабих мерења у квантној механици, као и са њиховом применом. Након

тога, студентима би била презентована одређена отворена питања у стохастичким квантним системима која се потенцијално могу одговорити применом слабих мерења, на пример усредњавање због несавршености мерног уређаја, модели објективног колапса таласне функције засновани на стохастичкој корекцији оператора еволуције, те стохастичке корекције на физичке константе. Студенти би одабрали питања која их највише интересују, након чега бисмо покушали да заједно нађемо одговоре на иста. Ова пракса је чисто теоријског типа.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике или математике на мастер студијама или завршној години основних студија. Неопходно је познавање линеарне алгебре и теорије вероватноће.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Игор Прлина – научни сарадник
- Број студената: 1-4
- Група за гравитацију, честице и поља
- Контакт: igor.prlina@ipb.ac.rs



др Игор Прлина
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

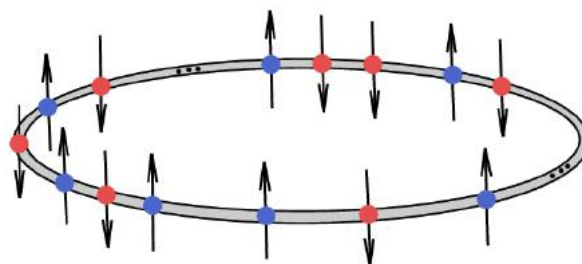
Игор Прлина је завршио основне и мастер студије на Физичком факултету Универзитета у Београду. Звање мастер, а затим и доктор наука стекао је на Браун универзитету у САД. Докторску тезу под називом *"Landau Singularities in Planar Massless Theories"* одбранио је 2019. године.

Од 2022. године ради у Институту за физику, али и у Земунској гимназији као спољни сарадник на програму за ученике са посебним способностима за физику (предмет: Механика са теоријом релативности).

Област истраживања др Игора Прлине су квантна теорија поља и $N=4$ супер Јанг-Милсова теорија.



„Интеграбилни системи“



ОПИС ТЕМЕ:

Физички системи које је могуће аналитички решити (пронаћи „интеграле“ кретања) су веома ретки, поготову у квантној физици. Модерне су базиране на специфичним алгебарским техникама, од којих је једна такозвани алгебарски Бете анзак, који ми користимо у контексту Хајзенбергових спинских ланаца и одговарајућих Гаудин модела.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Очекује се знање линеарне алгебре, а пожељно је и познавање основа теорије група и квантне механике.

ТОК ПРАКСЕ:

Рад на овој теми подразумевао би комбинацију теоријско-алгебарских прорачуна и учења/коришћења софтвера за симболичко рачунање (*Wolfram Mathematica/Maple*), који су изузетно корисне алатке за решавање оваквих проблема. Евентуална успешна сарадња током праксе отворила би и могућност каснијег доктората у Лисабону и/или сарадње са Универзитетом у Алгарвеу (Португал).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Игор Салом – виши научни сарадник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија: Група за гравитацију, честице и поља
- Контакт: isalom@ipb.ac.rs



др Игор Салом
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Игор Салом је након завршених основних студија на Физичком факултету у Београду, завршио магистарске и докторске студије на Физичком факултету у Београду. Докторирао је 2011. године са тезом „Деконтракциона формула $sl(n, R)$ алгебре и примене у физици”.

Од 2003. године је запослен у Институту за физику, а од 2006. године у Математичкој гимназији у Београду држи менторску наставу за ученике четвртог разреда („Квантна физика и општа теорија релативитета”).

Област истраживања Игора Салома су математичка физика (теорија репрезентације група и алгебри), нумерички прорачуни у кварк-глуон плазми, интеграбилни модели, квантни трочестични проблем, уопштења Поинкаре симетрије, афине теорије гравитације, функционално програмирање (*Wolfram Mathematica*), квантна теорија информација и заснивање квантне механике.





фото: CERN

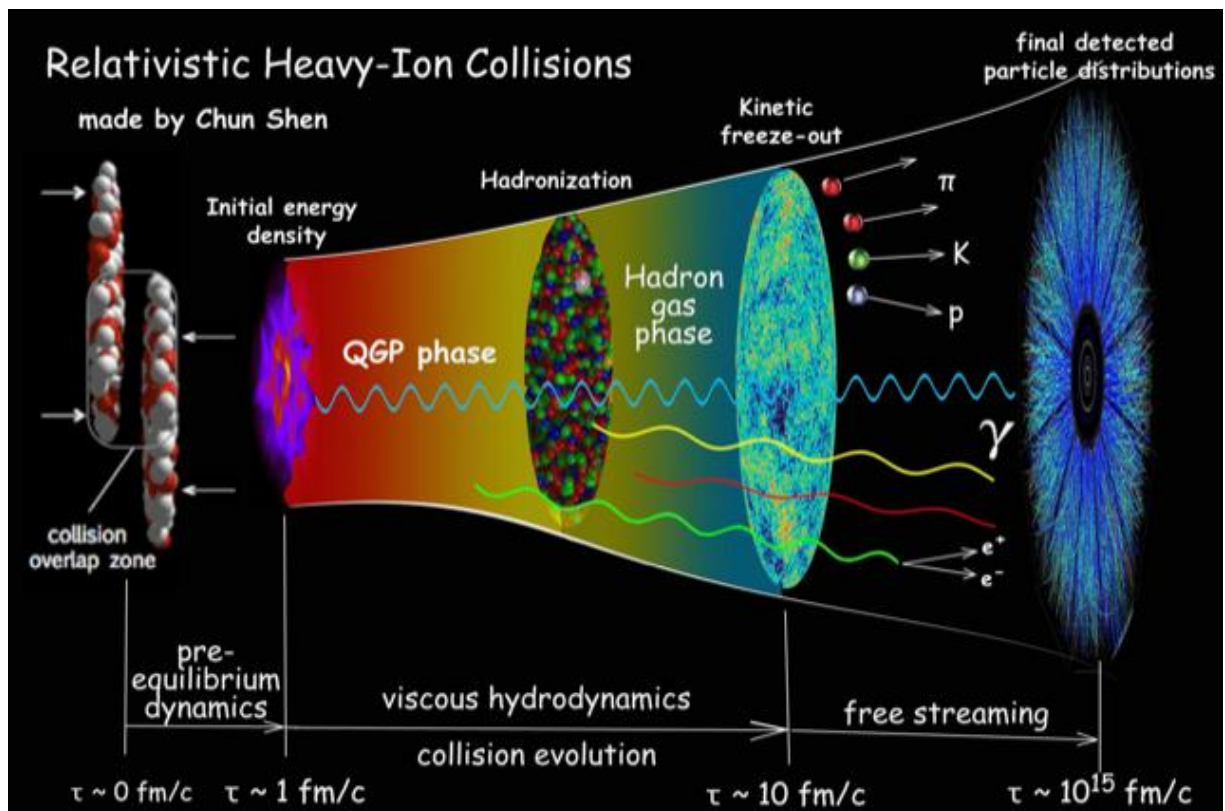


фото: CERN

Лабораторија за физику високих енергија

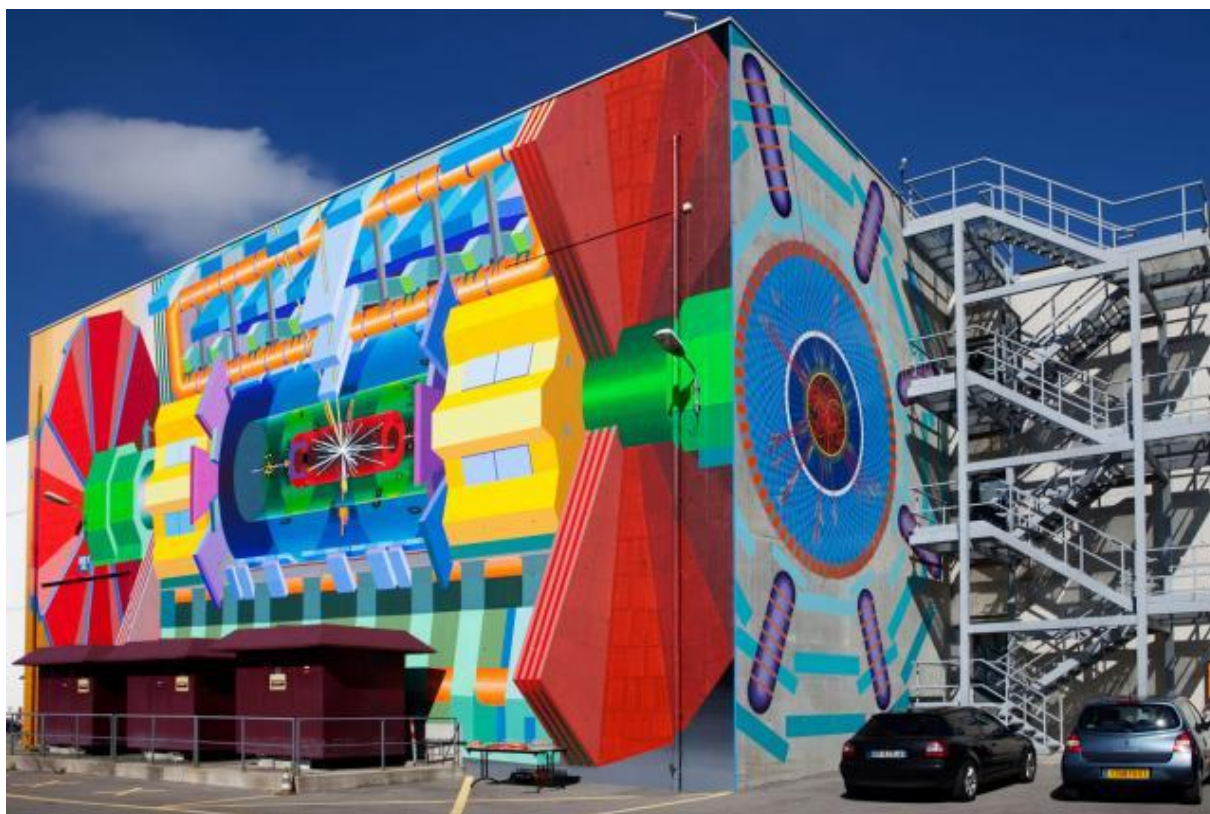


ФОТО: CERN

Лабораторија за физику високих енергија бави се истраживањима у области експерименталне и теоријске физике високих енергија. На експерименту АТЛАС у ЦЕРН-у, истраживања обухватају суперсиметрију, физику Хигсових бозона, и мерење масе W бозона. Поред тога, лабораторија ради на унапређењу b -џет тригера и мерењу луминозности. Теоријски део рада фокусиран је на проучавање кварк-глуонске плазме, која се формира у релативистичким сударима тешких јона.

Руководилац лабораторије је др Лидија Живковић, научни саветник.

„Развој тригера са b- цетовима за предстојећу надоградњу експеримента АТЛАС на великом сударачу хадрона високе луминозности (LHC HL-LHC)“

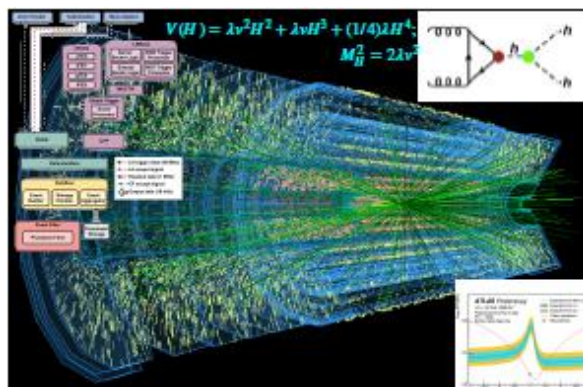
ОПИС ТЕМЕ:

На експериментима великог судараха хадрона испитују се особине стандардног модела (СМ) физике честица и трага се за новим честицама ван стандардног модела. Честице се производе у сударима снопова протона и онда се даље распадају на лакше честице. Ти производи распада снимају се у детектору, у овом програму користи се АТЛАС. Снимљени сигнали се реконструишу у објекте који одговарају честицама продукtima распада. Ако су продукти распада кваркови, они не живе сами већ формирају хадроне. Због природе јаке интеракције, кад се ти почетни хадрони крећу настаје пљусак нових хадрона. Ми тај пљусак (или млаз) онда детектујемо у калориметру – то је џет (млазница). Уколико је један од оригиналних кваркова био b-кварк, он се не распада тренутно, већ има неки период живота, џетове који од њега потичу можемо да идентификујемо помоћу неких особина. Та идентификација назива се тагирање (обележавање), а џетови су онда b-џетови.

Интересантни догађаји имају мали пресек, неће их бити често, док су неки процеси, на пример производња са два џета од b-кварка далеко (неколико редова величине) извеснији. Не можемо ни да обрадимо ни да сачувамо све догађаје па користимо тригере (окидаче) помоћу којих бирамо које догађаје чувамо.

Постоје два нивоа тригера, први L1 (Level 1) који је хардверски, и други HLT (High level trigger) који је софтверски.

У периоду од 2029. године, ЛХЦ ће радити у режиму повећане луминозности. Тренутно се унапређују све компоненте експеримента, акцелератор, детектори и технике обраде података. Са унапређеним експериментом биће обезбеђена већа количина података. Један од најважнијих циљева унапређеног експеримента је потрага за двоструком производњом Хигсових бозона која би омогућила мерење константе самоспрезања. Али услови под којима ће детектори да раде су доста другачији и тригери треба да се оптимизују.



ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће проучавати процесе производње пара Хигсових бозона и тригере који ће се користити. Циљ је истражити побољшања за тренутно предложене тригере користећи боље тагирање (означавање) или различите L1 тригере. Студенти ће научити о тригерима и програму унапређења експеримента. Научиће више о Хигсовом бозону као и шта је потребно да се измере последњи параметри стандардног модела.

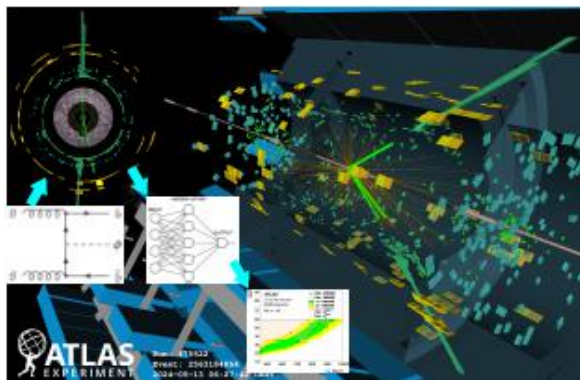
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Праксе су за студенте свих година и свих смерова, заинтересоване за експерименталну физику честица. Предзнање програмирања је пожељно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Лидија Живковић – научни саветник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: lidija.zivkovic@ipb.ac.rs

„Мултиваријабилна анализа (МВА) за процес $b\bar{A} \rightarrow b\bar{b}\bar{b}$ користећи податке прикупљене детектором АТЛАС на Великом сударању хадрона (ЛХЦ)“



ОПИС ТЕМЕ:

На експериментима великог сударања хадрона (ЛХЦ) испитују се особине стандардног модела (СМ) физике честица и трага се за новим честицама ван стандардног модела. Честице се производе у сударима снопова протона и онда се даље распадају на лакше честице. Ти производи распада снимају се у детектору, у овом програму користи се АТЛАС. Снимљени сигнали се реконструишу у објекте који одговарају честицама продуктима распада. Ако су продукти распада кваркови, они не живе сами већ формирају хадроне. Због природе јаке интеракције, кад се ти почетни хадрони крећу настаје пљусак нових хадрона. Ми тај пљусак (или млаз) онда детектујемо у калориметру – то је џет (млазница). Уколико је један од оригиналних кваркова био b -кварк, он се не распада тренутно, већ има неки период живота, џетове који од њега потичу можемо да идентификујемо помоћу неких особина. Та идентификација назива се тагирање (обележавање), а џетови су онда b -џетови. Интресантни догађаји имају мали пресек, неће их бити често, док су неки процеси, на пример производња са два џета од b -кварка далеко (неколико редова величине) извеснији. Да би се побољшала осетљивост анализе користе се мултиваријабилне (МВА) технике.

ТОК ПРАКСЕ:

У овом пројекту ће се изводити МВА анализа у потрази за скаларном честицом из теорија ван стандардног модела која се распада на два b -кварка, а произведена је са b -кварком или b -кварковима. Нови скалар је предвиђен у неколико проширења СМ-а, међу којима је најпопуларнији 2ХДМ. Пројекат ће почети са одабиром варијабли и основним тренингом и тестирањем неколико једноставних МВА (БДТ, НН) и њиховом оптимизацијом за постизање бољих перформанси.

Ако време дозвољава, наставиће се са напреднијим МВА као што су НН дубоког учења и параметризовани НН. Циљ пројекта је да студенти науче основе о МВА техникама, њиховој употреби и оптимизацији. Коначни резултат ће бити предлог МВА који показује најбоље перформансе за ову претрагу.

Студенти ће научити о МВА техникама, њихово развијање и поређење различитих.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Праксе су за студенте свих година и свих смерова, заинтересоване за експерименталну физику честица. Предзнање програмирања је пожељно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Лидија Живковић – научни саветник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: lidija.zivkovic@ipb.ac.rs



др Лидија Живковић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Лидија Живковић је докторирала 2006. године на Институту Вајцман у Израелу. Тема докторске тезе била је *"Higgs boson searches at OPAL (LEP), ATLAS (LHC) and ILC"*.

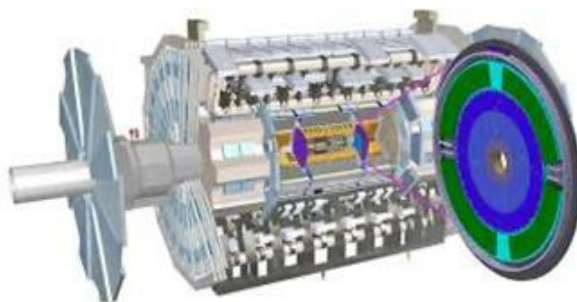
Постдокторско усавршавање радила је на Универзитету Колумбија од 2006. до 2010. године на експериментима ДО на Теватрону у Фермилабу и АТЛАС на ЛХЦ-у у ЦЕРН-у, на Универзитету Браун, од 2010. до 2012. године и у Лабораторији за експерименталну физику високих енергија у Паризу од 2012. до 2013. године. Тема истраживања била је потрага за Хигсовим бозоном и новом физиком изван Стандардног модела.

Од октобра 2013. године запослена је у Институту за физику у Београду где ради на експериментима ДО, АТЛАС и ДУНЕ (неутрино експеримент у припреми у Фермилабу). У периоду од 2016. до 2017. године боравила је у ЦЕРН-у и 2022. године у Центру за физику честица у Марсељу као гостујући професор.

Област истраживања је развој тригера за експерименте физике високих енергија и потрага за феноменима ван стандардног модела.



„Развој контролног система за *High Granularity Timing Detector (HGTD)* на експерименту ATLAS у CERN-у“



ОПИС ТЕМЕ:

Експеримент ATLAS је један од четири велика експеримента на Великом хадронском сударачу (*LHC*-у) за који је планирано велико унапређење како би успешно сакупљао податке у доба високе луминозности *LHC*-а. Заинтеровани студент би био један од главних у тиму за развој апликације за контролу температуре на *High Granularity Timing Detector*-у (*HGTD*) који ће бити инсталиран на експерименту ATLAS у CERN-у у периоду од 2026. до 2029. године и обезбеђивати најпрецизнију информацију о времену интеракције честица. Рад обухвата развој *OPC* сервера за *FELIX readout* системе који добијају инпут о вредностима температуре са сваке *IpGBT* плоче на детектору, као и развој и одржавање *WinCC OA* апликације за контролне системе. Постоји могућност и за дугорочнију контрибуцију кроз мастер или докторску тезу која би, уколико успешно одрађена, подразумевала и плаћене боравке у CERN-у. Студенти ће радити у међународној колаборацији и свој рад презентовати на састанцима колаборације.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима електротехнике или физике. За рад је потребно познавати основе програмирања у *C* и *Python* програмским језицима, као и основна знања о сигнаlima и системима. Претходни рад у *WinCC OA* окружењу је предност.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће се прво упознати са карактеристикама детектора ATLAS, као и свим неопходним спецификацијама новог *HGTD* детектора. Проценат времена за учење потребног софтвера и израде самог пројекта ће бити одређен у зависности од почетног знања студената. Резултате свог пројекта ће имати прилику да презентују на састанцима у оквиру међународне ATLAS колаборације.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Јелена Јовићевић – виша научна сарадница
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: jelenaj@ipb.ac.rs

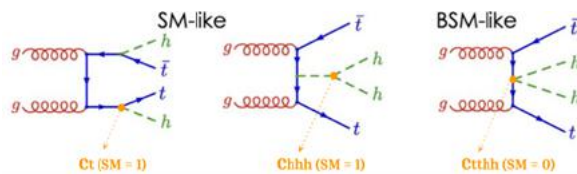
„Карактеризација Хигсовог потенцијала кроз мерење симултане продукције пара Хигсових бозона са паром топ-анти топ кваркова на експерименту ATLAS у CERN-у“

ОПИС ТЕМЕ:

Једна од још увек експериментално неизмерених особина Хигсовог бозона је јачина интеракције са самим собом, која је директно повезана са обликом Хигсовог потенцијала. Један од основних механизма мерења ове карактеристике је кроз продукцију пара Хигсових бозона на *LHC* сударању у CERN-у. Једна од тренутно још увек неизучаваних механизма продукције је продукција у асоцијацији са паром топ-анти-топ кваркова. Пресек продукције за овакве догађаје је јако мали у Стандардном моделу (SM), али може бити доста увећан у теоријама које описују феномене изван SM. Врсте и количина позадинских процеса који остављају исти потпис у детектору зависи од финалног стања, тј. честица које настају распадом Хигсових бозона и топ кваркова. Фокус овог мерења биће на распаду Хигсових бозона на *b* кваркове јер је најмање статистички лимитирана у односу на друге распаде Хигсовог бозона, и лептонске распаде топ кваркова који обезбеђују лакшу редукцију позадинских процеса у анализи у односу на потпуно хадронске распаде. Тема пројекта ће бити дефинисана у договору са студентима, а може варирати од оптимизације селекција, преко машинског учења у реконструкцији догађаја, до рачунања систематских неодређености мерења. Студенти ће радити у међународној колаборацији и свој рад презентовати на састанцима колаборације.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће се прво упознати са основама анализе података на *LHC* експериментима, као и физиком Хигсовог бозона на експерименту ATLAS и постојећим мерењима. Након тога, студенти ће проћи неопходне софтверске туторијале и отпочети свој рад на овом пројекту. Резултате свог



пројекта ће имати прилику да презентују на састанцима у оквиру међународне ATLAS колаборације.

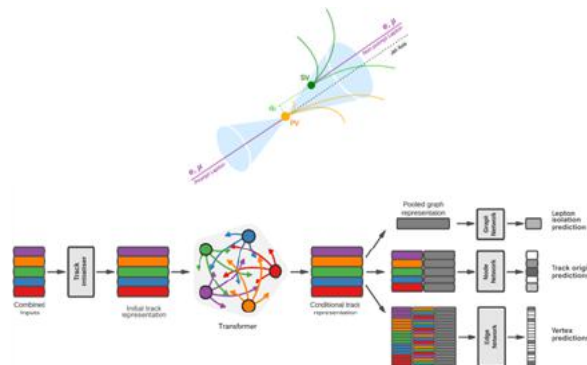
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике. За рад је пожељно познавати основе програмирања у *C* и *Python* програмским језицима, али није неопходно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Јелена Јовићевић – виша научна сарадница
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: jelenaj@ipb.ac.rs

„Унапређење *Graph Neural Network* (GNN) алгоритма за идентификацију лептона на експерименту ATLAS у CERN-у”



ОПИС ТЕМЕ:

У сударима протона на *LHC* акцелератору истовремено настаје до 5000 наелектрисаних честица. Из реконструисаних трагова и депозита енергије које оне остављају у детектору ATLAS потребно је разлучити о којим се честицама ради и у којим интеракцијама или распадима су настале. Прецизна идентификација лаких лептона, електрона и миона је од суштинског значаја за скоро сва мерења у детектору. То је врло комплексан процес који, како би се што прецизније одрадио, захтева примену метода машинског учења. Како би разлучили између лептона који настају распадима *W*, *Z* и Хигсовог бозона и оних који настају у секундарним интеракцијама, као на пример распадом *B* и *C* хадрона, развили смо алгоритам који је базиран на графовској неуронској мрежи (*GNN*) и до сада је показао најбоље резултате у односу на друге методе машинског учења. Овај метод се може даље унапредити кроз учење различитих топологија физичких процеса, као и узимање у обзир додатних параметара. Тема праксе била би унапређење постојећих алгоритама и валидација перформанси на финалним стањима са више лептона.

Резултате свог пројекта ће имати прилику да презентују на састанцима у оквиру међународне ATLAS колаборације.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике и студентима програмирања. За рад је пожељно познавати основе програмирања у *C* и *Python* програмским језицима.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће се прво упознати са основама идентификације и реконструкције лептона на експерименту ATLAS. Након тога, студенти ће проћи неопходне софтверске туторијале и упознати се са *GNN* алгоритмом који се тренутно користи у идентификацији лептона. Прво део пројекта биће репродукција постојећих резултата користећи *GNN* алгоритам, а други део пројекта ће бити додатна оптимизација и унапређење алгоритма са свим неопходним валидацијама.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Јелена Јовићевић – виша научна сарадница
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: jelenaj@ipb.ac.rs



др Јелена Јовићевић
виша научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Јелена Јовићевић је докторирала на Краљевском техничком институту у Шведској (*Royal Institute of Technology, KTH*) 2014. године одбранивши тезу *"Evidence for the Standard Model Higgs boson in the WW^* decay mode using the data collected by the ATLAS detector at the LHC"*. Рад Јелене Јовићевић заједно са осталим коауторима из ATLAS колаборације је директно допринео открићу Хигсовог бозона на експерименту ATLAS, након чега се већ више од 10 година бави мерењем његових особина.

Постдокторско усавршавање је радила на Канадском националном институту *TRIUMF* за нуклеарна истраживања у периоду од 2015. до 2018. године, након чега добија ради у CERN-а у периоду од 2018. до 2021. године.

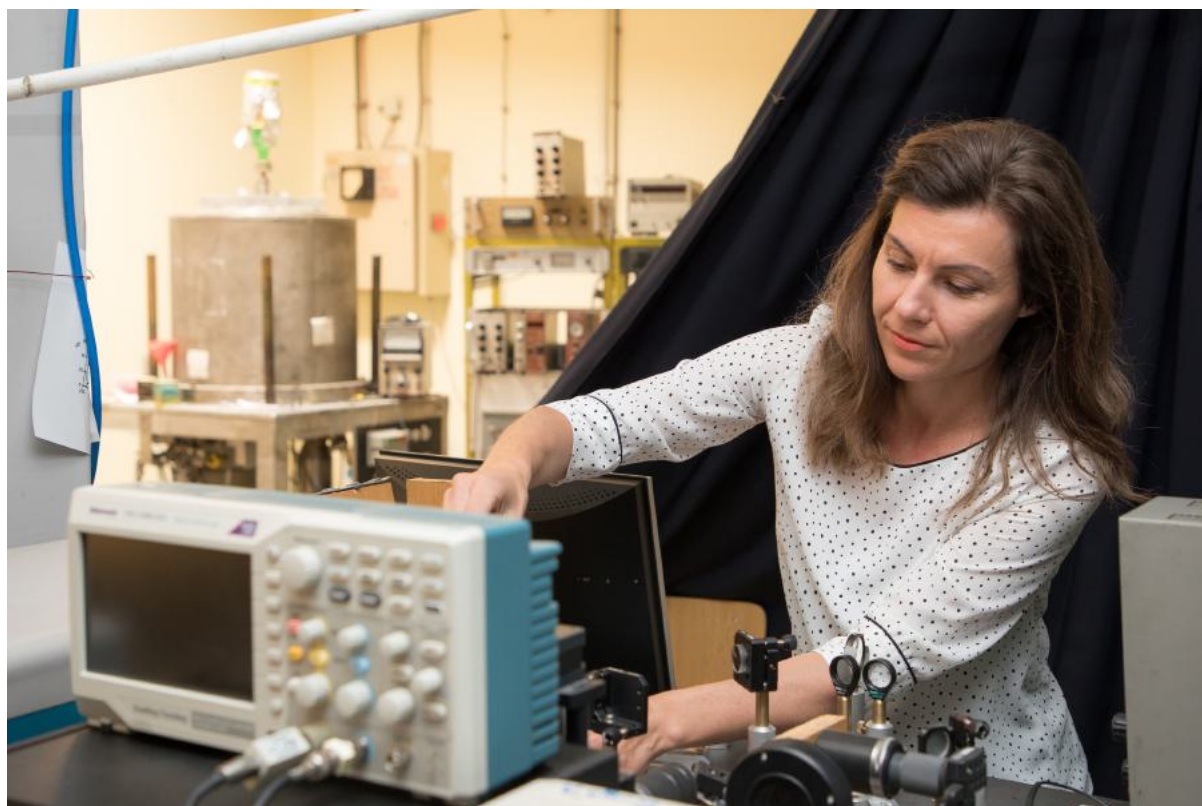
У Институту за физику у Београду ради од 2021. године.

Главне области истраживања Јелене Јовићевић су физика Хигсовог бозона, физика топ кваркова на експерименту ATLAS, као и развој нових детектора.

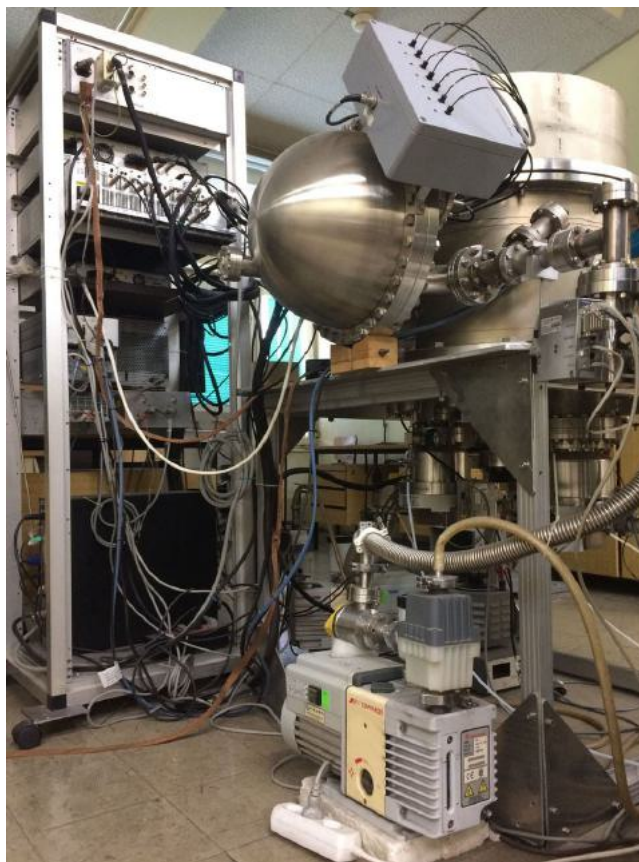




УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



Лабораторија за атомске сударне процесе

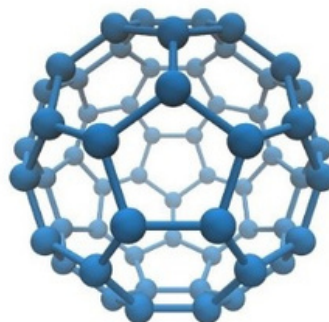


Лабораторију за атомске сударне процесе ([ЛАСП](http://www.lacp.ac.rs), енгл. *LACP*) основао је проф. акад. др Милан Курепа шездесетих година прошлог века. Садашња лабораторија настала је 2010. године спајањем оригиналне лабораторије, чији фокус су била експериментална истраживања, са групом за теоријску атомску физику Института за физику. У то време и касније лабораторију је водио др Братислав Маринковић.

Области истраживања Лабораторије су сударни процеси електрона са атомима и молекулима, интеракција атомских система са јаким пољима, укључујући ласерско и синхротронско зрачење, затим ласерски индукована спектроскопија, те фундаментални проблеми из атомске и квантне физике.

Руководилац лабораторије је др Ненад Симоновић, научни саветник.

„Еластично расејање електрона на фулерену“



ОПИС ТЕМЕ:

Фулерен је алотропска модификација угљеника, откривена 1985. године, која се састоји од 60 угљеникових атома, спојених у сферни облик (енг. *buckminster fullerene*) налик фудбалској лопти. Обично се декларише као молекул C_{60} , а сврстава се у угљеничне наночестице (дијаметра око 1 nm). Од свог открића овај високо симетрични молекул привлачи велику пажњу истраживача, како из фундаменталних разлога, тако и због широке могућности за примену. Висока симетрија га, између осталог, чини ефикасном метом за дифракцију. Експерименти са расејањем електрона на молекулима C_{60} који су до сада вршени у свету у области енергија упадних електрона од неколико електрон-волти (eV) до неколико keV, показали су да диференцијални пресек за расејање (ДПР), као функција угла расејања и упадне енергије, има дифракционе минимуме и максимуме. Показало се да је дифракционо понашање еластичног и нееластичног ДПР-а на вишим енергијама повезано са геометријом електронске расподеле у молекулу C_{60} . У Лабораторији за атомске сударне процесе, [ЛАСП](#), развијене су експерименталне методе судара електрона са атомима и молекулима, при чему се користи техника укрштених млазева. Идеја је да се ова техника примени на експериментално одређивање ДПР-а за еластично расејање електрона на молекулу C_{60} у области средњих енергија (10-100 eV), у којој нема много експерименталних података.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела теоријским уводом у физику сударних процеса електрона са атомским метама а затим би се представиле експерименталне методе електронске спектроскопије које су на располагању у ЛАСП.

Практични део праксе би се састојао од прикупљана спектроскопских података за еластично расејање електрона, прво на некој атомској мети, а касније на молекулу фулерена, и њихова анализа у циљу одређивања ДПР-а.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике и астрофизике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Ненад Симоновић – научни саветник
- Број студената: 2
- Лабораторија за атомске сударне процесе
- Контакт: nenad.simonovic@ipb.ac.rs



др Ненад Симоновић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

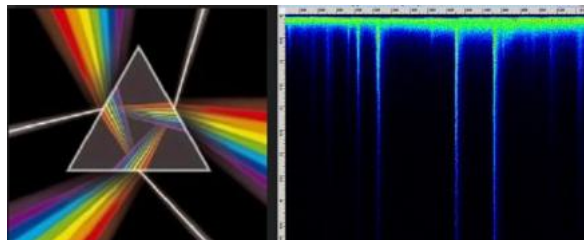
Ненад Симоновић је докторирао 1993. године на Физичком факултету Универзитета у Београду одбранивши дисертацију под називом „Асинхрони модел хелијума – семикласична теорија“.

Од 1999. до 2002. године био је на постдокторском усавршавању у Макс Планк институту за физику комплексних система у Дрездену, Немачка, а годину дана (2007.) је провео у Институту за теоријску физику Техничког универзитета у Бечу, Аустрија.

У Институту за физику је запослен од 1987. године, где тренутно руководи Лабораторијом за атомске сударне процесе ([ЛАСП](#)). Његова област истраживања су сударни процеси атомских и мезоскопских система са електронима и њихова интеракција са јаким ласерским зрачењем. Бави се такође и фундаменталним проблемима из квантне механике.



„Примена спектроскопије ласерски индукованог пробоја у мултиелементалној анализи електронских уређаја, а у циљу рециклаже”



ОПИС ТЕМЕ:

Данас је видљив све већи интерес за технику ласерске индуковане спектроскопије пробоја (енг. *laser induced breakdown spectroscopy, LIBS*). LIBS у комбинацији са алатима за машинско учење (енг. *machine learning, ML*) омогућава детаљнији увид у класификацију и имплементацију података у различитим научним истраживањима, биологији, геонаучним студијама, астрономији, индустрији, студијама културног наслеђа, науци о материјалима. Опште је познато да је то по цени приступачна и истовремено минимално деструктивна техника за мултиелементарну анализу. У савременој технологији и производњи разних уређаја битни су метали познати и под именом ретке земље (од лантана до европијума). Детекција ретких земаља у минералима, стенама и земљишту врло често се остварује коришћењем LIBS техника. Са друге стране, да истакнемо свеобухватност ове методе казаћемо да је ласерска спектроскопија најчешћих елемената у крвној плазми (гвожђе, силицијум, фосфор, бакар, калијум, натријум, магнезијум, калцијум) коришћена и за снимање елементарног “отиска прста” људске крвне плазме.

циљ би била детекција, ради рециклаже скувих елемената, користили би се неисправни електронски уређаји, као што је на пример рачунарски монитор.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике и астрофизике.

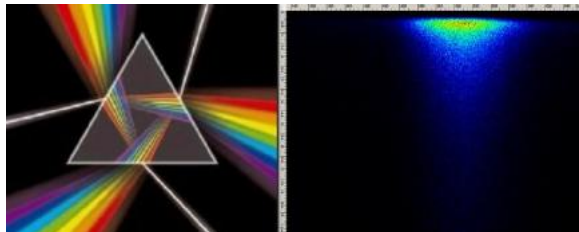
ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела упознавањем са општим појмовима о ласерима и ласерској спектроскопији, а затим би се представиле експерименталне методе ласерске спектроскопије које су на располагању у Лабораторији за атомске сударне процесе (ЛАСП). Практични део праксе би се састојао у лабораторијским мерењима, тј. од прикупљања спектроскопских података добијених ласерски индукованим пробојем. У експериментима чији

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Маја Рабасовић – научна саветница
- Број студената: 2
- Лабораторија за атомске сударне процесе
- Контакт: majap@ipb.ac.rs

„Примене ласерске флуоресцентне спектроскопије у анализи узорака од биолошког значаја”



ОПИС ТЕМЕ:

Луминесценција је појава у којој материја изложена електромагнетном зрачењу емитује електромагнетно зрачење веће таласне дужине од оне којој је била изложена.

Ако је време трајања луминесценције врло кратко, обично се назива флуоресценција. Као и друге врсте луминесценције, флуоресценцију показују само одређени материјали. Флуоресценција настаје када фотон упадног зрачења преводи електрон молекула у побуђено стање. Молекул се може вратити из побуђеног стања у основно стање било емитовањем фотона, или без његове емисије, нерадијативним путем. Како сваки молекул показује вибрације које су квантизоване, побуђивањем електрона из основног стања, молекул ће бити преведен у неко побуђено вибрационо стање побуђеног електронског стања. Флуоресцентном спектроскопијом је могуће детектовати садржај узорка, на пример има ли у њему хлорофила, алкалоида итд. Осим спектралних компоненти могуће је анализирати и временски развој флуоресценције, чиме се повећава број информација и тачност анализе садржаја узорка.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела упознавањем са општим појмовима о ласерима и ласерској спектроскопији а затим би се представиле експерименталне методе ласерске спектроскопије које су на располагању у Лабораторији за атомске сударне процесе (ЛАСП). Практични део праксе би се састојао у лабораторијским мерењима, то јест од прикупљана спектроскопских података више узорака биљног порекла.

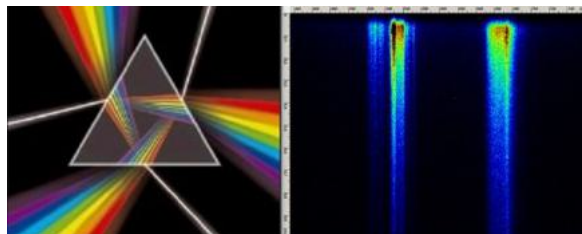
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике и астрофизике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Маја Рабасовић – научна саветница
- Број студената: 2
- Лабораторија за атомске сударне процесе
- Контакт: majap@ipb.ac.rs

„Примене ласерске луминесцентне спектроскопије у безконтактном мерењу температуре”



ОПИС ТЕМЕ:

Оптичка термометрија налази широку примену у даљинском мерењу температуре. Ласерска луминесцентна спектроскопија је вероватно најчешће коришћена оптичка метода. Луминесцентни материјали коришћени за даљинско мерење температуре називају се термографски фосфори. Постоје бројне успостављене методе за детекцију температуре помоћу термографских фосфора, при чему је приступ односа интензитета луминесценције (енг. *luminescence intensity ratio, LIR*) посебно фаворизован. Често се ова техника за анализу ослања на испитивање варијација у интензитету термички спрегнутих прелаза на различитим температурама. Међутим, *LIR* приступ се такође може заснивати и на односима интензитета термички неспрегнутих прелаза, укључујући односе интензитета између два прелаза истог допанта и односе интензитета између луминесценције допанта и матрице домаћина. Такође, могуће је користити и време живота луминесценција за одређивање температуре узorka.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике и астрофизике.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела упознавањем са општим појмовима о ласерима и ласерској спектроскопији а затим би се представиле експерименталне методе ласерске спектроскопије које су на располагању у Лабораторији за атомске сударне процесе ([ЛАСП](#)). Практични део праксе би се састојао у лабораторијским мерењима, то јест од прикупљана спектроскопских података термографских фосфора на различитим температурама.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Маја Рабасовић – научна саветница
- Број студената: 2
- Лабораторија за атомске сударне процесе
- Контакт: majap@ipb.ac.rs



др Маја Рабасовић
научна саветница

БИОГРАФИЈА

Маја Рабасовић је докторирала 2013. године на Физичком факултету Универзитета у Београду одбранивши дисертацију под називом „Расејање електрона на атому индијума и анализа електронских и оптичких спектра“.

Ради у Институту за физику од 2003. године у Лабораторији за атомске сударне процесе.

Њена област истраживања базира се на ласерској спектроскопији. Бави се проучавањем интеракције ласерског зрачења са нанофосфорима, биолошким узорцима, електронским компонентама итд, које је значајно за друге научне дисциплине и примену у технологији, користећи уз експерименталне технике и машинско учење.





УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

„База података о електрон–атомским/ молекулским сударима – *BEAMDB*”

ОПИС ТЕМЕ:

Један од основних сазнајних метода изучавања структуре и динамике атомских честица јесу сударни процеси у којима пројектили могу бити фотони, електрони, јони или друге атомске честице. У Лабораторији за атомске сударне процесе, [ЛАСП](#), развијене су експерименталне методе судара електрона при чему се користе технике укрштених млазева у електронској спектроскопији. Подаци који се добијају из ових експеримената се могу приказати као спектри (губитака енергије, прагова, резидуалних енергија, избачених електрона, ексцитационе функције) и/или као ефективни пресеци за поједине процесе: еластично расејање, електронска ексцитација, јонизација и друго. Ови подаци се могу сачувати у локалној бази података [BEAMDB](#).

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела теоријским уводом у физику сударних процеса електрона са атомским честицама а затим би се приказале експерименталне методе електронске спектроскопије доступне у ЛАСП Института за физику у Земуну. Затим би се упознали са светском иницијативом за расподељене базе атомске и молекулске физике ([VAMDC](#)) и конкретним решењем наше базе *BEAMDB* као једне од интегрисаних база података. У практичном делу праксе обрадио би се неколико научних чланака са релевантним нумеричким подацима о пресецима за еластично расејање и јонизацију електронима и ти подаци би се унели у базу и верификовали. Даљи задаци би били одређени зависно од интересовања студената и њихових знања из програмирања.

Belgrade electron/atom(molecule) database (BEAMDB)

Laboratory for Atomic Collision Processes :: Institute of Physics Belgrade

Collision Type:

Species:

Species State (product):

Cross Section Type:

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физике и астрофизике. Претходно искуство са програмирањем и нумеричким методама и знање из основа атомске физике су пожељни, али нису неопходни.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Братислав Маринковић – научни саветник у пензији
- Број студената: 2
- Лабораторија за атомске сударне процесе
- Контакт: bratislav.marinkovic@ipb.ac.rs



др Братислав Маринковић
научни саветник у пензији

БИОГРАФИЈА

Братислав Маринковић је докторирао 1989. године на Физичком факултету Универзитета у Београду одбранивши дисертацију под називом „Еластично и нееластично расејање електрона на атомима метала”.

Од 1989. до 1991. године био је на постдокторском усавршавању у Обједињеном институту за лабораторијску астрофизику, *JILA*, у Болдеру, Колорадо, САД. Имао је више научних боравака у *LCAM*, *Université Paris-Sud*, Орсеј, Француска, на институту *FIAS* као и на *Goethe* универзитету у Франкфурту, Немачка, док је експерименте радио на синхротронима у Даресберију, Велика Британија и *ELETTRA* у Трсту, Италија.

У Институту за физику је био запослен од 1980. до 2021. године, а сада је као пензионер учесник на [пројекту](#) програма ПРИЗМА Фонда за науку Републике Србије.

Област истраживања су сударни процеси електрона и фотона са атомима и молекулима, интеракције синхротронског зрачења са биомолекулима, мемристори, базе података и друго.



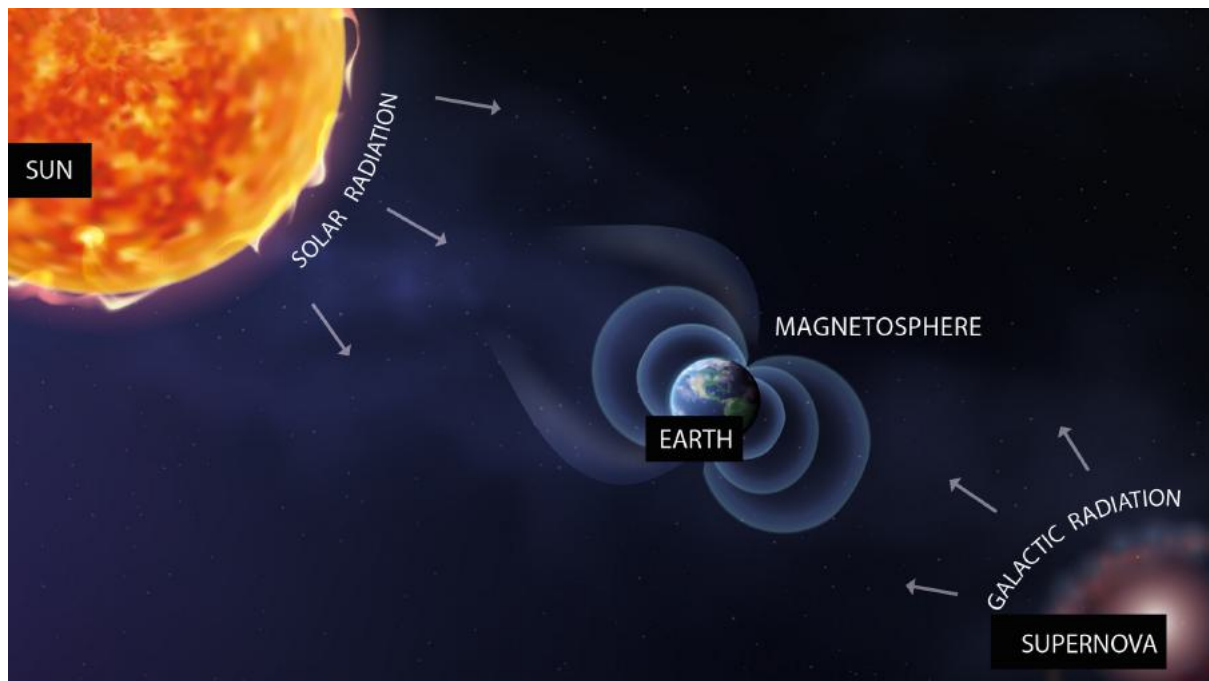


ФОТО: IAEA



Нискофонска лабораторија за нуклеарну физику



Лабораторија се бави основним и примењеним истраживањам у области нискофонске нуклеарне спектроскопије, физике неутрина и миона, космичког зрачења, радиоекологије као и истраживањем у области космичких временских прилика (*space weather*).

Руководилац лабораторије је др Владимир Удовичић, научни саветник.

„Соларна модулација космичких зрака током 25. соларног циклуса“



ОПИС ТЕМЕ:

Космичко зрачење, састављено првенствено од протона различитих енергија при проласку кроз хелиосферу је изложено модулацији која зависи од активности Сунца. Овако модулисано космичко зрачење после проласка кроз геомагнетно поље интерагује са језгрима атома у ваздуху. У овим нуклеарним реакцијама настају нове честице од којих неке доспевају до тла. Једне од тих честица су миони које се могу детектовати детекторима попут оних у Нискофонској лабораторији. На количину миона доспелих до тла, а самим тим и на одброј детектора утиче услови у атмосфери (притисак, температура на различитим нивоима) јер се тиме мења средина кроз коју миони пролазе. Услед тога, мерењем одброја миона могу се посматрати не само услови у хелиосфери и сунчева активност него и услови у атмосфери.

Соларни циклуси су циклуси повећање и смањење активности Сунца, са периодом од отприлике 11 година и тренутно се Сунце налази у фази повећања активности. Циклус се очитује са повећањем и смањењем броја сунчевих пега, али и променом учесталости соларних бакљи и короналних масених избачаја, геомагнетних олуја и поларне светлости који, такође, могу утицати на нашу технологију. Коронални масени избачаји, са својом огромном количином плазме која се шири у међупланетарном простору додатно модулише космичко зрачење што се може уочити као нагле промене одброја у детектору (названих Форбушова смањења). Посматрањем параметара ове промене могуће је добити информације о разним параметрима и процесима који се одвијају током ових феномена.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би се одвијала уз коришћење мионских детектора који се налазе у Нискофонској

лабораторији која је уједно и део *gLOWCOST* колаборације, предвођеном Државним универзитетом Џорџије (*Georgia State University, USA*) из САД-а која настоји да направи светску мрежу мионских детектора. Пракса би започела теоријским упознавањем са појавама као и процеса који се одвијају у хелиосфери, атмосфери и детекторским системима. Практични део би се састојао од издвајања и анализе догађаја насталих екстремном активношћу Сунца као и корелационом анализом флукса честица и осталих параметара у хелиосфери и одброја мионских детектора. Конкретни задаци могу бити прилагођени различитим нивоима знања и интересовања студената, у зависности од године студија и расположивог времена.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршних година основних академских и мастер студија физике, астрономије и астрофизике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Ментор: др Никола Веселиновћ – виши научни сарадник
- Број студената: 2
- Нискофонска лабораторија за нуклеарну физику
- Контакт: veselinovic@ipb.ac.rs



др Никола Веселиновћ
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Никола Веселиновић је завршио дипломске и последипломске студије на Физичком факултету, Универзитета у Београду где је и докторирао 2018. године са темом: „Реализација детекторског система у подземној лабораторији за изучавање соларне модуларације космичког зрачења у хелиосфери“.

Запослен је на Институту за физику у Земуну у оквиру Нискофонске лабораторије за нуклеарну физику од 2011. године.

Бави се првенствено на проблемима из областикосмичког зрачења (корелација са соларном активношћу, соларна модуларација космичких зрака различитих енергија, утицај атмосферских параметара на мерење флукса космичког зрачења, детекторски системи за мерење флукса миона из космичког зрачења).





УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



www.ipb.ac.rs

Лабораторија за физику животне средине



Активности Лабораторије за физику животне средине обухватају фундаментална и примењена истраживања у области атмосферских процеса, транспорта и трансформације загађујућих супстанци (аеросоли, гасови) и процену њиховог утицаја на животну средину, климу и здравље људи. Истраживања се заснивају на синергијској примени аналитичких метода, ин ситу и даљинских мерења, као и примени напредних модела за анализу података из животне средине.

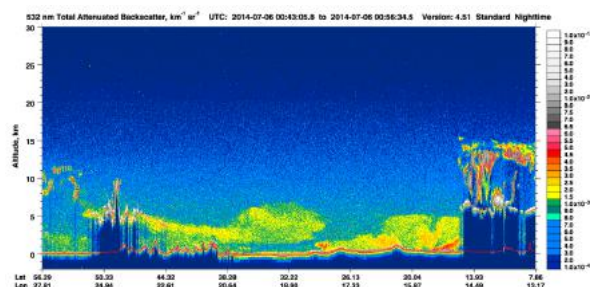
Руководилац лабораторије је др Зоран Мијић, виши научни сарадник.

„Вертикални профили оптичких особина атмосферских аеросола на основу сателитских мерења”

ОПИС ТЕМЕ:

Атмосферски аеросоли су честице у чврстом или течном стању, димензија 0.001-100 μm , суспендоване у атмосфери. Могу бити природног порекла (пустињски песак, морска со, вулканска прашина, полен) или настати као последица људских активности – у индустријским процесима, саобраћају, сагоревањем фосилних горива. Већином су присутне у нижем делу тропосфере, међутим аеросоли пореклом из удаљених извора могу се наћи и на већим висинама. Аеросоли могу бити транспортовани до великих удаљености, попут честица сахарског песка које стижу до Европе. Поред тога што у приземном слоју атмосфере доприносе загађењу ваздуха, аеросоли имају значајну улогу у климатском систему. Они расејавају и апсорбују Сунчево зрачење и зрачење емитовано са Земљине површине, осим тога учествују у формирању облака и утичу на њихове оптичке карактеристике. Оптичке особине аеросола којима се описује њихова интеракција са зрачењем зависе од димензија, облика и хемијског састава ових честица. Због хетерогености извора, комплексног хемијског састава и релативно кратког времена живота аеросола (од неколико дана до неколико недеља), њихове оптичке карактеристике значајно варирају просторно и временски, што отежава њихово адекватно представљање у климатским моделима. Због тога су неопходне информације о просторним и временским променама особина аеросола, добијене на основу мерења. Мерења оптичких особина аеросола која се врше на индивидуалним локацијама на површини Земље репрезентативна су за локацију мерења, док се за глобалну слику о аеросолима мерења врше са сателита.

За разумевање доприноса аеросола загађењу ваздуха, као и улоге у климатском систему од значаја је информација о вертикалним профилима њихових оптичких карактеристика. Ова мерења се врше из авиона у експерименталним кампањама организованим на локацијама од интереса. Поред тога, даљинска мерења вертикалних профила аеросола се врше са површине Земље и са сателита. У оквиру ове студентске праксе биће коришћена мерења вертикалних профила оптичких особина аеросола са сателита.



ТОК ПРАКСЕ:

Циљ студентске праксе је проучавање вертикалних профила оптичких карактеристика атмосферских аеросола на основу сателитских мерења на одабраном подручју. Студенти ће на почетку праксе стећи основна знања о оптичким особинама атмосферских аеросола и даљинским мерењима њихових вертикалних профила. У оквиру практичног дела праксе студенти ће бити упознати са продуктима сателитских мерења које ћемо користити и критеријумима за одабир квалитетних података за даљу анализу. Конкретни задаци ће бити прилагођени у зависности од интересовања студената и расположивог времена.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА:

Пракса је намењена студентима треће и четврте године основних академских студија и мастер студија физике и метеорологије. Претходно искуство са програмирањем је пожељно, али није неопходно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Менторка: др Маја Кузманоски – научна сарадница
- Број студената: 2
- Лабораторија за физику животне средине
- Контакт: majakuzmanoski@ipb.ac.rs



др Маја Кузманоски
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Маја Кузманоски је завршила основне студије на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторске студије је завршила на Физичком факултету Универзитета у Новом Јужном Велсу у Сиднеју, у Аустралији, одбранивши дисертацију под називом: *"Physical and optical properties of aerosols from field campaigns"* 2005. године.

У периоду од маја 2005. до маја 2007. године радила је хонорарно за *Bay Area Environmental Research Institute* у Калифорнији, где је наставила рад у области оптичких особина аеросола.

У Институту за физику у Београду је запослена од 2011. године.

Бави се испитивањем вертикалних профила атмосферских аеросола применом даљинских мерења, моделирањем оптичких особина аеросола и испитивањем њихове улоге у климатском систему.







УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



**Добро дошли у
први институт
од националног
значаја**

Издавач: Институт за физику у Београду, институт од
националног значаја за Републику Србију

Аутор: Бојана Цекић

Уредник: Љубица Илић Војновић

Штампа: DMD штампарија

Тираж: 500

Фотографије: Бојан Џодан, Милован Миленковић,

Владимир Ненезић/ Институт за физику у Београду

ISBN: 978-86-82441-63-2

2024.

CIP - КАТАЛОГИЗАЦИЈА У ПУБЛИКАЦИЈИ
НАРОДНА БИБЛИОТЕКА СРБИЈЕ, БЕОГРАД
371.38-057.875:[53:005.71(497.11)"2024/2025"
ЦЕКИЋ, БОЈАНА, 1990-

СТУДЕНТСКЕ ПРАКСЕ : ПРЕДЛОЗИ ТЕМА ЗА СТУДЕНТСКЕ ПРАКСЕ : ЗА
АКАДЕМСКУ 2024/25. ГОДИНУ / [АУТОР БОЈАНА ЦЕКИЋ]. - БЕОГРАД : ИНСТИТУТ
ЗА ФИЗИКУ, ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ,
2024 (БЕОГРАД : DMD ШТАМПАРИЈА). - 127 СТР. : ИЛУСТР. ; 30 СМ
ПОДАЦИ О АУТОРКИ ПРЕУЗЕТИ ИЗ КОЛОФОНА. - НА ВРХУ НАСЛ. СТР.:
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ. - ТИРАЖ 500.

ISBN 978-86-82441-63-2

А) ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ (ЗЕМУН) Б) СТУДЕНТИ -- СТРУЧНА ПРАКСА -- 2024-
2025

COBISS.SR-ID 152792841
