



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



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. Моделовање транспорта у штампаним наноматеријалима	25
2. ЦЕНТАР ЗА ЧВРСТО СТАЊЕ И НОВЕ МАТЕРИЈАЛЕ	27
2.1. Нееластично расејање светлости на квантним материјалима	29
2.2. Испитивање сензорских особина графена функционализованог биолошким молекулима	31
3. ЦЕНТАР ЗА НЕРАВНОТЕЖНЕ ПРОЦЕСЕ	33
3.1. Оптичка емисиона спектроскопија високофрекветних пражњења на ниском притиску	35
3.2. Оптичка и електрична карактеризација пражњења веће ефективне површине са наизменичном побудом на атмосферском притиску	36
3.3. Третмани течних узорака у пражњењима на атмосферском притиску	37
3.4. Модел електричног кола са пражњењем и анализа параметара кола	39
4. ЦЕНТАР ЗА ФОТОНИКУ	41
4.1. Моделовање микроталасне аблације тумор	43
4.2. Генерисање тродимензионалног модела и меширања за потребе симулације методом коначних елемената коришћењем отвореног кода	45
4.3. Примена метода машинског учења у обради фотоакустичких података	47
4.4. Звук као моћан алат за карактеризацију напредних материјала	49



4.5. Примена електроакустичких аналогја у моделовању и анализи фотоакустичких система и процеса	51
4.6. Карактеризација диодног ласера са екстерним резонатором	53
4.7. Модулација фреквенце ласерског зрака помоћу акусто-оптичког модулятора и оптичко избијање	54
4.8. Карактеризација профила светлосног снопа и његова промена	55
4.9. Оптички резонатор	56
4.10. Спектроскопија калијума	57
4.11. Оптички полупроводнички појачавач за диодни ласер са екстерним резонатором	58
4.12. Успоравање светлосних пулсева преко нелинеарног ефекта четворталасног мешања у пари калијума	59
4.13. Амплитудско стискање светлости преко нелинеарног ефекта четворталасног мешања у пари калијума	60
5. САМОСТАЛНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ	63
5.1. Група за гравитацију, честице и поља	65
5.1.1. Развој софтверског пакета за нумеричку алгебарску топологију	67
5.1.2. Геометријске структуре у амплитудама расејања: амплитухедрон и асоцијахедрон	69
5.1.3. Интеграбилни системи	71
5.2. Лабораторија за физику високих енергија	73
5.2.1. Испитивање сигнала за коришћење нових тригера, анализа на нивоу тригера – ТЛА; тригери са мион-јет L1 делом	75
5.2.2. Развој тригера са b-цетовима за предстојећу надоградњу експеримента АТЛАС на великом сударачу хадрона високе луминозности LHC HL-LHC)	76
5.2.3. Мултиваријабилна анализа (МВА) за процес $bA \rightarrow bbb$ користећи податке прикупљене детектором АТЛАС на Великом сударачу хардона (ЛХЦ)	77

Студентске праксе – предлози тема



ПРОГРАМ СТРУЧНИХ ПРАКСИ

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 истраживањима из области физике и сродних наука у нашој земљи кроз менторски рад са нашим истраживачима. У овој брошури можете пронаћи различите теме за обављање додипломских студентских пракси на Институту за физику у Београду.

Брошура 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 брошуре 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;
- Кома 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 брошура 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: studenti@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;
- 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!



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

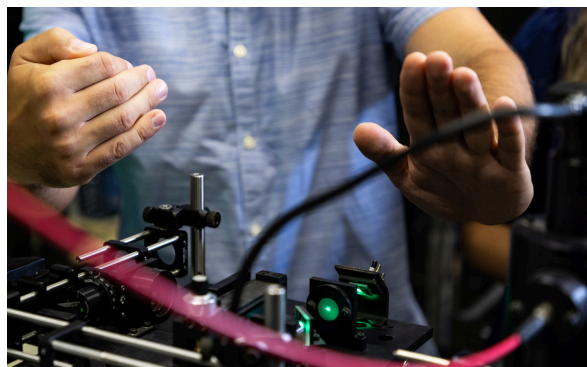
Ко смо ми?

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 изврсноћ у науци, отвореност ка технолошким идејама и иновативност у образовању.

На Институту ради више од 200 истраживача у 25 лабораторија и четири Центра изврсноћ. 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 ЕРЦ грантови, Твининг и ЕРА 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 изврсноћ, а у Европи и свету као поуздан партнер и релевантан истраживачки центар.



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

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



www.ipb.ac.rs



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



Центар за изучавање комплексних система

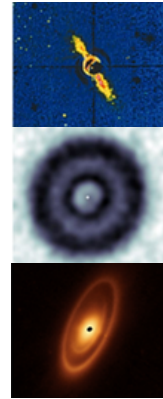


Сарадници [Центра за изучавање комплексних система](#) примењују широк спектар метода теоријске физике, као и нумеричке симулације и нумеричко моделирање, а у неким областима и експерименталне методе за проучавање великог броја комплексних система. Иако нумерички приступ представља један од најчешће 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.



„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:

- Руководилац: 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 Имperiал Колеџу у Лондону, одбранивши докторску тезу под називом „Акрециони дискови и формирање планета око младих звезда“.

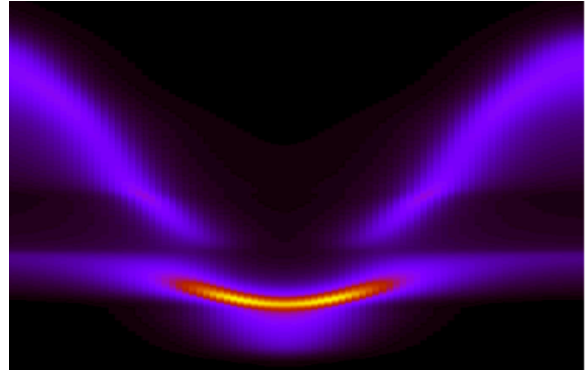
Након доктората, до 2022. године имала је постдокторску позицију у Институту за астрономију Универзитета у Кембриџу.

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” (<http://polmorema.ipb.ac.rs>) 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 НАМЕЋЕНА?

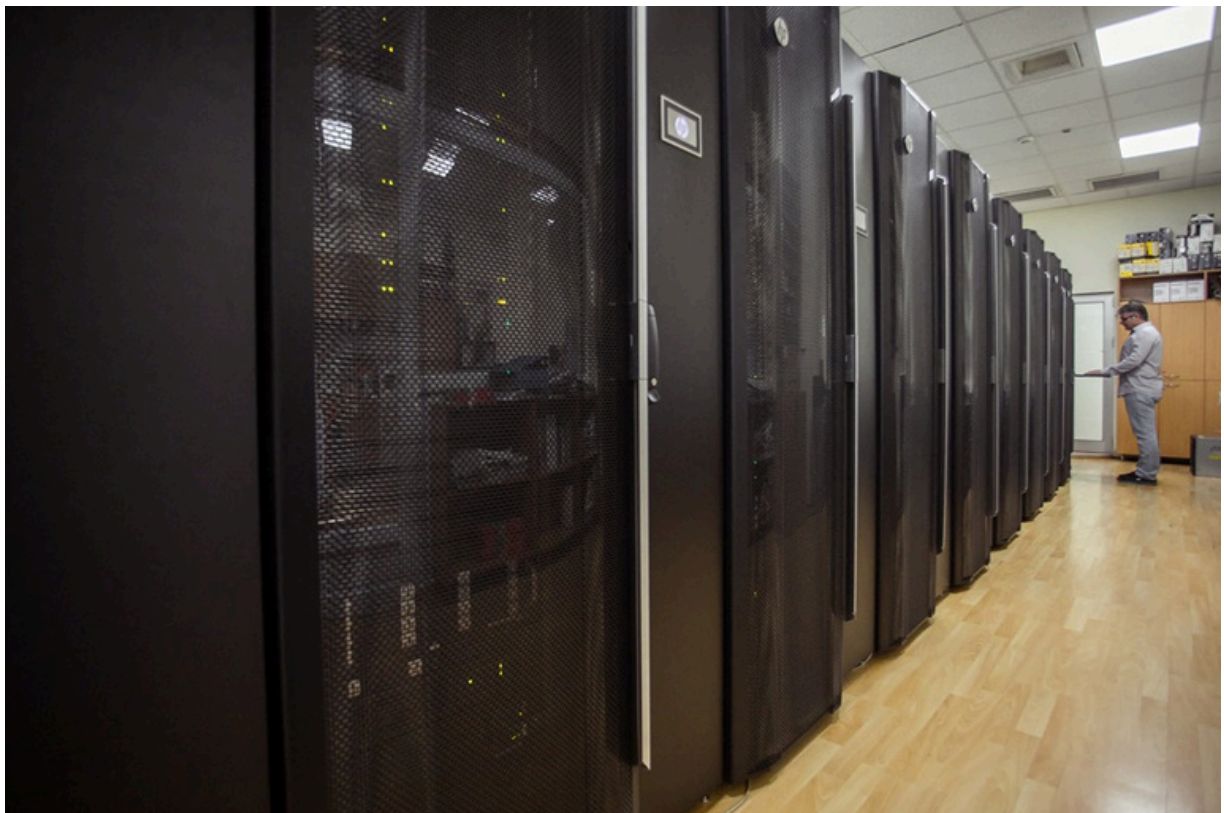
Студент ће се упознати са основама стандардних (егзактна дијагонализација) и напредних (ХЕОМ метод) техника за проучавање интерагујућих квантних система. Такође ће стећи практична знања неопходна да се направе одговарајући рачунарски кодови. С обзиром на то да захтева познавање квантне механике и статистичке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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

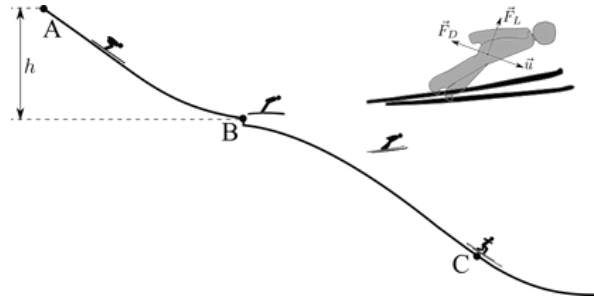


УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ |
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



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. Практике су могуће током лета 2024. године или током академске 2024/2025. године. За пријаву је потребно послати CV и списак положених испита са оценама (не мора бити званичан документ).

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру ове праксе студент 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:

- Руководилац: 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

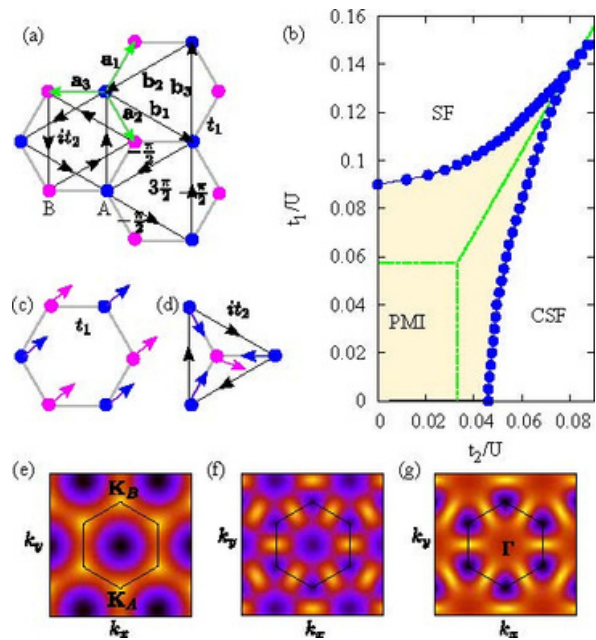
Ненад Вукмировић је докторирао је 2007. на Универзитету у Лидсу у Великој Британији са тезом: „Physics of Intraband Quantum Dot Optoelectronic Devices”.

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:

- Руководилац: 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

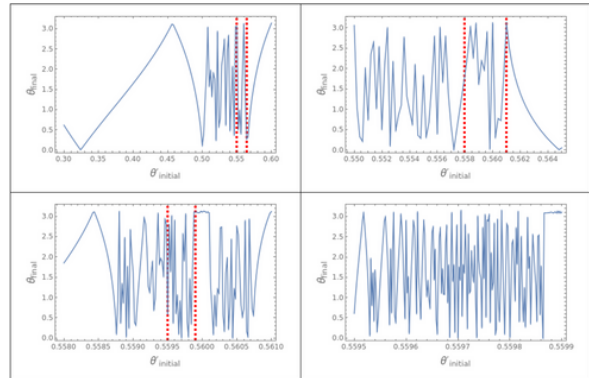
БИОГРАФИЈА

Ивана Васић је завршила основне (2006), и докторске (2011) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду. Од 2008. године је запослена у Институту за физику 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.

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.

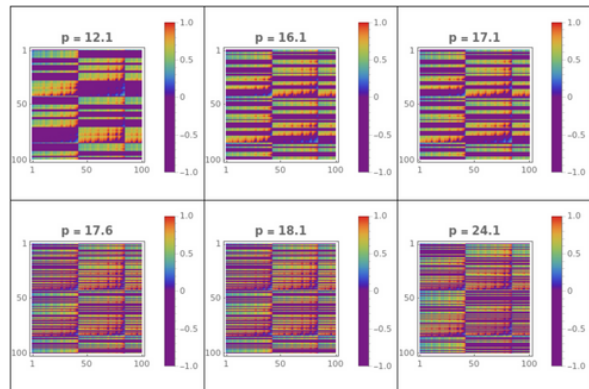
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЋЕНА?

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 4. године су такође добродошли – почели би 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:

- Руководилац: 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 студенте могу да ураде више (на пример да повежу резултат са понашањем S -матрица у квантној теорији поља).

ТОК ПРАКСЕ:

Идеја је дакле 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:

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

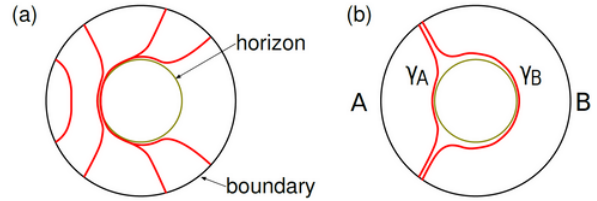
„Линдбладова једначина за зрачење црних рупа“

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.

ТОК ПРАКСЕ:

Циљ пројекта је дакле 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.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЋЕНА?

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 4. године могу се пријавити ако су вољни да прођу кроз интензивни неформални курс из ових области, који ће кулминирати мастер тезом наредне године.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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 докторат на теме 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 ненулој температури и до сада нису примењивани на проучавање својстава поларона на нулој температури.

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. Практика би се фокусира 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.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Студент 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 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.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Вељко Јанковић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

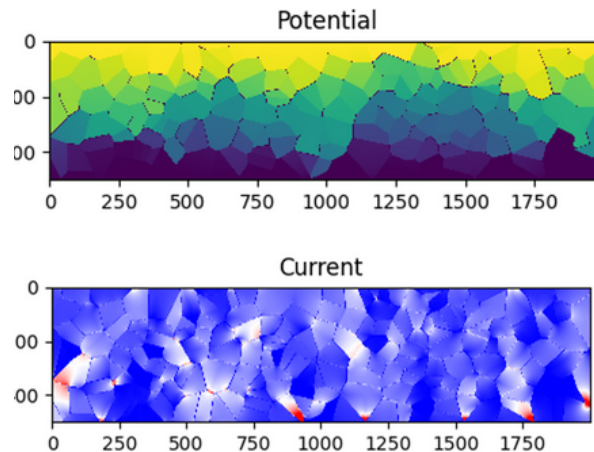
Вељко Јанковић је завршио основне (2013), мастер (2014), и докторске (2018) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду. Од 2014. године је запослен у Институту за физику у Београду.

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.



„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 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 НАМЕЋЕНА?

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 Универзитет у Леобену, <https://www.unileoben.ac.at/matkovics-lab/> и посредно са проф. Јонатаном Колеманом (Тринити Колеџ Даблин).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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.

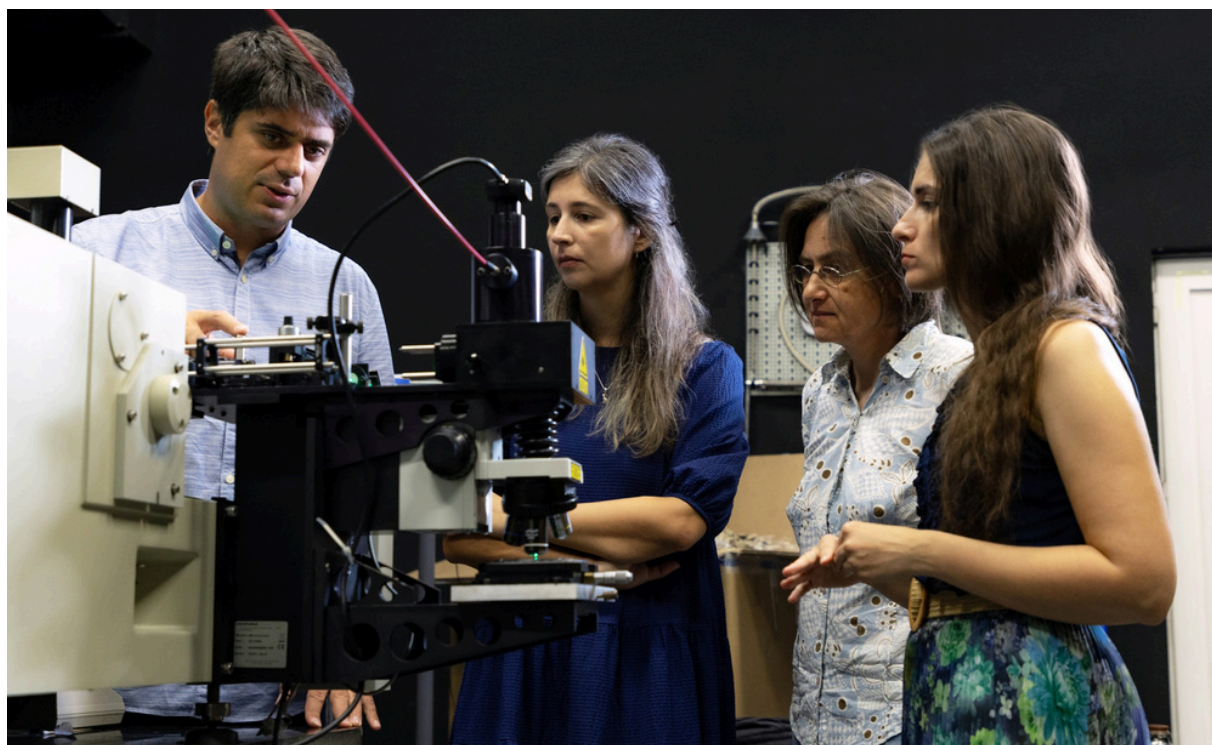
Докторску дисертацију из теоријске физике, одбранио је на Техничком универзитет у Берлину под називом: „Проучавање интеракције између структуре и протока у системима са уграђеним атомима“.

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

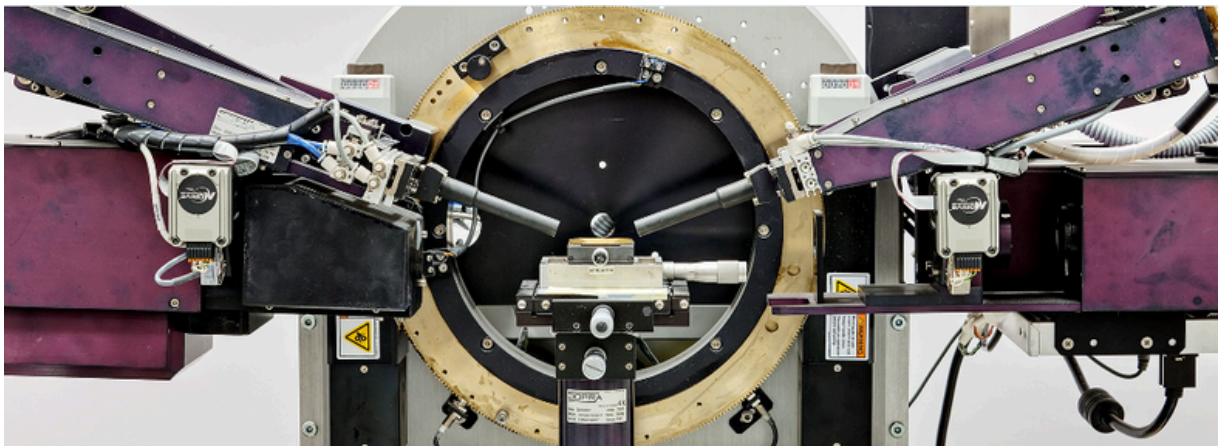




УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



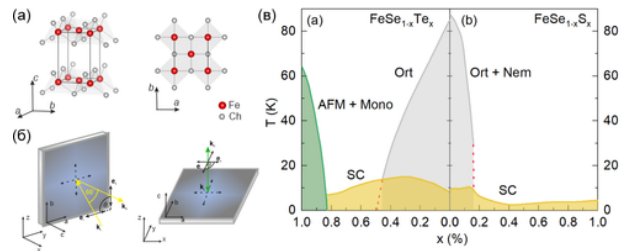
Центар за чврсто стање и нове материјале



Истраживања [Центра за физику чврстог стања и нове материјале](#) су усмерена на проучавање оптичких, транспортних и магнетних својстава широког спектра материјала (од изолатора и полупроводника до квантних материјала). Главни интерес Центра су вибрациона својства ових материјала. Тренутне експерименталне методе укључују Брилујеново 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.

„Нееластично расејање светлости на квантним материјалима“



ОПИС ТЕМЕ:

Приликом интеракције снопа монохроматске светлости учестаности, 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 10^{-8} – 10^{-12} 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 ексцитација и њихових интеракција у материјалима са јаким електронским корелацијама. Поред тога што свака ексцитација има специфичан облик линије у Рамановом спектру, симетријском анализом могуће је утврдити тачне канале расејања у којима се свака од ексцитација 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 ексцитација у различитим геометријама расејања. Практични део праксе састојао би се од упознавања са експерименталним поставкама за раманску спектроскопију (ексцитациони 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 интересовања студента, 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:

- Руководилац: 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

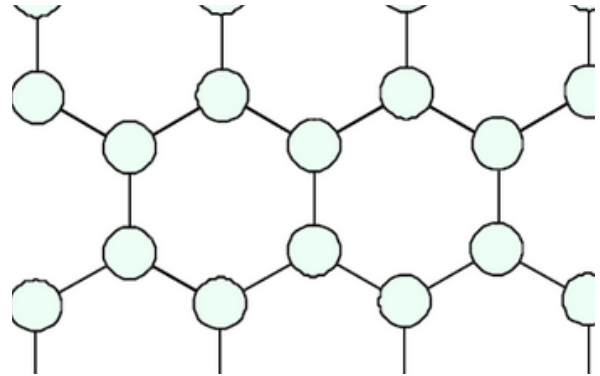
Ана Милосављевић је завршила докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду 2021. године, одбранивши дисертацију под називом „Електрон-фонон и спин-фонон интеракција у суперпроводницима на бази гвожђа и квази-2Д материјалима испитивана методом Раманове спектроскопије“.

Од 2015. године је запослена у Институту за физику у Београду. Руководилац је ПРОМИС2023 пројекта DYNAMIQS – Dynamics of CDW transition in strained quasi-1D systems, Фонда за науку Републике Србије.

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



„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 конденованог 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 експерименталној раду.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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.

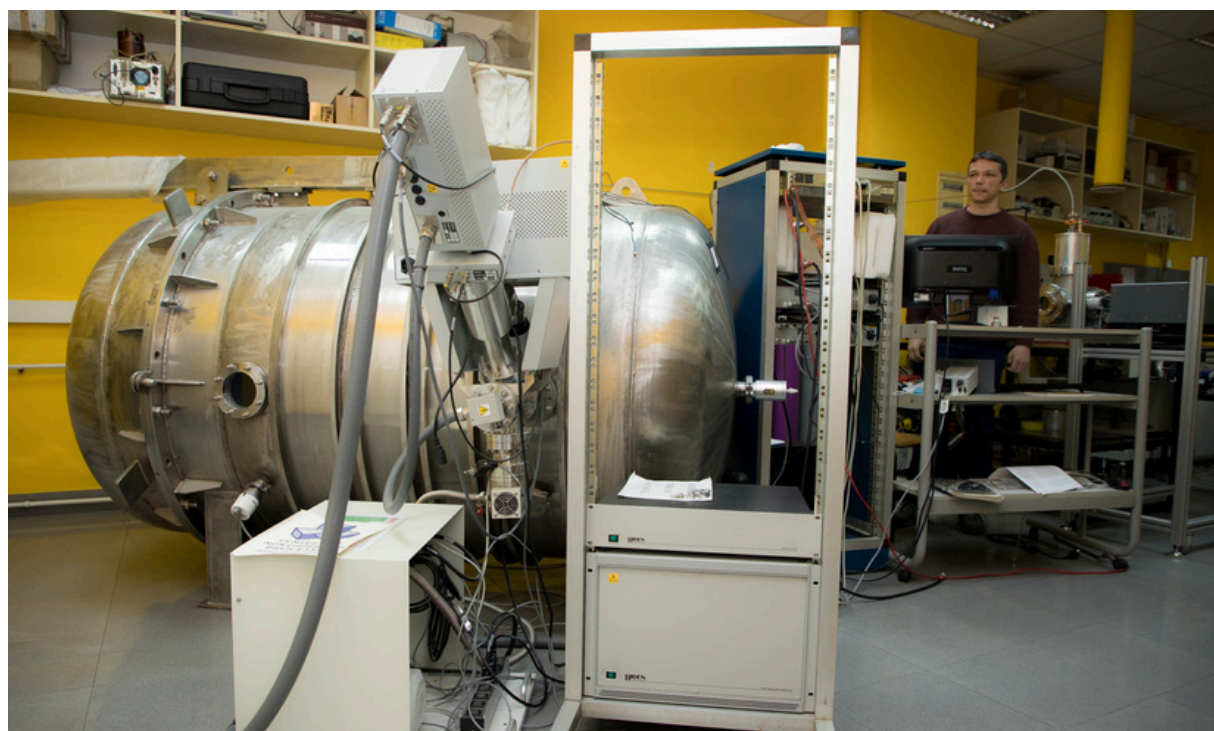
Имала је постдокторске позиције у Лабораторији за атомску и молекуларну физику, Истраживачке школе физике и Инжењерске школе физичких наука и инжењерства при Аустралијском националном универзитету у Канбери, затим при Центру за нуклеарну медицину и радиобиологију Универзитета Шербрук (Универзитет у Схерброоке) 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



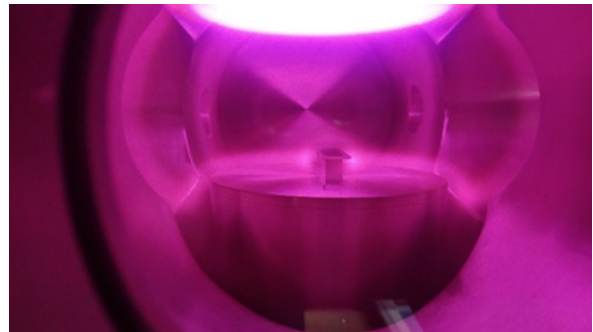
Центар за неравнотежне процесе



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 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.

Руководилац центра је др Невена Пуач.

„Оптичка емисиона спектроскопија високофрекветних 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.

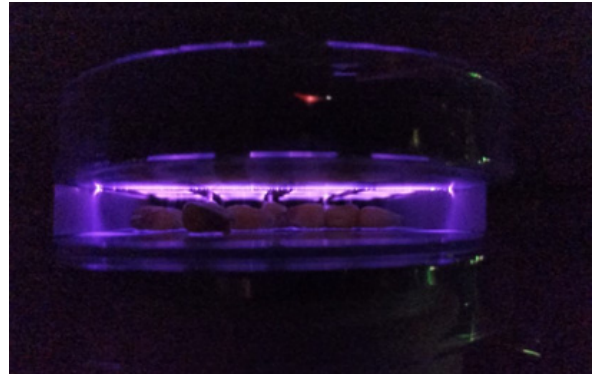
ТОК ПРАКСЕ:

Студент би радио 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 узорка (текстил, полимери) и како би пружила потребне податке за третмане. Студент би радио 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:

- Руководици: др Невена Пуач, научни саветник, 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.

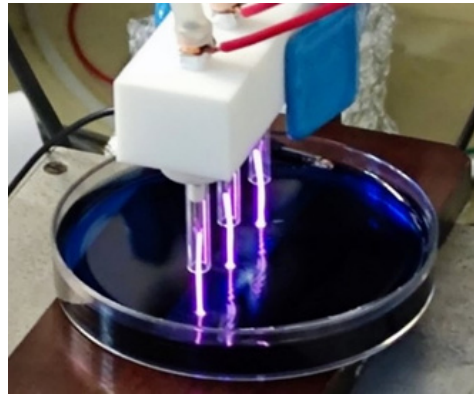
ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру ове теме студент би учествовао у карактеризацији једног диелектричног баријерног плазма извора. Кроз електрична мерења у широком опсегу радних услова и мерење емисије из пражњења (просторно и спектрално разложене емисије) добила би се информација о постојању и кинетици реактивних честица у пражњењу које су значајне за примене. Студент би радио 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:

- Руководиоци: др Невена Пуач, научни саветник, Др Никола Шкоро, научни саветник
- Број студената: 2
- 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 течног 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 течног узорка на плазма млаз;
2. Дијагностика особина течног узорка у зависности од експерименталних параметара плазма извора;
3. Детаљна карактеризација одговарајућег типа плазма млаза.

ТОК ПРАКСЕ:

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

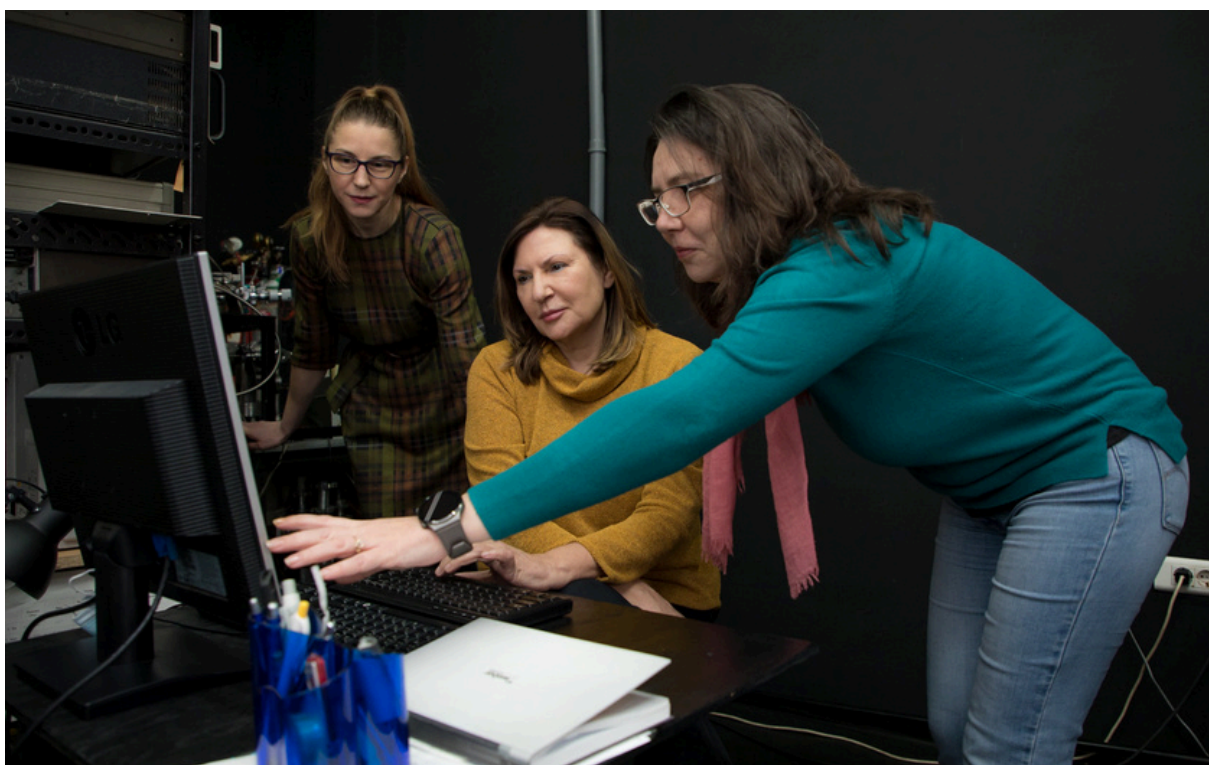
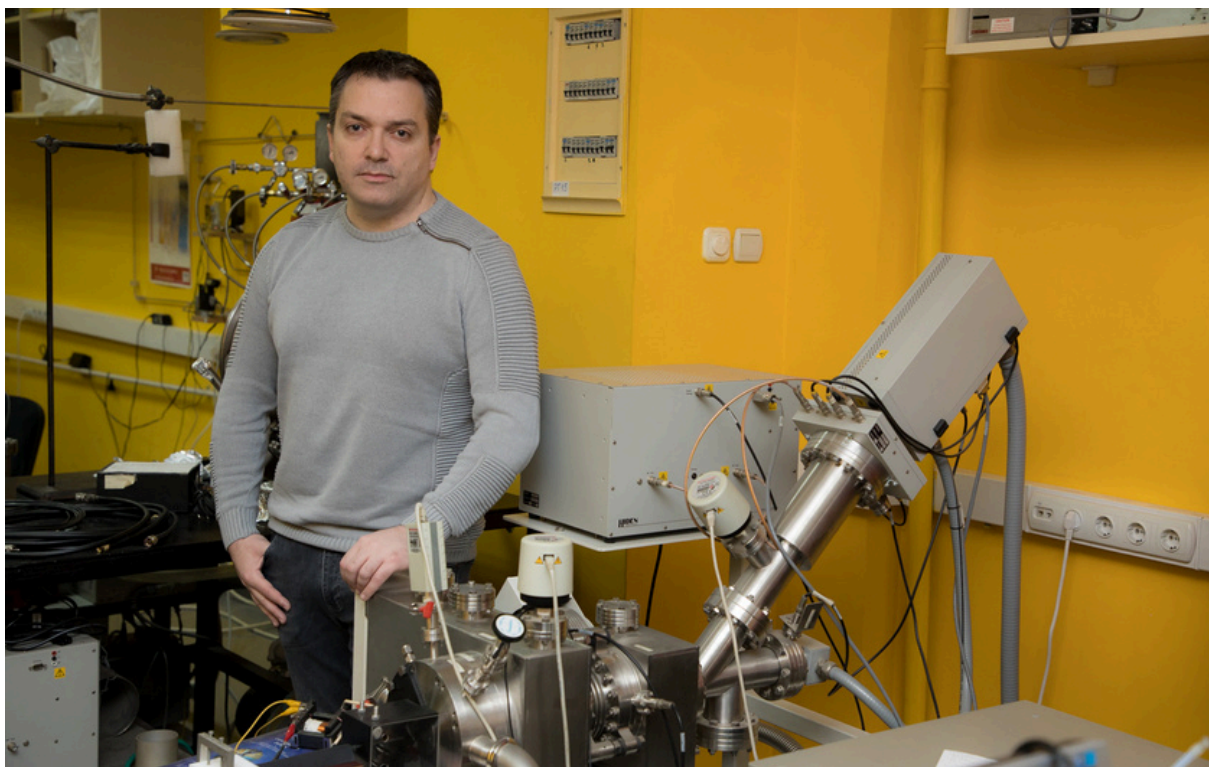
Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије, хемије, биологије и техничких факултета. У зависности од факултета фокус ће бити на дијагностици плазме или материјала који се третирају. Није потребно посебно предзнање из области.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

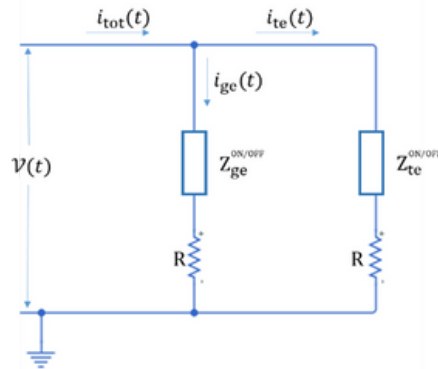


УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



www.ipb.ac.rs

„Модел електричног кола са пражњењем и анализа параметара кола“



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

ТОК ПРАКСЕ:

У договору са студентом дефинисаће се конкретна истраживачка тема и студент би заједно са истраживачима радио третмане одређених узорака са одабраним типом плазма млаза. Студент ће се упознати са основама неравнотежних пражњења на атмосферском притиску као и основним хемијским процесима у течном узорку. Експериментални рад студента 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 и електротехнике. Претходно искуство везано за програмирања у Матлабу је пожељно али није обавезно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководиоци: др Невена Пуач, научни саветник, Др Никола Шкоро, научни саветник
- Број студената: 2
- 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. Такође, као постдок и стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије је боравила 2012. године у НЦСР Демокритос у Атени.

У Институту за физику је запослена 2002. године, а од 2016. године је у звању научног саветника. Руководитељка је Центра изврности–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 микрометарских димензија“ одбранио је 2012. године.

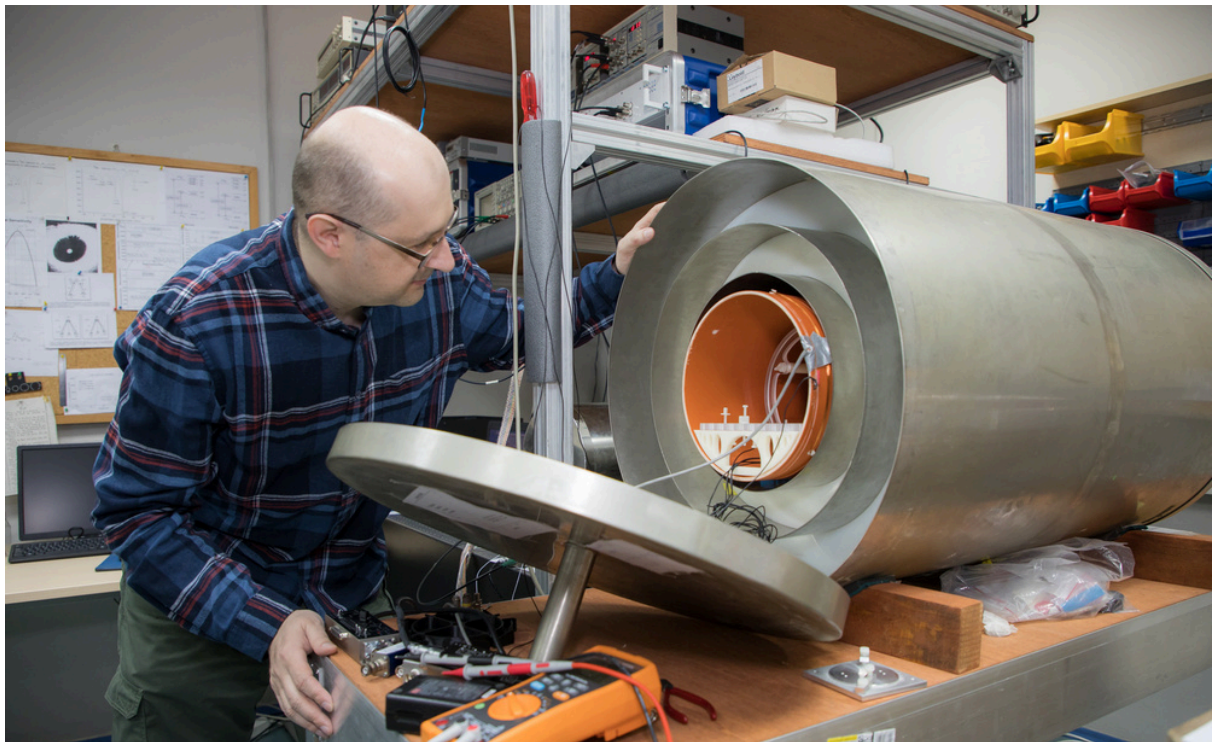
Након доктората као носилац Марија Склодовска Кири стипендије је боравио у НЦСР Демокритос у Атени.

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

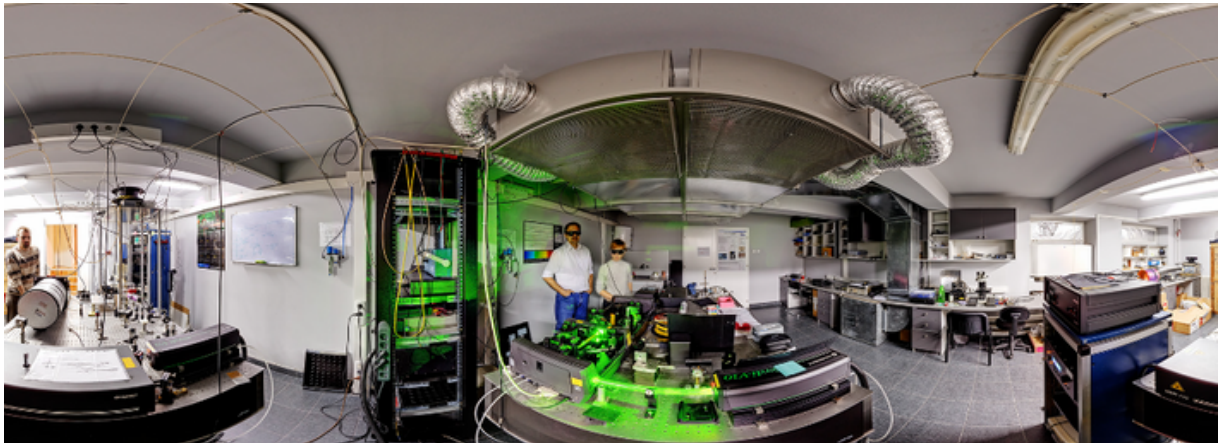
Бави се истраживањима у области неравнотежних пражњења – електричном и оптичком дијагностиком и применама пражњења



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.

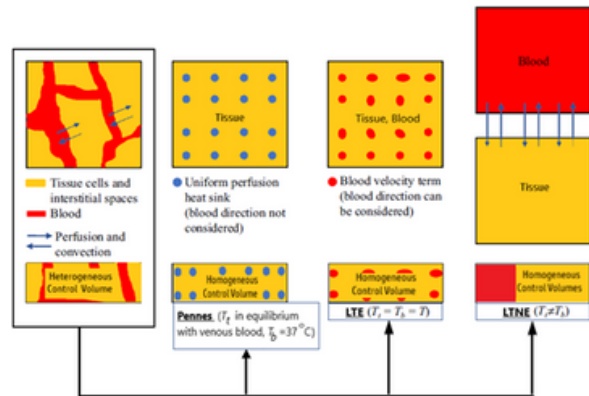
Развијају се и фотоосетљиви материјали засновани на полимерима биолошког порекла. Захваљујући технологији дирекног ласерског исцртавања, у стању смо да правимо компликована микро и наноструктуре.

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.

„Моделовање микроталасне аблације тумор“



ОПИС ТЕМЕ:

Модели за симулацију микроталасне аблације туморалног ткива се састоје од три основне компоненте. Прва компонента је модел антенске сонде (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 (ЗД) модела микроталасне аблације тумора користећи програмски пакет базиран на ЗД 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:

- Руководилац: др Марија Радмиливић-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“.

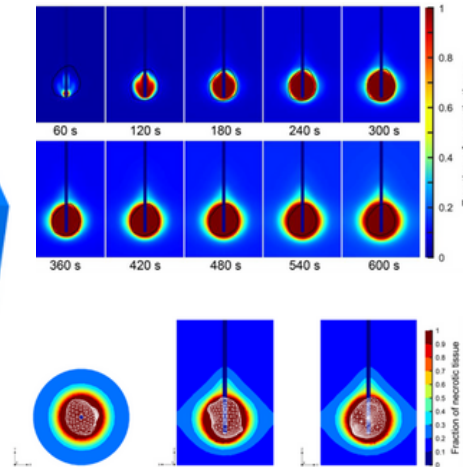
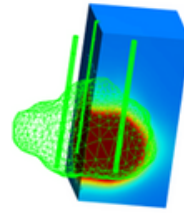
Од 2004. до 2005. године је била на постдокторском усавршавању на *POSTECH, University of Science and Technology Pohang*, у Јужној Кореји.

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:

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



др Никола Бошковић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

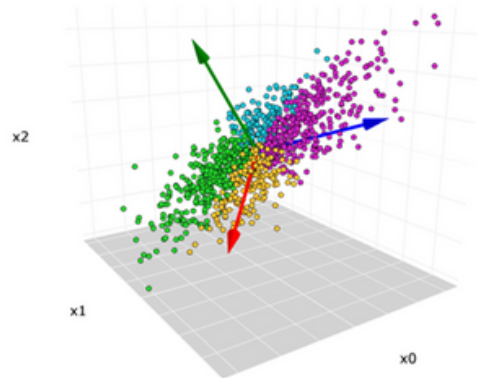
Никола Бошковић је основне и мастер студије завршио на смеру за Микроталасну технику одсека за Телекомуникације, Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Докторску дисертацију под називом „Серијски напајани планарни антенски низови са побољшаним карактеристикама” одбранио је 2020. године. 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, користећи се неким од поменутих алата машинског учења, на стандардној експерименталној поставци смањи броја 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:

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



др Драган Маркушев,
научни саветник

БИОГРАФИЈА

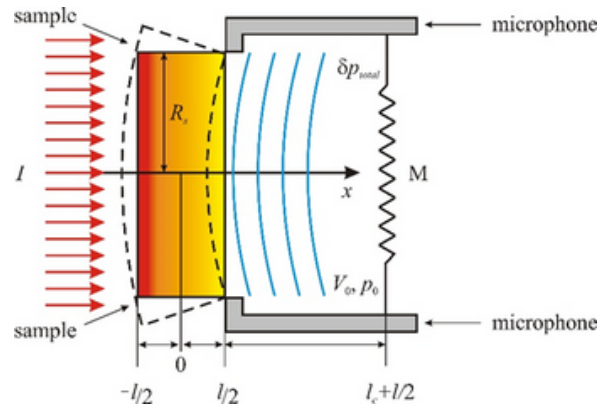
Драган Маркушев је основне и магистарске студије завршио на Физичком факултету Универзитета у Београду, где је и докторирао 1999. године са темом „Мултифотонски апсорпциони и релаксациони процеси молекула SF_6 у присуству *buffer*-гасова“.

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:

- Руководилац: др Марица Поповић, научни сарадник
- Број студената: 1
- Лабораторија за фотоакустику
- Контакт: marica.popovic@ipb.ac.rs



др Марица Поповић,
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

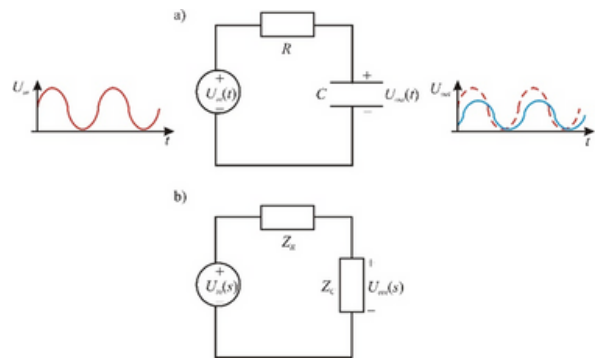
Марица Поповић је основне студије завршила на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, где је и магистрала. Докторирала је на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, са темом „Фотоакустички одзив трансмисионе фотоакустичке конфигурације и анализа резонантних феномена за двослојне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

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



др Драгана Маркушев
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

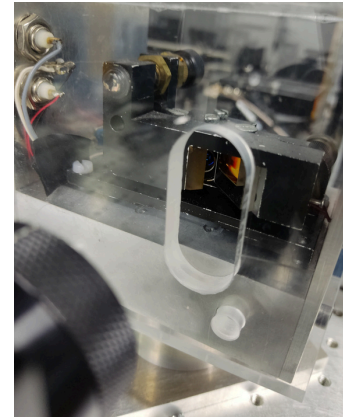
Драгана Маркушев је основне и мастер студије завршила на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу, Одсек за физику. Докторирала је 2021. године на Електронском факултету Универзитета у Нишу, на Катедри за микроелектронику, са темом „Утицај фотогенерисаних носилаца наелектрисања на термалне 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. Студент би стекао 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.

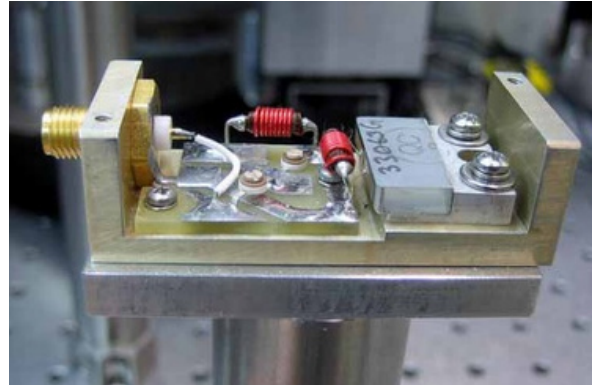
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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:

- Руководилац: 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

„Модулација фреквенце ласерског зрака помоћу акусто-оптичког модулятора 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.

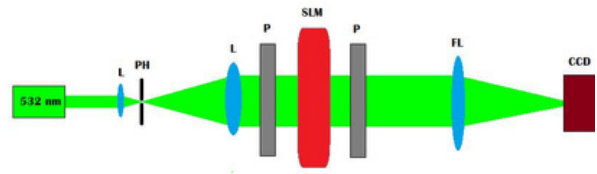
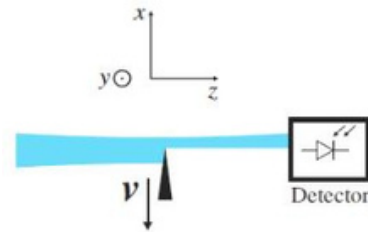
ТОК ПРАКСЕ:

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 модулятора, сочива, огледала, делитеља снопа, мерача снаге, ласера, фотодиода, генератора сигнала и анализатора спектра. Задатак студента би био да постави једноставну експерименталну поставку којом би демонстрирао рад акусто-оптичког модулятора, и одрадио његову карактеризацију. Ради потврде модулације фреквенце снимао би се сигнал оптичког избијања.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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.

Студент би, уз помоћ ментора, демонстрирао генерисање различитих типова зрака применом просторног модулятора светлости.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

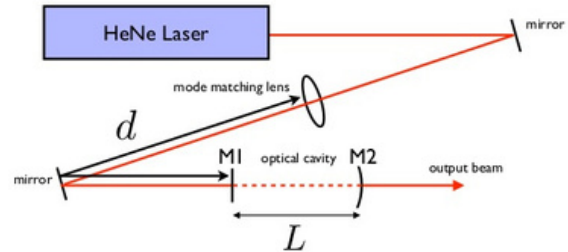
ТОК ПРАКСЕ:

Студент 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, студент 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 модулятора светлости и могућностима конкретног уређаја доступног у Лабораторији за биофотонику.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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.

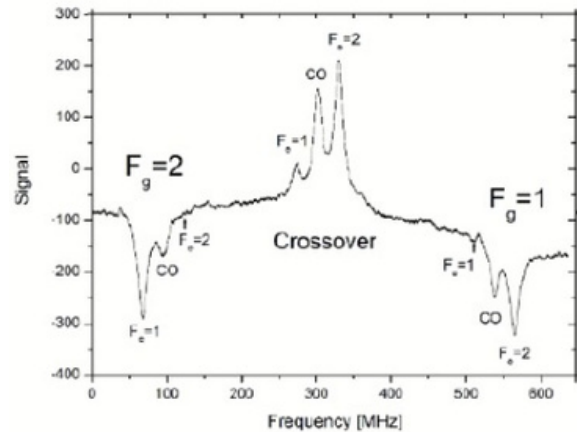
ТОК ПРАКСЕ:

Студент 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 упознао са процесом карактеризације ласерске светлости уз помоћ екстерног оптичког резонатора, студент ће сам конструисати Фабри-Петор 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-Петор резонатор.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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 НАМЕЋЕНА?

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 студент би имао задатак да постави мањи експеримент иметодом сатурационе спектроскопије сними апсорпциони спектар атома калијума, а затим одради анализу снимљених резултата. Након успешног снимања апсорпционог спектра калијума, уз асистенцију ментора, студент би пробао да стабилизује фреквенцу ласера на жељени хиперфини прелаз у калијуму.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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.

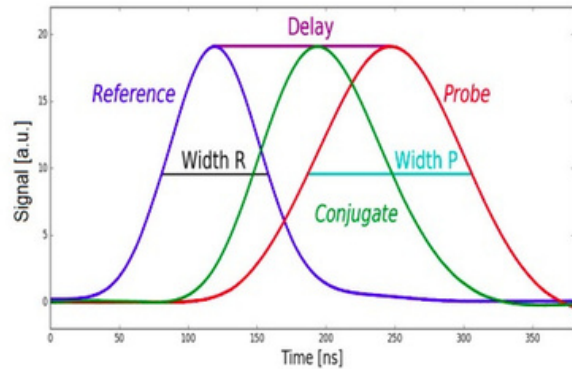
ТОК ПРАКСЕ:

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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 индуквана 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 сам облике пулса.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЋЕНА?

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.

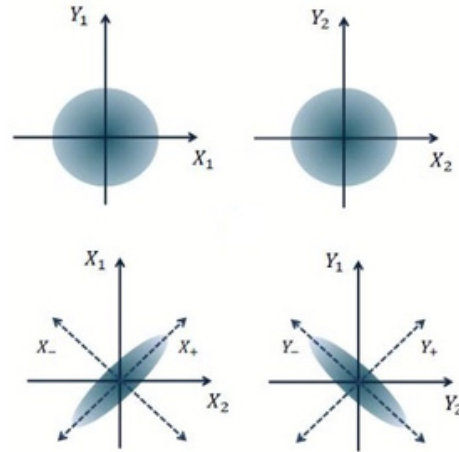
ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса на ову тему може обухватати експериментални и/или теоријски рад, у зависности од афинитета заинтересованих студената. На почетку праксе студент би се упознао 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:

- Руководилац: 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, смо фокусирани 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-a, Python-a или Mathematica-e. Рад на пракси може резултирати дипломским или мастер радом.

ТОК ПРАКСЕ:

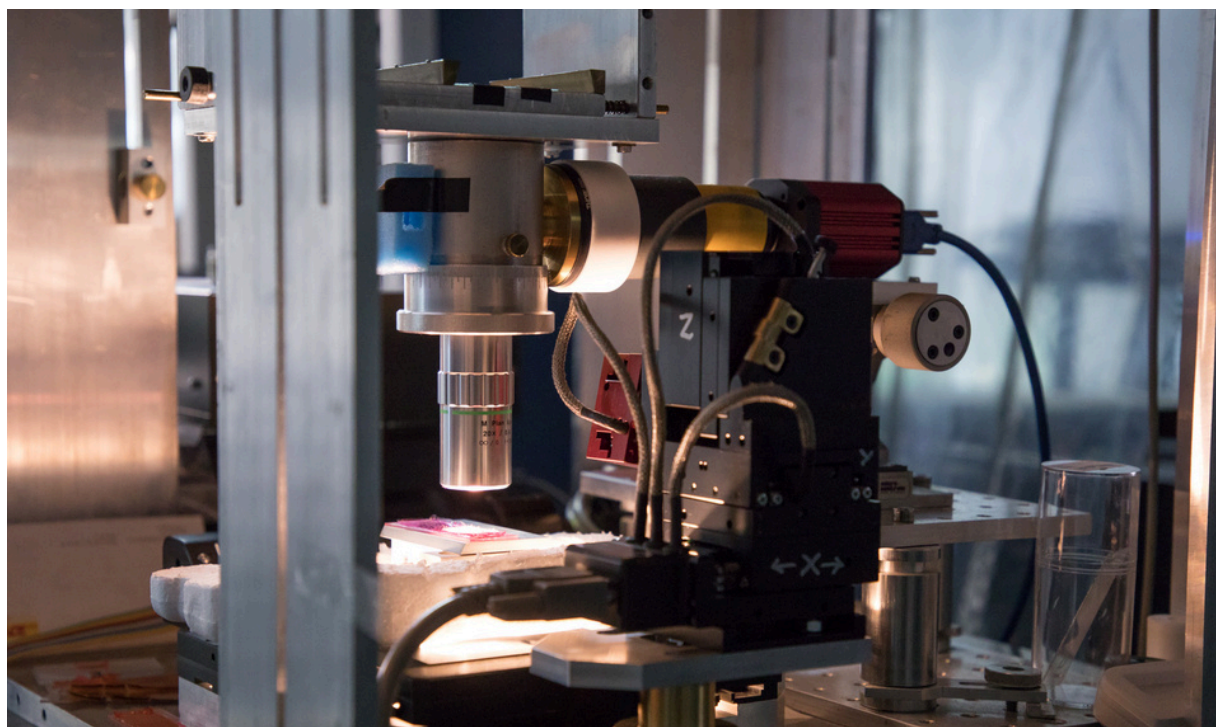
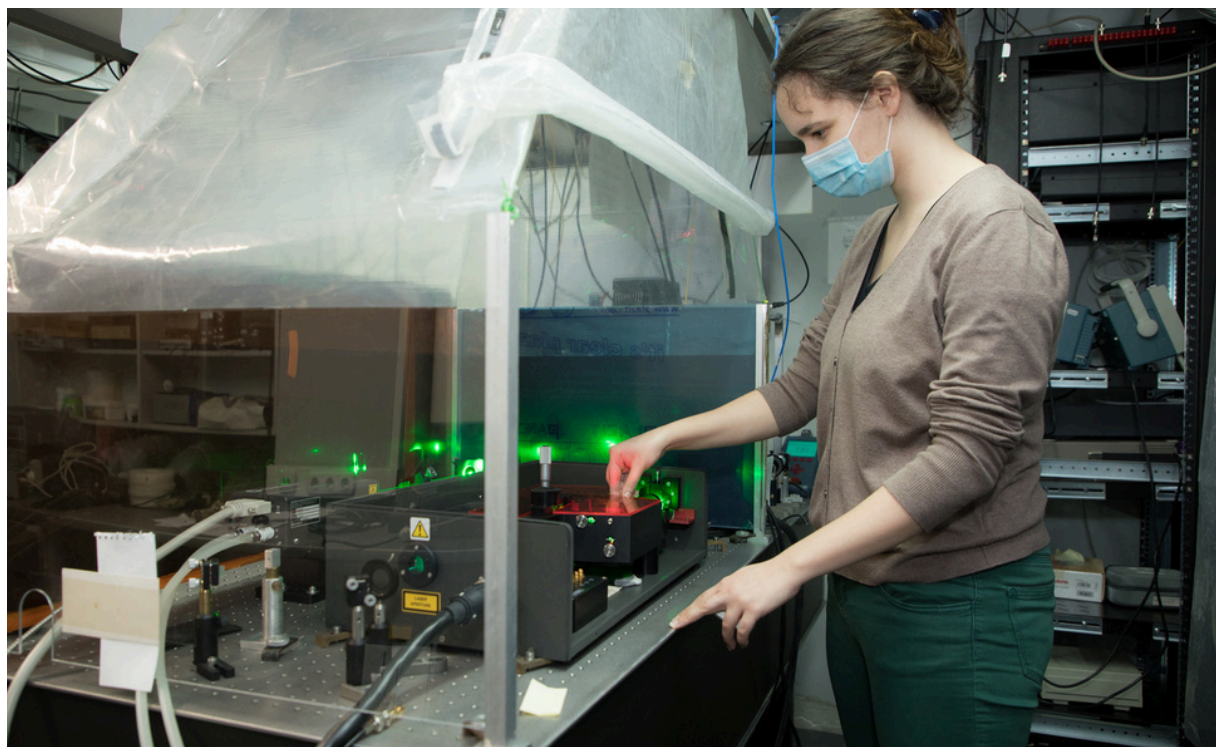
Студентска пракса би започела упознавање студента са основама нелинеарне и квантне оптике, а затим и са конкретним ефектом од интереса, четворталасним мешањем у пари калијума. У фокусу праксе био би рад на микроскопском моделу за вруће атоме заснованом на Хајзенберг-Ланжевиновим једначинама, који нам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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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 Ђурчић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

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

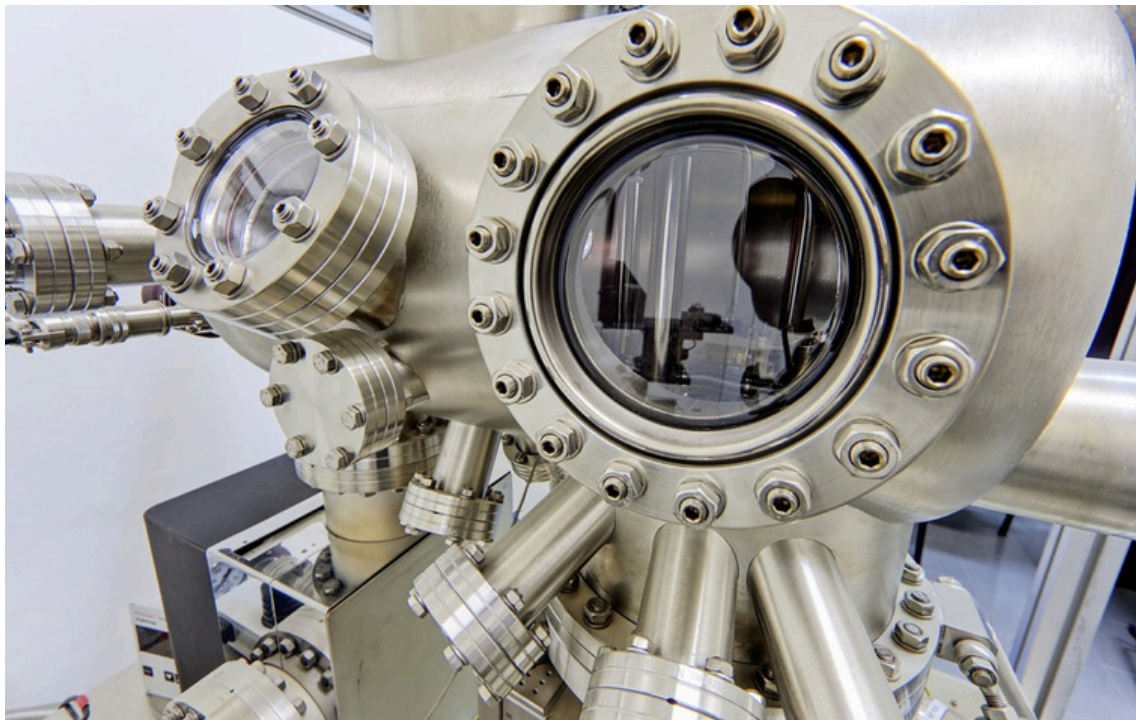
Од 2016. године је запослена у Институту за физику у Београду.

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

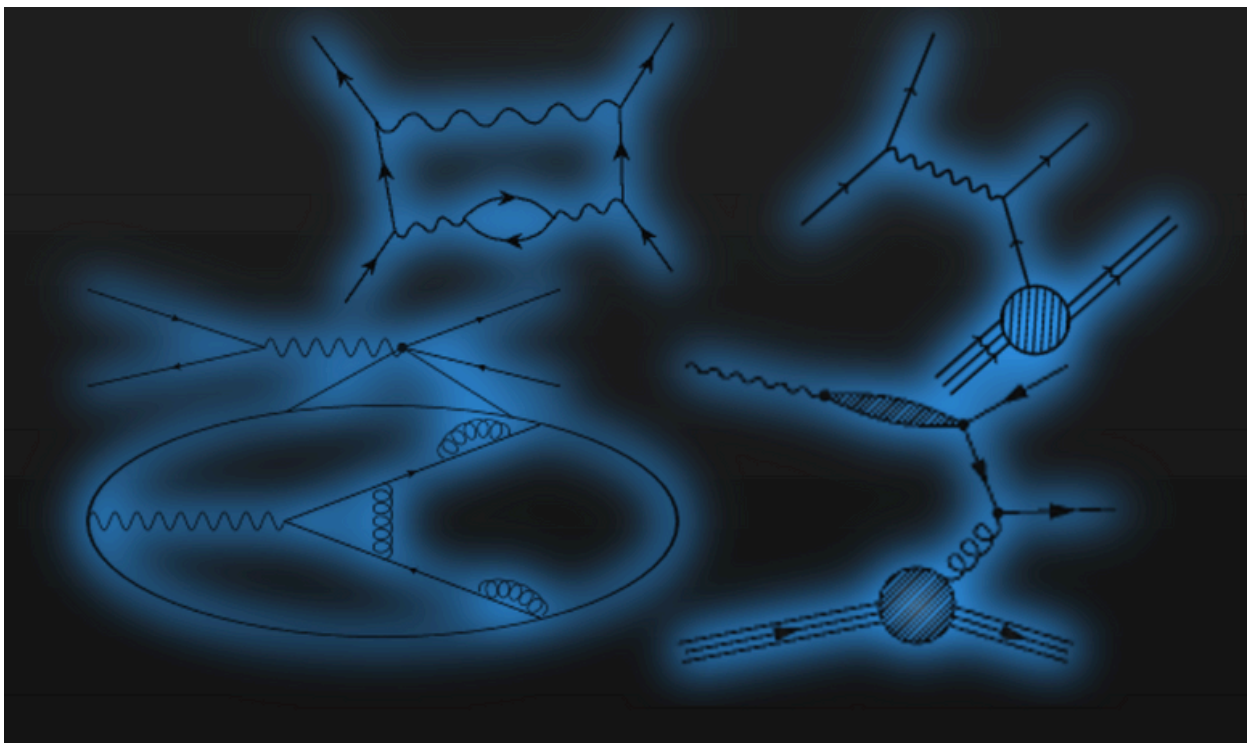




УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ



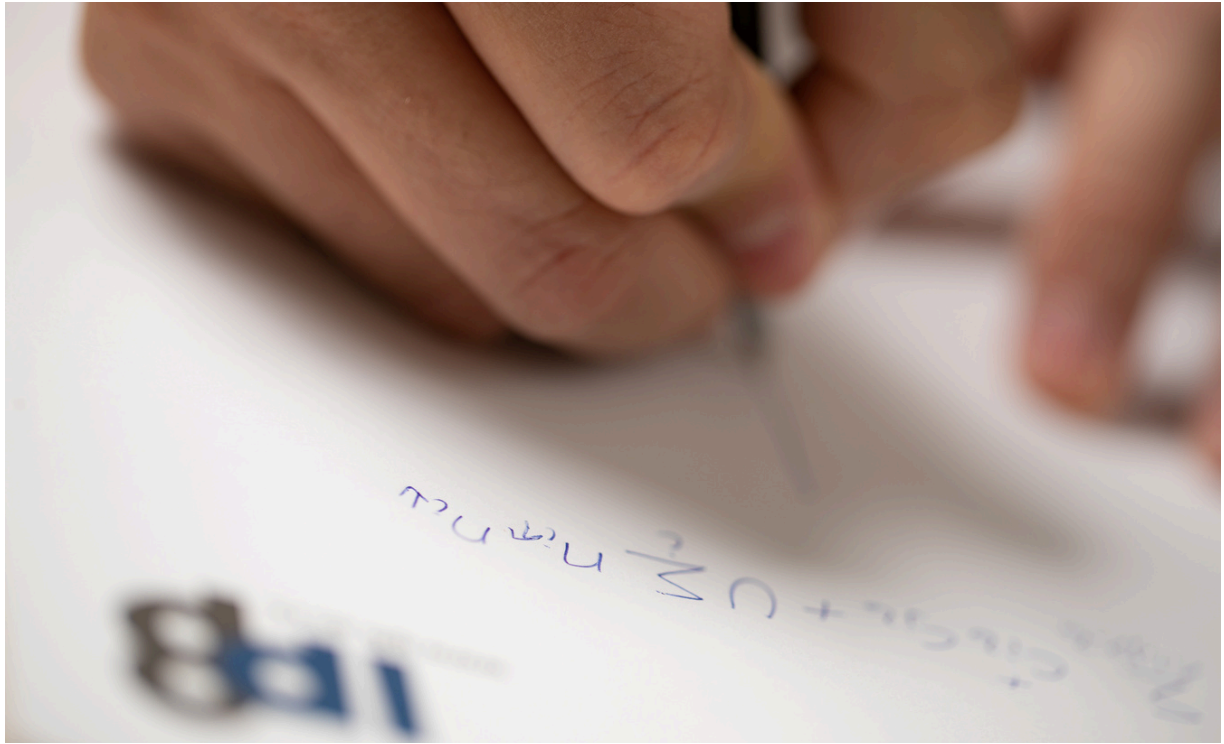
Самосталне лабораторије



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 D -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.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Потребно предзнање: C++, интуиција за D -димензионалне геометрије ($D > 4$), елементарно разумевање алгебарске топологије и диференцијалне геометрије.

ТОК ПРАКСЕ:

Има много конкретних задатака: пројектовање комплекса на 2D 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 МПИ инфраструктуру), итд. Више студената може да се укључи у рад. Пракса је везана за [пројекат QGHG-2021](#) (програм Идеје) Фонда за науку.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: 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 одбравивши тезу под називом „Кретање екстендираних објеката у гравитационом пољу са торзијом“ 2008. године.

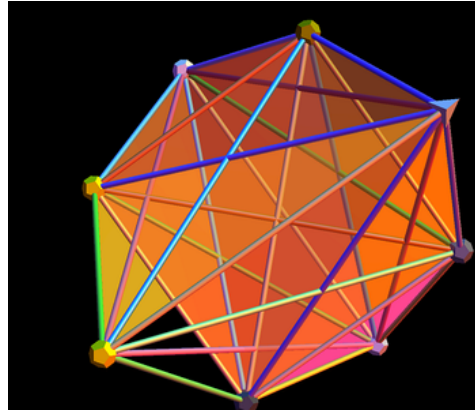
Похађао је постдокторска усавршавања при Групи за математичку физику у оквиру Универзитета за интердисциплинарна истраживања у Лисабону.

У Институту за физику ради од 2012. године.

Као теоријски и математички физичар, бави се истраживањима квантне гравитације, углавном у подобластима квантне гравитације петље и модела спинске пене.



„Геометријске структуре у амплитудама расејања: амплитухедрон и асоцијухедрон”



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 асоцијухедрон 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:

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



др Игор Прлина
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

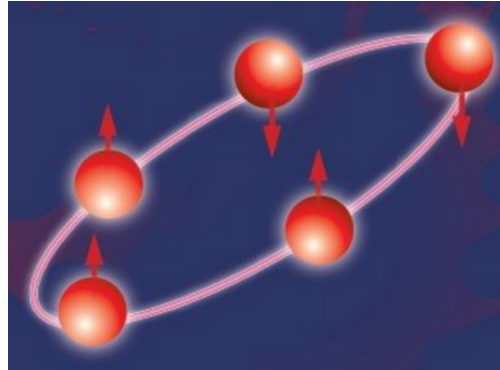
Игор Прлина је завршио основне и мастер студије на Физичком факултету Универзитета у Београду. Звање мастер, а затим и доктор наука стекао је на Браун универзитету у САД. Докторску тезу под називом *Landau Singularities in Planar Massless Theories* одбранио је 2019. године.

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:

- Руководилац: 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“.

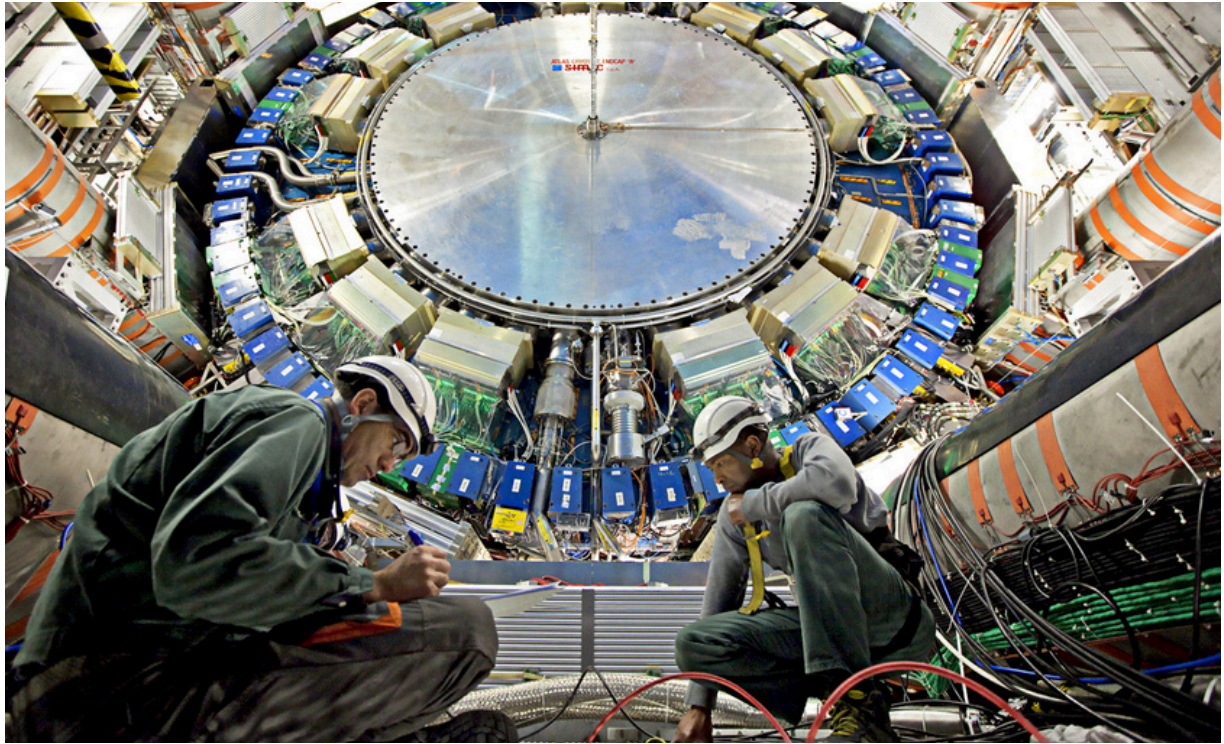
Од 2003. године је запослен у Институту за физику, а од 2006. године у Математичкој гимназији у Београду држи менторску наставу за ученике четвртог разреда („Квантна физика и општа теорија релативитета“).

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.





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



www.ipb.ac.rs



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

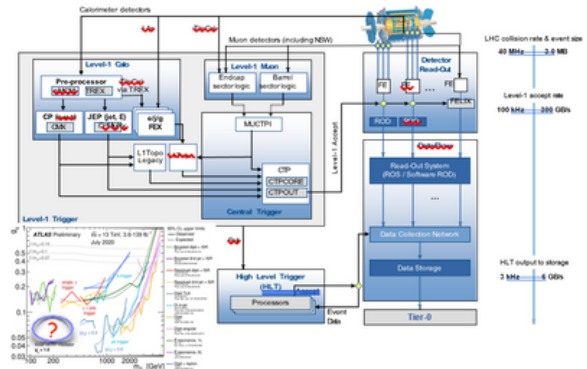
Лабораторија за физику високих енергија



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.

„Испитивање сигнала за коришћење нових тригера, анализа на нивоу тригера – ТЛА; тригери са мион-јет L1 делом“



ОПИС ТЕМЕ:

На експериментима великог судараца 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 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 гљусак нових хадрона. Ми тај гљусак (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.

ТОК ПРАКСЕ:

Количина података које можемо да чувамо је ограничена и са постојећим тригерима можемо да пропустимо неке интересантне догађаје који би нам указали на физику ван стандардног модела или омогућили прецизнија мерења у стандардном моделу. Студент ће испитати нове тригере који су развијени за трећи период прикупљања података. ТЛА (анализа на нивоу тригера) тригери омогућавају да претраге у коначним стањима са више b -џетова буду осетљиве у

регионима ниже масе, где ниједна од тренутних претрага није осетљива. Коришћењем уобичајених тригера снимају се цели догађаји, односно сви подаци о траговима, депозитима у калориметру, све објекти и слично, док се код ТЛА анализа чува само део догађаја на нивоу тригера. То омогућава да се прикупи већа количина података, али са значајно сниженим критеријумима одабира.

На сличан начин, могуће је тражити неистражене регионе помоћу тригера са мион-џетовима, тј. они где се најмање један b -кварк распада семилептонски са мионима у коначним стањима. Студент ће тестирати ефикасност ове две класе тригера на неколико сигнала нове физике са више b -џетова.

Студент ће научити о тригерима као и о алтернативном анализирама. Упознаће се са физиком ван стандардног модела и могућностима за њено откривање

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЋЕНА?

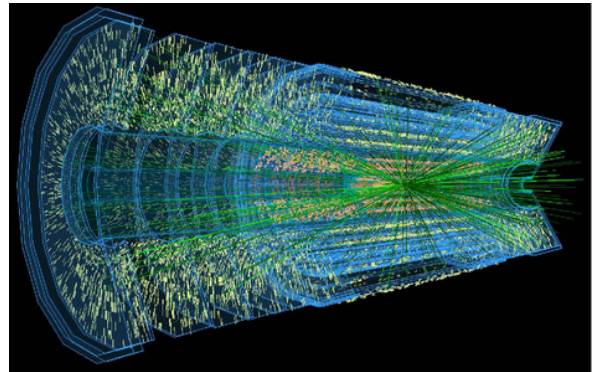
Пракса су за студенте свих година и свих смерова, заинтересоване за експерименталну физику честица. Предзнање програмирања је пожељно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: др Лидија Живковић, научни саветник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: lidijaz@ipb.ac.rs



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



ОПИС ТЕМЕ:

На експериментима великог сударача 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 продукција 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 цвет (млазница). Уколико је један од оригиналних кваркова био b -кварк, он се не распада тренутно, већ има неки период живота, цетове који од њега потичу можемо да идентификујемо помоћу неких особина. Та идентификација назива се тагирање (обележавање), а цетови су онда b -цветови.

Интересантни догађаји имају мали пресек, неће их бити често, док су неки процеси, на пример производња са два цета 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:

Студент 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. Студент 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?

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

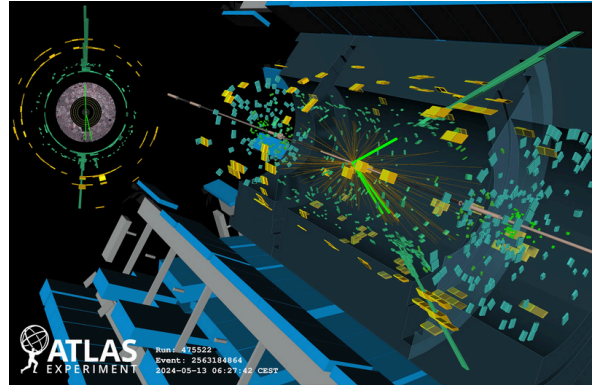
ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: др Лидија Живковић, научни саветник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: lidijaz@ipb.ac.rs



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

„Мултиваријабилна анализа (МВА) за процес $bA \rightarrow bbb$ користећи податке прикупљене детектором АТЛАС на Великом сударачу хадрона (ЛХЦ)“



ОПИС ТЕМЕ:

На експериментима великог сударача 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.

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. Да би се побољшала осетљивост анализе користе се мултиваријабилне (МВА) технике.

ТОК ПРАКСЕ:

У овом пројекту ћете изводити МВА анализу 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 студент научи основе о МВА техникама, њиховој употреби и оптимизацији. Коначни резултат ће бити предлог МВА који показује најбоље перформансе за ову претрагу.

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- Руководилац: др Лидија Живковић, научни саветник
- Број студената: 1-2
- Лабораторија за физику високих енергија
- Контакт: lidijaz@ipb.ac.rs



др Лидија Живковић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Лидија Живковић је докторирала 2006. године на Институту Вајцману 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 Брауну, од 2010. до 2012. године и у Лабораторији за експерименталну физику високих енергија у Паризу. Од 2010. до 2012. године радила је на експерименту ДО са телом истраживања потраге 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 тригераза експерименте физике високих енергија и потрага за феноменима ван стандардног модела.





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





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

Добро дошли у први институт од националног значаја



Припрема: Студентска служба Института за физику,
Одељење за комуникације

Фотографије: Бојан Џодан

Штампа: Земунпласт, Београд, 2024.