

ip8

**Студентске
праксе
2025/26.**



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

Студентске праксе

Предлози тема за студентске праксе
за академску 2025/26. годину





Садржај

ЦЕНТАР ЗА ИЗУЧАВАЊЕ КОМПЛЕКСНИХ СИСТЕМА:

1. Марија Јанковић- Појасеви планетезимала око звезда ван Сунчевог система
2. Ненад Вукмировић
 - 2.1. Поларони у полупроводничким материјалима
 - 2.2. Припрема занимљивих рачунских задатака из физике
3. Ана Худомал- Квантни вишечестични оживљци
4. Јакша Вучичевић- Модели интерагујућих електрона на кристалној решетки и њихово решење у физици високо температурне суперпроводности
5. Вељко Јанковић
 - 5.1. Нумеричке нестабилности хијерархијских једначина кретања за отворене квантне системе
 - 5.2. Изазови своје квантномеханичке вештине!
 - 5.3. Класични модел фотосинтетичког трансфера енергије (ЗА СРЕДЊОШКОЛЦЕ)
6. Петар Митрић- Непертурбативни методи у физици кондензоване материје
7. Александар Томашевић- Коришћење великих језичких модела за симулацију колективних друштвених феномена у интернет заједницама
8. Дарија Јовчић Обрадовић, Саша Лазовић- Рачунарско и математичко моделовање у биомиметичком профилисању иновативних лекова у терапији diabetes mellitus-a
9. Тања Берић
 - 9.1. Еволуциона адаптација микроорганизама на екстремно киселе услове: Експериментални приступ (МОЖЕ И ЗА СРЕДЊОШКОЛЦЕ)
 - 9.2. Примена микробиолошких и молекуларно-биолошких метода у истраживању екстремофилних микроорганизама (МОЖЕ И ЗА СРЕДЊОШКОЛЦЕ)
 - 9.3. Основе изградње и симулације метаболичких модела екстремофилних микроорганизама у астробиологији

ЦЕНТАР ЗА ФИЗИКУ ЧВРСТОГ СТАЊА И НОВЕ МАТЕРИЈАЛЕ:

1. Ана Милосављевић- Нееластично расејање светлости на квантним материјалима
2. Јелена Пешић
 - 2.1. Енкапсулирање 2Д селенида осетљивих на ваздух коришћењем танких хекса бор-нитридних филмова
 - 2.2. Моделовање дефеката и јонског допирања у 2Д магнетним ван дер Валсовим материјалима коришћењем теорије функционала густине (DFT)
3. Радмила Панајотовић- Испитивање сензорских особина графена функционизованог биолошким молекулима
4. Јасмина Лазаревић- Утицај температуре на промену кристалне структуре фармацеутски активних супстанци

ЦЕНТАР ЗА НЕРАВНОТЕЖНЕ ПРОЦЕСЕ:

1. Невена Пуач, Никола Шкоро
 - 1.1. Оптичка емисиона спектроскопија високофрекветних пражњења на ниском притиску

- 1.2. Оптичка и електрична карактеризација пражњења веће ефективне површине са наизменичном побудом на атмосферском притиску
- 1.3. Третмани течних узорака у пражњењима на атмосферском притиску
- 1.4. Модел електричног кола са пражњењем и анализа параметара кола
2. Драгана Марић, Јелена Марјановић- Оптичка и електрична мерења и анализа параметара електричног пробоја у гасовима

ЦЕНТАР ЗА ФОТОНИКУ:

1. Бојана Бокић- Утицај плазмонске архитектуре на оптички одговор (експериментална тема)
2. Бранко Коларић, Бојана Бокић
 - 2.1. Линеарно и нелинеарно оптичко испитивање наночестица ретких земаља
 - 2.2. Испитивање интеракције умрежених фотона са материјом (флуоресцентним пробама)
- 2.1. Инверзни Фарадејев ефекат
3. Бранко Коларић
 - 3.1. Моделовање плазмонског одговора и интеракције плазмонске резонанце са наноемитером (теоријска тема)
 - 3.2. Холографија фотонских/биофотонских структура – веза између наномеханике и оптике (експериментална тема)
 - 3.3. Интерферометријско испитивање нелинеарне динамике у магнетном пољу (експериментална тема)
4. Марија Радмиловић Рађеновић
 - 4.1. Моделовање микроталасне аблације тумора
 - 4.2. Развој савремене софтверске платформе за оптимизацију ефеката термалних терапија на туморима
5. Никола Бошковић- Генерисање тродимензионалног модела и меширања за потребе симулације методом коначних елемената коришћењем отвореног кода
6. Драган Маркушев
 - 6.1. Примена метода машинског учења у обради фотоакустичких података
 - 6.2. Развој фотоакустичких сензора за анализу чврстих тела као једнослојних и вишеслојних структура и танких филмова
7. Марица Поповић- Звук као моћан алат за карактеризацију напредних материјала
8. Драгана Маркушев- Примена електроакустичких аналогја у моделовању и анализи фотоакустичких система и процеса
9. Марија Ђурчић
 - 9.1. Оптички полупроводнички појачавач за диодни ласер са екстерним резонатором
 - 9.2. Успоравање светлосних пулсева кроз нелинеарни ефекат четвороталасног мешања у пари калијума
 - 9.3. Амплитудско стискање светлости кроз нелинеарни ефекат четвороталасног мешања у пари калијума
 - 9.4. Извор квантно корелисаних фотона заснован на спонтаној параметарској конверзији (Spontaneous parametric down-conversion, SPDC)
 - 9.5. Квантно сликање са недетектованом светлошћу (Quantum imaging with undetected light, QIUL): изградња, карактеризација и оптимизација
 - 9.6. Квантно сликање са недетектованом светлошћу (QIUL): теоријска анализа, симулације и оптимизација SPDC процеса и интерферометријских конфигурација
10. Јадранка Васиљевић- Контрола и манипулација светлости у фотонским решеткама

САМОСТАЛНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ

Група за гравитацију, честице и поља

1. Марко Војиновић - Развој софтверског пакета за нумеричку алгебарску топологију
2. Игор Прлина
 - 2.1. Геометријске структуре у амплитудама расејања: амплитухедрон и асоцијухедрон
 - 2.2. Слаба мерења у стохастичким квантним системима
3. Бранислав Цветковић
 - 3.1. Хамилтонова динамика система са везама
 - 3.2. Черн-Сајмонсова градијента теорија
4. Игор Салом - Интеграбилни системи

Лабораторија за физику високих енергија

1. Лидија Живковић
 - 1.1. Испитивање сигнала за коришћење нових тригера, анализа на нивоу тригера- ТЛА; тригери са мион-јет L1 делом
 - 1.2. Развој тригера са b-цетовима за предстојећу надоградњу експеримента АТЛАС на великом сударању хадрона високе луминозности (LHC HL-LHC)
 - 1.3. Мултиваријабилна анализа (МВА) за процес $bA \rightarrow bbb$ користећи податке прикупљене детектором АТЛАС на Великом сударању хадрона (ЛХЦ)
2. Лидија Живковић, Анђела Пауновић
 - 2.1. Испитивање симултане производње три Хигсова бозона у распаду на b-кварове
 - 2.2. Употреба графовских неуралних мрежа (ГНН) за идентификацију цетова који потичу од b-кваркова
3. Јелена Јовићевић
 - 3.1. Развој контролног система за High Granularity Timing detector (HGTD) на експерименту АТЛАС у ЦЕРН-у
 - 3.2. Примена машинског учења у анализи продукције пара Хигсових бозона у асоцијацији са топ кварковима на експерименту АТЛАС у ЦЕРН-у
4. Јелена Јовићевић, Ема Маричић - Мерење ефикасности и систематских неизвесности за алгоритам идентификације лептона (PLIT) на АТЛАС експерименту у ЦЕРН-у

Лабораторија за атомске сударне процесе

1. Ненад Симоновић - Електронска спектроскопија атомских и нано честица
2. Маја Рабасовић
 - 2.1. Примена спектроскопије ласерски индукованог пробоја у мултиелементалној анализи електронских уређаја, а у циљу рециклаже
 - 2.2. Примене ласерске флуоресцентне спектроскопије у анализи узорака од биолошког значаја
 - 2.3. Примене ласерске луминесцентне спектроскопије у безконтактном мерењу температуре
3. Братислав Маринковић - База података о електрон-атомским/молекулским сударима - BEAMDB

Лабораторија за физику животне средине

1. Маја Кузманоски - Вертикални профили оптичких особина атмосферских аеросола на основу сателитских мерења
2. Тијана Милићевић - Истраживање загађујућих супстанци у узорцима из животне средине и хране – испитивање биорасположивости и процена ризика по здравље људи

Програм стручних пракси

СТУДЕНТСКЕ ПРАКСЕ – ПРЕДЛОЗИ ТЕМА

Драге студенткиње и драги студенти,

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

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

Сваки одељак пружа детаљне информације о доступним темама, укључујући:

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



УКЉУЧИТЕ СЕ И ОСТАНИТЕ ПОВЕЗАНИ

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

КОНТАКТ:
ipbstudentskeprakse@ipb.ac.rs

ЗАШТО УЧЕСТВОВАТИ?

- Учешће у студентским праксама при Институту за физику нуди бројне предности, укључујући:
- Практично искуство- прилика да стекнете практичне вештине и знање радећи на занимљивим истраживачким пројектима;
- Могућности умрежавања- прилика да градите везе са искусним истраживачима и колегама студентима/кињама;
- Академски развој- прилика да продубите своје разумевање сложених научних концепата кроз примењено учење;
- Развој каријере- прилика да обогатите своју биографију и припремите се за будуће академске и професионалне активности.

РАДУЈЕМО СЕ ВАШОЈ ПРИЈАВИ!

Ко смо ми?

ПРВИ ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

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

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

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



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

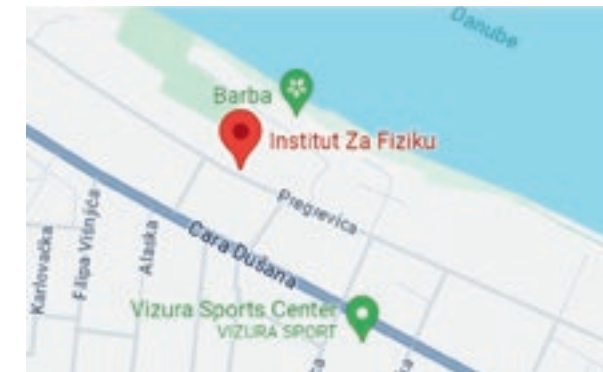
На Институту ради више од 200 истраживача у 25 лабораторија и четири Центра изврности. Истраживања којима се баве истраживачи Института покривају већину актуелних области у савременој физици и сродним наукама. Захваљујући истраживањима чији је квалитет на европском нивоу, истраживачи објављују радове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



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

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

Где се налазимо?



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

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

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

КАКО ДОЋИ ДО НАС?



17, 18, 45, 81, 81 л, 83, 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

Каква су искуства студената?

Током школске 2024/2025. године Институт за физику у Београду, први институт од националног значаја за Републику Србију, кроз сарадњу са партнерима широм академске заједнице, покренуо је нови, обимнији и доступнији програм рада са студентима заинтересованим за физику и сродне науке.

Студентску праксу у Институту за физику у Београду у овом периоду похађало је више од стотину студената. Практику су обављали студенти основних, мастер и докторских студија са 11 факултета Универзитета у Београду, Универзитета у Новом Саду, Универзитета у Крагујевцу и Универзитета у Нишу. Око 40 истраживача Института за физику у Београду било је ментор студентима током праксе која се одвијала у 14 различитих лабораторија, тако да су студенти имали прилику да сарађују са стручњацима из одређених области и да своје прве истраживачке пројекте раде на опреми Института.

Теме су биле разноврсне и покривале су широк спектар области физике од фотоакустике, физике високих енергија, гравитације и физике животне средине, а највећи број студената је праксу обавио у лабораторијама за биомиметику, фотоакустику, експерименталну астробиологију, примену рачунара у науци, биофотонику, неравнотежне процесе и 2Д материјале.

Студенти су праксу, иако је она њихов обавезни предмет на већини студијских програма, оценили и као веома корисно и занимљиво искуство током ког су имали прилику да виде како изгледа посао истраживача и како у стварности изгледају сва она питања и процеси о којима су током студија учили.



„Јако је било пријатно сазнати неке нове ствари. На факултету се више бавимо теоријским аспектом, а овде смо видели примене тога што научимо.“

Иван Фирез, Електротехнички факултет,
Универзитет у Београду

„Пракса ми је помогла да стечено знање применим у пракси и да видим које су то актуелне теме у данашњој науци. Видео сам да се много више користе компјутери и програмирање.“

Стефан Малијевић, Физички факултет,
Универзитет у Београду

„При избору факултета сам била у обиласку Института и одувек сам имала неку тенденцију да желим да се вратим овде. Мислим да је ово најперспективнији институт у нашој држави и да се види темељан и детаљан рад а влада породична атмосфера.“

Софија Родић, Факултет за физичку хемију,
Универзитет у Београду

„Студентска пракса нам је обавезан предмет, а чула сам да је Институт за физику у Београду једна од најквалитетнијих установа за истраживања тог типа. С обзиром да сам желела да се усмерим мало више ка физици, пракса у Институту је била одличан почетак.“

Милица Раковић, Факултет за физичку хемију,
Универзитет у Београду

„Лабораторија за експерименталну астробиологију је јако лепо опремљена. Имала сам прилику да прођем кроз још неке лабораторије у Институту. Јако ми се свидело и драго ми је што сам била део овог колектива.“

Лида Милошевић, Биолошки факултет,
Универзитет у Београду





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 Марија Митровић Данкулов

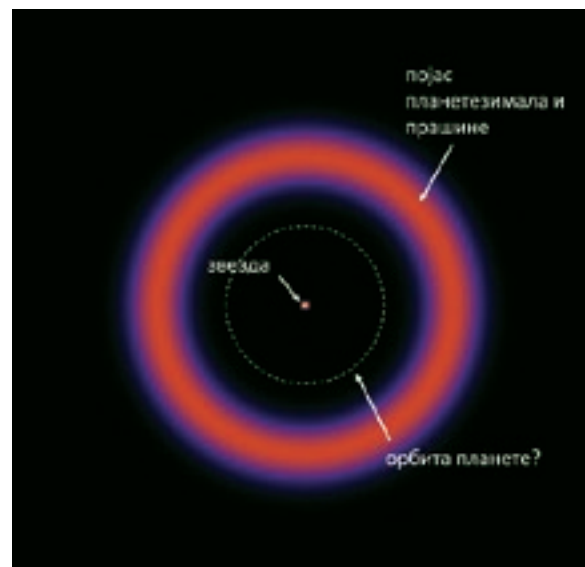
Појасеви планетезимала око звезда ван Сунчевог система

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. 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. Ови појасеви најчешће се изучавају коришћењем нумеричких симулација.

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти могу да очекују рад на неком од великих отворених питања везано за ове фасцинантне астрофизичке системе. Пракса би започела упознавањем са истраживачком темом, а главни део праксе би био развој и коришћење нумеричких прорачуна да научимо нешто ново о овим појасевима. Конкретна тема може бити прилагођена различитим нивоима знања и интересовања, а већина тема има потенцијал да прерасте у научни рад и/или мастер тезу.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике свих нивоа студија, као и студентима астрофизике. Претходно искуство са програмирањем и знање из основа астрофизике су пожељни, али нису неопходни.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Менторка:** др Марија Јанковић – научна сарадница
- **Број студената:** 3
- **Лабораторија за примену рачунара у науци**
- **Контакт:** marija.jankovic@ipb.ac.rs



др Марија Јанковић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

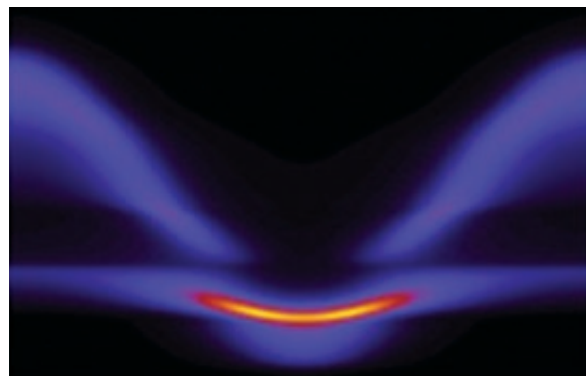
Марија Јанковић завршила је основне и мастер академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторске студије завршила је 2020. године на Империал Колеџу Лондон, одбравивши докторску тезу под називом „Акрециони дискови и формирање планета око младих звезда“.

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

Од децембра 2022. године запослена је као научни сарадник у Институту за физику у Београду, а бави се истраживањима сударних и динамичких процеса у појасевима планетезимала ван Сунчевог система.



Поларони у полупроводничким материјалима



ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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

- 1) Аналитичко проучавање покретљивости Фролиховог поларона;
- 2) Нумеричко одређивање енергије основног стања поларона и тополошких особина тог стања. Пракса би обухватала коришћење већ постојећег рачунарског програма или његов даљи развој;
- 3) Нумеричко одређивање покретљивости шупљина у конкретним полупроводничким материјалима. Пракса би обухватала коришћење постојећег рачунарског програма.

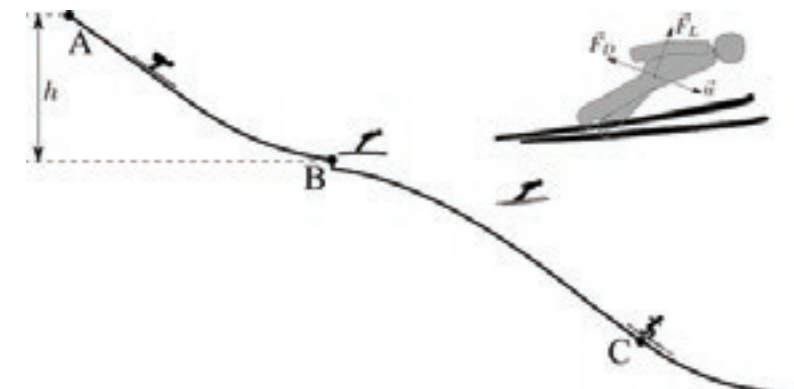
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Припрема занимљивих рачунских задатака из физике



ОПИС ТЕМЕ:

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ТОК ПРАКСЕ:

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



Ненад Вукмировић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

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

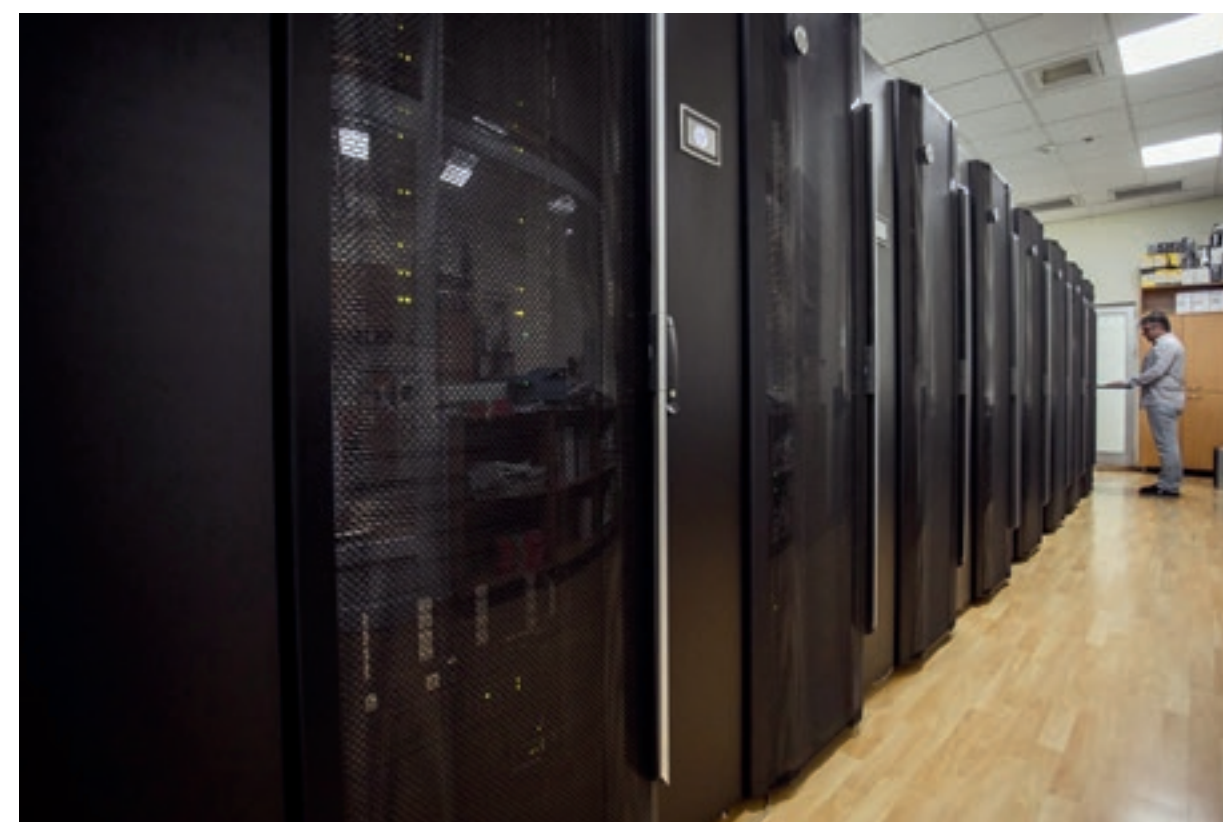
Од 2007. до 2010. године је био на постдокторском усавршавању у „Лоренс Беркли националној лабораторији“ у Берклију у САД где је радио на развоју метода за симулацију електронске структуре и транспорта у органским полупроводним материјалима.

Од 2010. године је запослен у Институту за физику.

Област његовог истраживања су електронске особине полупроводника и полупроводничких наноструктура.



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



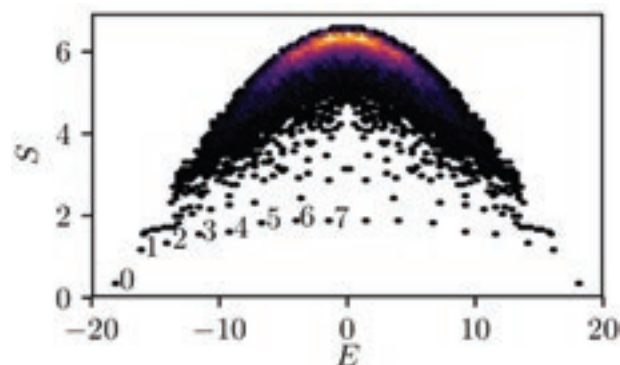
Квантни вишечестични ожиљци

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру предложене праксе студент ће радити на развоју и примени нумеричких алгоритама, као и на анализи резултата коришћењем аналитичких метода. Уколико студент не може редовно да долази на Институт за физику, могуће су и онлајн консултације. На почетку праксе студент ће се упознати са литературом из области квантних ожиљака и са стандардним техникама нумеричких



симулација вишечестичних квантних система. Затим ће стечено знање искористити да симулира такозвани РХР модел који испољава ефекте квантних вишечестичних ожиљака. Даљи ток праксе зависиће од интересовања и нивоа предзнања студента. Неке од могућих истраживачких тема су потрага за новим моделима и параметарским режимима са квантним ожиљцима, испитивање утицаја различитих фактора на стабилност и појачање ефеката ожиљака, као и проналажење класичних периодичних орбита које описују динамику квантних стања са ожиљцима. У случају да пракса прерасте у мастер рад или докторску тезу, постоји могућност експерименталне реализације испитиваних модела на квантном рачунару Aquila у сарадњи са компанијом QuEra из Бостона.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Ана Худомал
научна сарадница

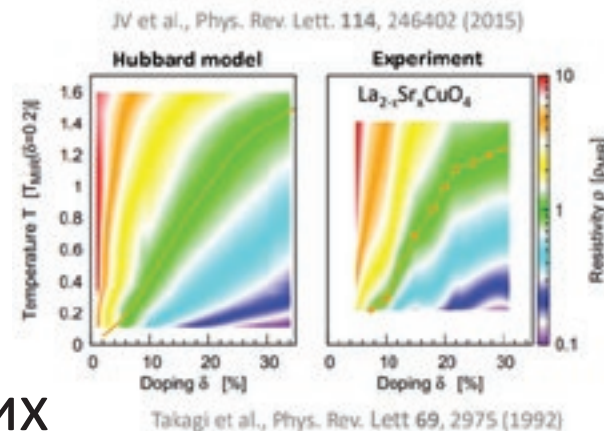
БИОГРАФИЈА

Ана Худомал је завршила основне (2014), мастер (2015), и докторске (2020) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду. Од 2016. године је запослена у Институту за физику у Београду. Докторску тезу под насловом „Нумеричко проучавање квантних гасова у оптичким решеткама и у синтетичким магнетним пољима“ одбранила је 2020. године.

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

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





Модели интерагујућих електрона на кристалној решетки и њихово решење у физици високо температурне суперпроводности

ОПИС ТЕМЕ:

Суперпроводност је стање система у ком електрична струја тече без дисипације енергије, и спољашње магнетно поље бива поништено у унутрашњости система. Овакво понашање је последица ступања електрона у колективно квантно стање, и испољава се само на веома ниским температурама. Дуго након открића суперпроводности 1911. године, сматрало се да је ова појава ограничена на температуре реда 10 Келвина. Ово схватање је промењено нагло крајем двадесетог века, када су откривени материјали суперпроводни на температурама и до 135 Келвина. Уз одговарајуће хлађење, суперпроводници већ имају широк спектар примена. Међутим, потенцијално револуционарна примена у енергетици, електроници и транспорту ће бити могућа тек када суперпроводност буде опстајала на собној температури – такво откриће стога представља један од најважнијих циљева у физици кондензованог стања материје.

Предуслов за дизајн нових материјала са жељеном (високом) критичном температуром су добар теоријски опис и пуно разумевање механизма високотемпературне суперпроводности. Међутим, високотемпературна суперпроводност је ефекат јаким међуелектронских корелација, и могуће ју је описати само у оквиру праве вишечестичне квантне теорије. Нажалост, проблем више квантних честица, поготову кад су у питању фермиони, је један од најтежих у свој физици. До егзактних или бар контролисаних решења је могуће доћи само у најједноставнијим моделима, што умањује предиктивну моћ теорије за појединачна једињења. Развој у области се стога одвија у два правца: 1) тражи се начин да се сложена кристална структура сведе на што једноставнији модел, али тако да се задрже сви релевантни степени слободе, и 2) да се развију нумеричке методе за решавање овако добијених модела.

У контексту формулације модела, најважнија отворена питања су облик и јачина међуелектронске интеракције у ефективним моделима, као и њи-

хова корелација са критичном температуром за суперпроводност. У контексту развоја нумеричких метода, главна препрека је контролисано рачунање динамичких одзива решетке, укључујући отпорност у нормалној фази.

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру теме постоји више мањих задатака којима студент може да се бави тако да допринесе истраживању у оквиру престижног европског пројекта ERC-StG-2022 «Numerically exact theory of transport in strongly correlated systems at low temperature and under magnetic fields» (SCLoTHi-Fi). У складу са жељама, предзнањем и искуством студента, бира се конкретан задатак на којем би студент радио. Након тога следи изучавање литературе и стицање неопходних предзнања за техничко извршење задатка. Рад је примарно од куће, уз редовне састанке са ментором и члановима тима на Институту за физику или онлајн (минимум једном недељно, а чешће по потреби). Сви задаци укључују програмирање, а по потреби ће бити омогућен и приступ рачунарским ресурсима пројекта (суперрачунарски кластер PARADOX-V). Успешно извршење задатка може водити и ка коауторству на некој од будућих публикација групе.

КОМЕ ЈЕ НАМЕЊЕНА ПРАКСА?

Пракса је намењена студентима треће и четврте године основних студија који су заинтересовани за наставак школовања (мастер и докторске студије).

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јакша Вучичевић – виши научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за примену рачунара у науци**
- **Контакт:** jaksa@ipb.ac.rs



др Јакша Вучичевић
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Др Јакша Вучичевић је докторирао 2015. године на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тезу под називом „Показатељи скривене квантне критичности у високо-температурном транспорту наелектрисања у близини Мотовог прелаза“ израдио је у Институту за физику у Београду, под менторством др Дарка Танасковића.

У периоду од 2015. до 2017. године је био постдок у групи Оливијеа Парколеа у IPHT, CEA Saclay у Паризу, у оквиру пројекта ERC-StG-2011 «Quantitative approaches for strongly correlated quantum systems in equilibrium and far from equilibrium» (MottMetals).

Др Вучичевић се бави развојем нумеричких метода и теорије везане за високотемпературне суперпроводнике и друге јако корелисане материјале. Од 2023. године др Вучичевић руководи ERC пројектом. Тим на пројекту тренутно чине један студент мастер студија, један студент докторских студија и један постдок. Рад групе се одвија у блиској сарадњи са истраживачима из најпрестижнијих установа у Паризу, Љубљани, Шведској, Холандији и САД.



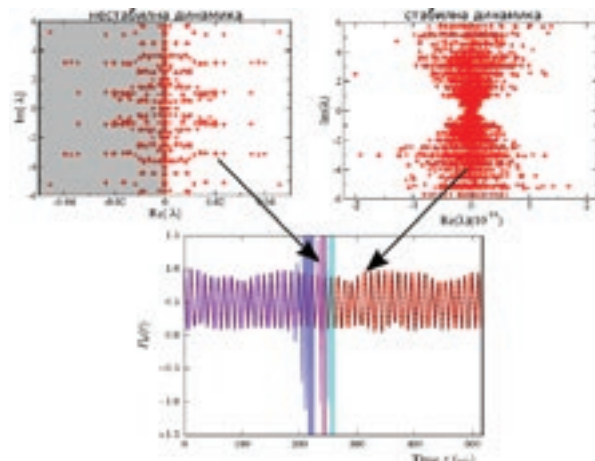
Нумеричке нестабилности хијерархијских једначина кретања за отворене квантне системе

ОПИС ТЕМЕ:

За разлику од изолованих квантних система, отворени квантни системи интерагују са средином размењујући енергију, честице или информацију. Проучавање динамике система од интереса, која се добија интеграцијом по степенима слободе средине, је нарочито изазовно када је интеракција са средином јака или су степени слободе средине спори. У том случају, хијерархијске једначине кретања (систем линеарних диференцијалних једначина првог реда са константним коефицијентима) дају жељену динамику, али се најчешће примењују када је средина континуална (тзв. резервоар). Подстакнути Холштајновим моделом, у којем се проучава кретање једног електрона који интерагује са дискретном средином, недавно смо формулисали хијерархијске једначине кретања за дискретну средину. Међутим, у извесним режимима параметара, наишли смо на нумеричке нестабилности приликом пропагације хијерархијских једначина.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе бисмо, на примерима Холштајновог димера и тримера, желели да разумемо порекло нумеричких нестабилности и да их отклонимо. Нумерички бисмо решавали својствени проблем матрице система и изоловали бисмо делове спектра који производе нестабилности. Проучавали бисмо како ти делови спектра зависе од параметара модела и величине хијерархије. Испитивали бисмо да ли динамика система након изостављања нестабилних делова спектра предвиђа равнотежну расподелу у дугвременском лимесу. Испитивали бисмо да ли физички мотивисана трансформација



дискретне у континулану средину отклања нестабилне делове спектра матрице система. Пракса би подразумевала интензивно коришћење неког од програмских алата за нумеричку линеарну алгебру.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Ова пракса је погодна за студенте истраживачког (Б) или примењеног (Ц) смера физике који су заинтересовани за нумерички рад. Такође, пракса може бити занимљива и корисна и студентима математике или техничких наука који су заинтересовани за нумеричку интеграцију система диференцијалних једначина и проучавање њихових нестабилности. Ипак, детаљније разумевање једначина које ће се током праксе разматрати подразумева познавање основа квантне механике и статистичке физике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

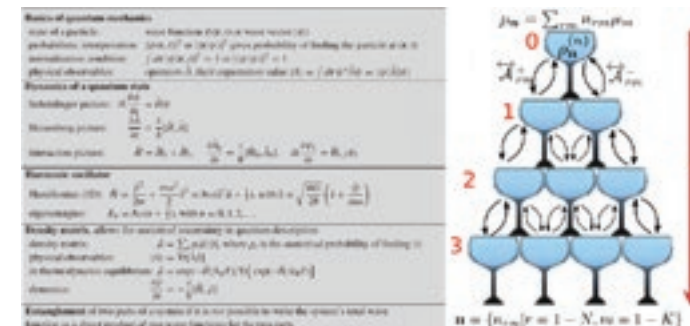
Изазови своје квантномеханичке вештине!

ОПИС ТЕМЕ:

Метод хијерархијских једначина кретања (ХЕОМ) постао је златни стандард за проучавање динамике отворених квантних система у најизазовнијем режиму јаке интеракције система од интереса са спорим степенима слободе средине. Стандардно извођење динамичких једначина ХЕОМ метода подразумева солидно познавање напредних теоријских техника попут Фајнманове теорије интеграла потрајекторијама или супероператорског формализма, што представља значајну препреку за почетнике у области. Такође, стандардна извођења посматрају помоћне операторе ХЕОМ формализма као успутне, формалне објекте, чији физички смисао остаје недовољно јасан. Даља унапређења ХЕОМ метода, као и његово усвајање у широј научној заједници, захтевају једноставнија извођења са јаснијом физичком сликом.

ТОК ПРАКСЕ:

Циљ праксе је изградња независног, једноставног и физички транспарентног извођења динамичких једначина ХЕОМ формализма. То бисмо учинили на моделу електрона чије је кретање кроз кристалну решетку модулисано интеракцијом са дискретним непригушеним вибрацијама решетке. Полазне тачке би биле основе квантне механике (Хајзенбергове једначине кретања за операторе, формализам друге квантизације, композитни квантни системи и парцијални траг) и статистичке физике (термална матрица густине за хармонијски осцилатор). Увидели бисмо како електрон-фононска интеракција индукује хијерархијски спрегнуте једначине, које бисмо потом повезали са динамичким једначинама ХЕОМ формализма. На том путу, студент/киња ће у контексту савременог истраживачког проблема изазвати своју вештину у операторској алгебри квантне механике.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Ова пракса захтева солидно познавање квантне механике и статистичке физике, те је стога погодна за студенте завршних година основних студија или мастер студија истраживачког (Б) смера физике који показују склоност ка аналитичком раду. Веома је пожељно да су интересенти за праксу положили испите из Квантне механике и Статистичке физике. Из рада на пракси може настати мастер рад.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

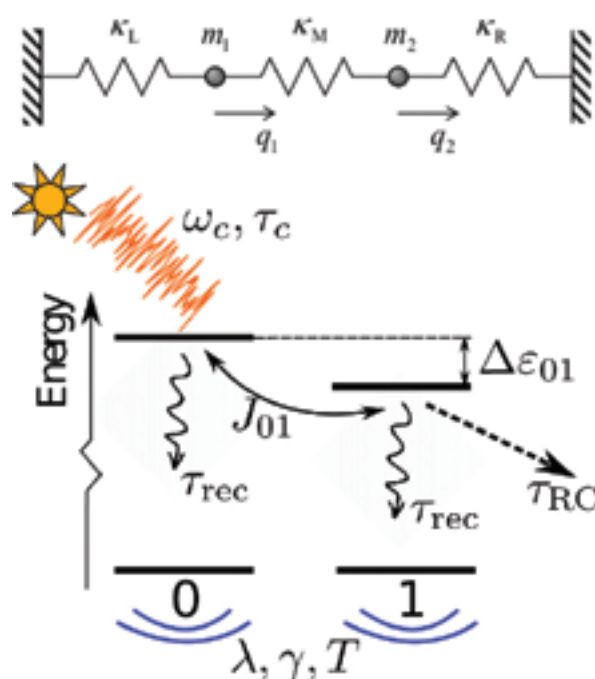
Класични модел фотосинтетичког трансфера енергије

ОПИС ТЕМЕ:

Процес фотосинтезе започиње апсорпцијом Сунчевог зрачења у фото-осетљивим молекулима (тзв. пигментима, као што је хлорофил). Настали енергијски пакетићи се потом преносе кроз мрежу међусобно спрегнутих пигмената до места на којем ће покренути низ хемијских реакција чији су коначни производи шећери. Пренос (трансфер) се обавља спонтано, наниже у енергији, и веома је ефикасан, што одражава принцип енергијског левка током примарног процеса фотосинтезе. Иако је овај трансфер суштински квантномеханички процес, већ његов класични модел пружа увид у разлоге високе квантне ефикасности примарног процеса фотосинтезе.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе ћемо разматрати најједноставнији модел фотосинтетичког трансфера енергије, који се састоји од два пигмента (тзв. фотосинтетички димер). Стање енергијског пакетића на појединачним пигментима ћемо моделовати користећи Лоренцов модел еластично везаног електрона. Увидећемо да се то стање може описати користећи само један комплексан број, чији квадрат модула одређује број побуђених пакетића. Спрегу између пигмената ћемо моделовати користећи механичку аналогију са међусобно спрегнутим хармонијским осцилаторима. Пренос пакетића између пигмената ћемо изучавати у тзв. нормалним координатама, при чему ћемо на класичном нивоу разумети предности широко коришћене апроксимације ротирајућег таласа. Коначно, увешћемо и утицај средине на трансфер, и формулисаћемо услове под којима је транспорт усмерен наниже у енергији, односно под којима важи принцип енергијског левка.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Ова пракса је нарочито погодна за ученике четвртог разреда средњошколских одељења за ученике са посебним способностима за физику или математику. Ученик/ца треба да на редовној настави показује одлично или врло добро знање из физике и математике. Практика захтева познавање физичких основа осцилаторног и таласног кретања, као и комплексних бројева и основа диференцијалног рачуна функције једне променљиве. Практика може бити занимљива и корисна и ученицима четвртог разреда природног смера гимназије. Из рада на пракси може настати матурски рад из физике.



др Вељко Јанковић
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

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

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

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

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



ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Непертурбативни методи у физици кондензоване материје

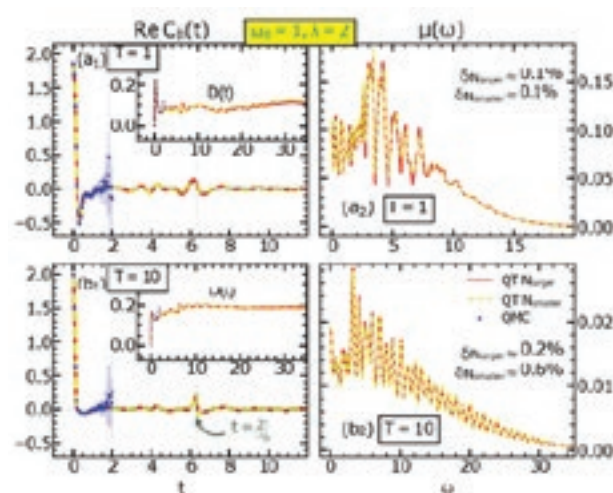
ОПИС ТЕМЕ:

Иако су основни моделни Хамилтонијани који описују различите физичке системе добро познати, израчунавање физичких величина у тим системима често је врло сложено. Егзактан аналитички прорачун могућ је само за неке најчешће веома поједностављене системе, као што су систем неинтерагујућих честица, атом водоника или линеарни хармонијски осцилатор. За бројне друге проблеме примењује се теорија пертурбације, али савремена физика обухвата и сложене задатке који захтевају непертурбативне нумеричке приступе.

Данас постоји велики број моћних непертурбативних метода, при чему за потребе ове праксе издвајамо метод Чебишевљевих полинома, Ланцошев метод и такозвани метод квантне типичности. Ове методе омогућавају проучавање различитих физичких система, као што су магнетни системи (нпр. XXZ модел), полупроводнички системи (нпр. Холштајнов и Пајерлосов модел), као и системи са неређеностима (нпр. Андерсонов модел нечистоћа). У оквиру ових модела поменути методи могу се искористити за израчунавање различитих физичких величина, попут енергије основног и побуђених стања, густине стања, спектралних карактеристика, специфичне топлоте, магнетне суспендибилности, електричне проводности, коефицијента дифузије, итд. У складу са интересовањима студената, током праксе биће реализован прорачун неких од ових величина за одабрани моделни систем.

ТОК ПРАКСЕ:

Први део праксе биће посвећен упознавању са стандардном литературом која се односи на један од наведених непертурбативних метода. Након тога, у договору са студентом, биће изабран један



моделни систем у оквиру ког ће се на конкретном примеру извршити једноставнији нумерички прорачун – на пример, енергије основног и неколико побуђених стања или густина стања датог система. У наредној фази, на истом примеру анализираће се и једна од функција одзива система, као што су магнетна суспендибилност, електрична проводност или коефицијент дифузије.

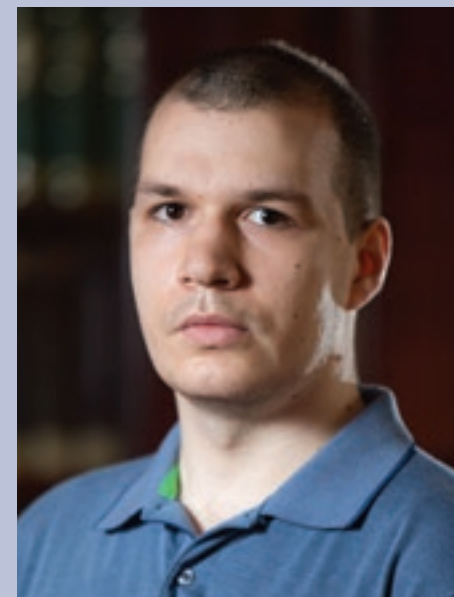
За реализацију нумеричких прорачуна неопходно је коришћење неког програмског језика. Уколико кандидат нема претходно искуство у програмирању, то не представља препреку – предвиђено је време и за увођење у основне програмирања. По завршетку праксе, уколико студент покаже интересовање, могуће је и даље ангажовање кроз укључивање у озбиљнији истраживачки рад.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Овај пројекат подразумева основно познавање квантне механике и статистичке физике, па је пре свега намењен студентима четврте године физике, као и посебно мотивисаним студентима треће године.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Петар Митрић – научни сарадник
- **Број студената:** до 2 студента
- **Лабораторија за примену рачунара у науци**
- **Контакт:** mitricp@ipb.ac.rs



др Петар Митрић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Др Петар Митрић је завршио основне (2018), мастер (2019), и докторске (2023) академске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тезу под насловом „Спектралне функције и покретљивост Холштајновог поларона“ урадио је под руководством др Дарка Танасковића.

Од 2019. године запослен је у Институту за физику у Београду.

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



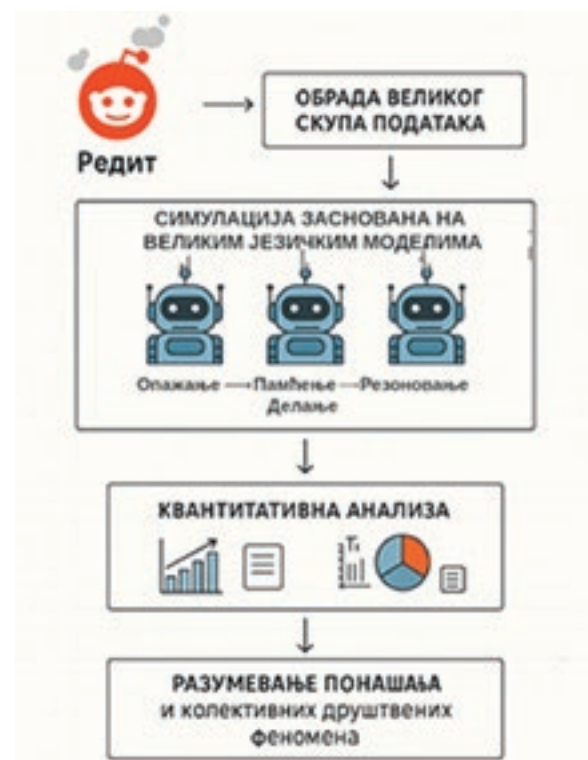
Коришћење великих језичких модела за симулацију колективних друштвених феномена у интернет заједницама

ОПИС ТЕМЕ

Истраживање онлајн заједница и њихових колективних феномена (формирање група, поларизација, ширење дезинформација) је изазов због сложености људског понашања и етике експеримената. У претходним годинама, истраживачима је ограничен приступ подацима које пружају велике платформе попут Фејсбука и Твитера. Са друге стране, можемо конструисати рачунарске симулације у којима агенти комуницирају у виртуелним окружењима. Са појавом великих језичких модела (LLM) као што су GPT или LLa-ma, појавила се могућност коришћења ових модела као агената који комуницирају на природном језику, што отвара нове могућности за истраживање. Ове симулације могу помоћи у разумевању понашања и комуникације у онлајн заједницама (колективно поверење, ширење дезинформација, језик мржње), као и у тестирању политика модерације у контролисаном окружењу. Рад на оваквим симулацијама почиње са анализом података из постојећих заједница и калибрацијом модела понашања агената. Затим се дефинишу профили и правила комуникације, након чега следи симулација интеракција између агената. Током симулације, прикупљају се подаци о комуникацији и понашању агената, који се затим анализирају како би се разумели колективни феномени. На крају, резултати симулације се упоређују са стварним подацима како би се проценила валидност модела.

ТОК ПРАКСЕ

У оквиру планиране студентске праксе студенти ће најпре бити упознати са тематиком и поставити радно окружење (Python, LLM сервер, YSocial окружење за



симулацију). Затим следе обрада података и израда каталога тема/линкова за калибрацију. Након тога се дефинишу профили и правила платформе и покреће се кратка, па вишедневна симулација. Калибришу се стопе активности и параметри избора. На крају се ради квантитативна анализа метрика, анализа графова интеракција и детекција токсичности коришћењем различитих модела обраде природног језика (NLP), уз визуелизације и кратак извештај. Конкретна тема, избор онлајн заједнице и скуп метода који ће се користити за обраду података може бити прилагођена различитим нивоима знања студената. Рад се реализује хибридно, уз недељне консултације. Резултати праксе могу бити основа за научну публикацију или за израду завршног или мастер рада.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА

Студентима физике, математике, рачунарства и информатике на основним, мастер и докторским студијама, као и студентима програма Рачунарство у друштвеним наукама и Напредна анализа података. Потребно је претходно искуство са програмирањем у Python-у.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Александар Томашевић — научни сарадник
Лабораторија: Лабораторија за примену рачунара у науци (SCL)
Број студената: 2
Контакт: atomasevic@ipb.ac.rs



др Александар Томашевић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Александар Томашевић завршио је основне и мастер академске студије на Универзитету у Новом Саду. Докторске студије социологије завршио је 2019. године на истом универзитету. Након доктората, имао је постдокторску позицију на Универзитету Вирџиније у САД у склопу Фулбрајт стипендије у области рачунарства у друштвеним наукама. Од 2025. године ради као научни сарадник у Лабораторији за примену рачунара у науци (SCL) на Институту за физику у Београду. Његова тренутна истраживања фокусирана су на коришћење науке о мрежама и вештачке интелигенције за проучавање колективним друштвених феномена у интернет заједницама, као и динамику емоција у онлајн окружењима.



Рачунарско и математичко моделовање у биомиметичком профилисању иновативних лекова у терапији diabetes mellitus-a

ОПИС ТЕМЕ:

У савременом друштву може се сматрати да је diabetes mellitus (DM) највећа глобална епидемија, посебно у земљама у развоју где постоји значајан пораст броја пацијената са DM-ом типа 2 и млађим узрастима. Поред здравствене компоненте, која укључује клиничке исходе, коморбидитете, нежељена дејства и оптимална терапијска решења, DM се сагледава и кроз социоекономске, психолошке и политичке димензије. Пораст броја пацијената, указује на све већу потребу за развојем иновативних антидијабетских лекова. Сматра се да се предвиђањем биомиметичких особина, може предвидети клинички исход и терапијски потенцијал експерименталних молекула. Тренутне смернице за лечење DM типа 2 укључују агонисте глутагоноу-сличног пептида-1 (GLP-1 агонисти), инхибиторе дипептидил пептидазе-4 (DPP-4 инхибитори) и инхибиторе натријум-глукозног котранспортера типа 2 (SGLT2 инхибитори). Математичким и рачунарским моделовањем могуће је проценити биомиметички профил и одредити клиничку судбину експерименталног молекула укључујући и осетљиве групе пацијената попут трудница и породилја. Циљ је упознавање студената са основним принципима моделовања, примене биомиметичких информација у поступку описивања и разумевања понашања иновативних лекова у терапији DM-a укључујући и њихов механизам деловања на централни нервни систем.



ТОК ПРАКСЕ:

Студенска пракса би започела упознавањем основних математичких и рачунарских модела који се користе у добијању биомиметичких информација о понашању иновативних лекова у терапији DM-a. Практични задаци базираће се на описивању и разумевању добијених биомиметичких информација и карактеризацији иновативних антидијабетских лекова и сродних једињења.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних академских и мастер студија са Медицинског факултета, Биолошког факултета, Хемијског факултета, Факултета за физичку хемију, Машинског факултета и осталих усмерења где постоји биомедицински и фармацеутски правац. Пожељно је предзнање у темама сродним фармацији и биомедицини.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментори:** др Дарија Јовчић — научни сарадник, др Саша Лазовић — научни саветник
- **Број студената:** 2-3
- **Лабораторија за биомиметику**
- **Контакт:** darija@ipb.ac.rs, lazovic@ipb.ac.rs



др Дарија Јовчић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Дарија Јовчић (рођена Обрадовић) завршила је основне академске студије на Фармацеутском факултету Универзитета у Београду. Докторске академске студије завршила је 2021 г. на Фармацеутском факултету. Део доктората радила је на Хемијском факултету Московског државног универзитета М.В. Ломоносов и Институту опште и неорганске хемије Н.С. Курнаков Руске Академије Наука (Москва, Русија), као и на Фармацеутском факултету Медицинског универзитета у Лублину (Лублин, Пољска).

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

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



др Саша Лазовић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Саша Лазовић је основне и мастер академске студије завршио на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторске академске студије завршио је 2010. године на Физичком факултету. Након доктората усавршавао се на „Институту Јожеф Стефан“ у Словенији, Институту KAIST у Јужној Кореји и Институту NCSR Demokritos у Грчкој.

У Институту за физику је запослен од 2007. године, а у звање научног саветника изабран је 2019. године. Руководилац је Лабораторије за биомиметику.

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

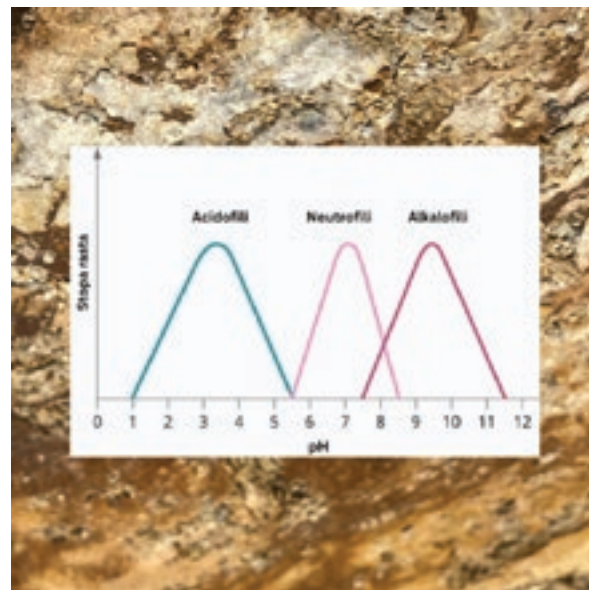
Еволуциона адаптација микроорганизама на екстремно киселе услове: Експериментални приступ

ОПИС ТЕМЕ:

До пре неколико деценија, веровало се да живот може постојати само у уском опсегу услова – са релативно умереном температуром, неутралном рН вредношћу и довољном количином воде. Међутим, откриће микроорганизама који напредују у екстремно киселим срединама у потпуности је изменило наше разумевање граница живота. Ови ацидофилни микроорганизми показали су да живот не само да може преживети, већ и активно цветати у условима који су некада сматрани смртоносним. Ова открића су отворила нова истраживачка поља, од микробиологије и биотехнологије до астробиологије, инспиришући научнике да траже живот у најнепријатељскијим деловима Земље, па чак и изван ње. Истраживање ових изузетних организама омогућава нам боље разумевање биолошке флексибилности и пружа увид у потенцијал живота широм универзума.

ТОК ПРАКСЕ:

Пракса би обухватала упознавање са микроорганизмима који насељавају киселе средине, као и са методама експерименталне еволуције којима испитује њихову адаптацију на ниске рН вредности. Учесници ће имати прилику да се укључе у лабораторијски рад, анализирају физиолошке и морфолошке промене, прате дугорочне еволуционе експерименте, као и да се упознају са базичним биоинформатичким и релевантним микробиолошким техникама. Пракса је интердисциплинарна и постављена у



контексту савремених истраживања на граници микробиологије, биотехнологије и астробиологије.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима природних и биолошких наука, као и ученицима завршних година средњих школа са интересовањем за микробиологију, еволуциону биологију, биотехнологију и астробиологију. Посебно је погодна за оне који желе да стекну практична знања и искуство у лабораторијском раду и истраживачким методама везаним за адаптацију микроорганизама у екстремним условима.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Примена микробиолошких и молекуларно-биолошких метода у истраживању екстремофилних микроорганизама



ОПИС ТЕМЕ:

Екстремофили су микроорганизми који преживљавају и активно функционишу у условима који се сматрају екстремним: у врелој води, при високој киселости или базности, у срединама без кисеоника, у високим концентрацијама соли, под јонизујућим зрачењем. Откривени су тек средином 20. века, а од 1970-их постају централни у микробиолошким и астробиолошким истраживањима.

Њихова прилагодљивост указује на то да живот није ограничен само на услове сличне Земљиним. Претпоставља се да би слични организми могли опстати у океанима под леденом кором Европе, у киселим облацима Венере или у подземљу Марса. Зато се екстремофили сматрају модел-организмима за разумевање потенцијалног живота ван Земље, али и за реконструкцију раних фаза живота на нашој планети.

Савремена молекуларна биологија, омогућила је боље разумевање генетичких основа њихове отпорности. То отвара нове могућности како у биотехнологији, тако и у астробиологији.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса започиће упознавањем са теоријским основама функционисања екстремофилних микроорганизама. Полазници ће овладати основама рада у микробиолошкој лабораторији, укључујући стерилне технике,

припрему хранљивих подлога и неопходних раствора. Радиће на култивисању екстремофила из колекције Лабораторије за експерименталну астробиологију, а затим ће применити класичне молекуларне методе у екстракцији и квантификацији ДНК.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА:

Пракса је пре свега намењена студентима основних и мастер академских студија биологије и сродних научних области, али је отворена и за студенте других природних наука који су спремни да уложе додатан труд у савладавање микробиолошких техника и основних биолошких појмова. Добродошли су и мотивисани средњошколци који показују интересовање и склоност ка природним наукама, а нарочито ка темама повезаним са животом у екстремним условима и могућим облицима живота ван Земље.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Основе изградње и симулације метаболичких модела екстремофилних микроорганизама у астробиологији

ОПИС ТЕМЕ:

Genome-scale метаболичко моделовање (GSM) представља снажан алат у области савремене биоинформатике и астробиологије који омогућава детаљно разумевање метаболичких процеса микроорганизама. Од посебног интересовања су екстремофилни микроорганизми, који могу да преживе у условима сличним оним у ванземаљским срединама, као што је атмосфера Венере. Изучавање GSM модела ових организама омогућава, између осталог, увид у механизме који им омогућавају преживљавање у тако екстремним условима. Студенти ће током ове праксе имати прилику да се упознају са основама GSM моделовања, овладају радом на специјализованим софтверским пакетима као што су merlin и COBRA Toolbox, и стекну искуство у практичној примени ових техника кроз симулацију метаболичких реакција екстремофила.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе студенти ће се упознати са теоријским основама GSM моделовања кроз предавања, консултације и практичан рад. Практичне активности укључују рад са софтвером merlin и COBRA Toolbox за изградњу једноставних GSM модела екстремофилних микроорганизама и симулацију метаболичких реакција под условима аналогним атмосфери Венере. Студенти ће анализирати добијене резултате, дискутовати о њиховом значају, и припремити извештаје и презентације којима ће



приказати своје новостечено знање и вештине. Ова пракса је интердисциплинарна и укључује методе рада из биоинформатике, микробиологије и астробиологије.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима природних и техничких наука, који имају интересовања за биоинформатику, микробиологију и астробиологију. Овај програм пружа прилику за стицање практичног искуства у лабораторијском и рачунарском раду, као и упознавање са савременим методама истраживања екстремофила и њихове потенцијалне улоге у истраживању ванземаљског живота. Идеалан је за студенте који желе да стекну детаљније знање и разумевање интердисциплинарних приступа у науци.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Менторка:** др Тања Берић – редовна професорка и научна саветница
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за експерименталну астробиологију**
- **Контакт:** tanjab@ipb.ac.rs



др Тања Берић
редовна професорка и
научна саветница

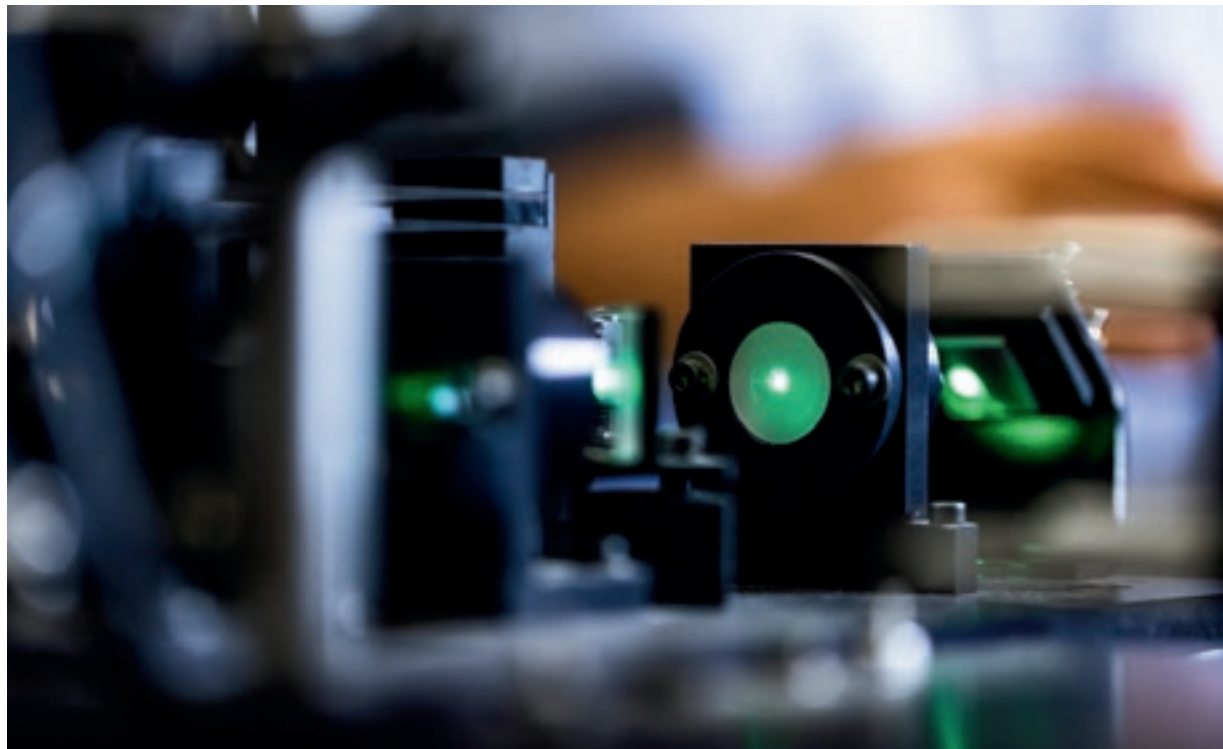
БИОГРАФИЈА

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

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

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





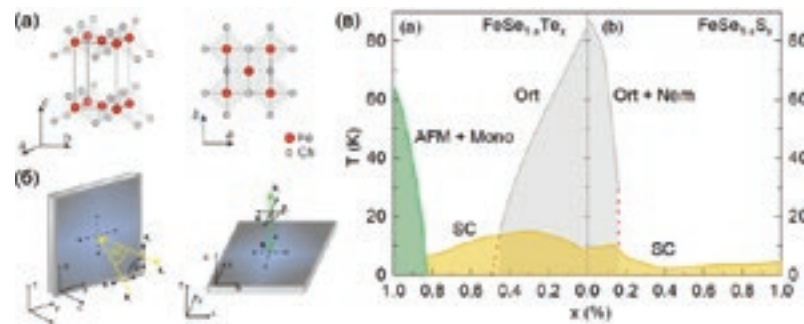
Центар за физику чврстог стања и нове материјале

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

Руководилац Центра је др Ненад Лазаревић, научни саветник.



Нееластично ресејање 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 екситација и њихових интеракција у материјалима са јаким електронским корелацијама. Поред тога што свака екситација има специфичан облик линије у Рамановом спектру, симетријском анализом могуће је утврдити тачне канале расејања у којима се свака од екситација може јавити. Додатно, Раманова спектроскопија показала се као незаобилазна техника када је у питању испитивање различитих конкуритивних фаза у комплексним материјалима. Структурне промене, магнетно уређење, суперпроводно стање као и стање таласа густине наелектрисања могуће је детектовати овом методом.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса започела би упознавањем са теоријским основама Рамановог расејања и

одређивању расподеле фононских модова помоћу фактор-група анализе на основу структурних параметара материјала, као и могућност детекције ових екситација у различитим геометријама расејања. Практични део праксе састојао би се од упознавања са експерименталним поставкама за раманску спектроскопију (екситациони извори, оптички пут, начин рада спектрометра, системи за детекцију), вакуумским и криогеним системима, а затим и обраде и анализе резултата. Конкретни задаци могу бити прилагођени различитим нивоима знања и 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:

- **Ментор:** др Ана Милосављевић – научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за физику чврстог стања**
- **Контакт:** ana.milosavljevic@ipb.ac.rs



др Ана Милосављевић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

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

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

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



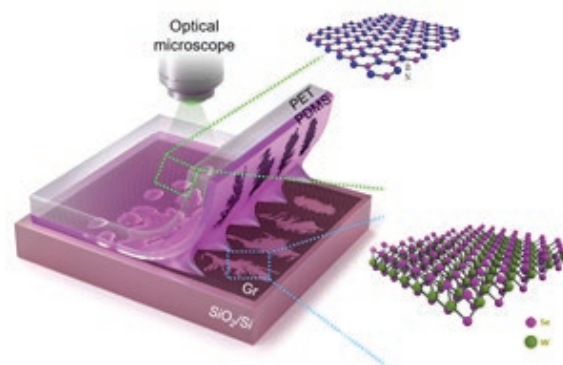
Енкапсулирање 2Д селенида осетљивих на ваздух коришћењем танких хекса бор-нитридних филмова

ОПИС ТЕМЕ:

Дводимензионални (2Д) селениди, попут WSe_2 , $SnSe_2$ поседују атрактивна оптоелектронска својства, али су изразито осетљиви на дејство кисеоника, влаге и светлости, што ограничава њихову употребу у амбијенталним условима. У овом истраживању планирано је формирање WSe_2 узорак дебљине од једног (до пет моно-слојева) на Si/SiO_2 супстратима, који ће бити енкапсулирани танким филмовима хексагоналног бор-нитрида (hBN) добијених Лангмир-Блоџетовом методом. hBN је одабран као заштитни слој због своје хемијске инертности, одличне механичке стабилности и способности да формира чисте, равне интерфејсе без увођења површинских дефеката. Тако формиране (хетеро) структуре биће детаљно проучаване коришћењем Раман спектроскопије, микроскопије атомских сила (АФМ), као и додатних карактеризационих техника по потреби, са циљем да се оцени ефикасност енкапсулације и очување структурних и функционалних својстава WSe_2 слојева.

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће у оквиру рада савладати технике припреме узорак дводимензионалних (2D) материјала, са посебним фокусом на микромеханичку ексфолијацију и суви трансфер узорак коришћењем полимерних носиоца, попут ПК/ПДМС система. У процесу рада студент ће научити како да идентификује монослојне и вишеслојне структуре помоћу оптичке микроскопије, као и како да изврши контролисано пребацивање 2D слојева на жељену подлогу или



унутар хетероструктура. Добијени узорци ће бити подвргнути примарној карактеризацији применом техника као што су Раман спектроскопија и микроскопија атомских сила (АФМ), а по потреби и фотолуминисценција (PL), ради процене дебљине, квалитета кристалне структуре и површинске топографије. Конкретни задаци и ниво укључености биће прилагођени нивоу знања, интересовањима и доступном времену студента, уз могућност проширења рада ка сложенијим анализама и припреми функционалних хетероструктура.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија физичке хемије или физике, који имају предзнање из квантне механике и физике кондензоване материје. Рад на пракси може се наставити у оквиру завршног (дипломског рада) или мастер рада.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јелена Пешић, виши научни сарадник
- **Број студената:** 1
- **Лабораторија за 2Д материјале**
- **Контакт:** jelena.pesic@ipb.ac.rs

Моделовање дефеката и јонског допирања у 2Д магнетним ван дер Валсовим материјалима коришћењем теорије функционала густине (DFT)

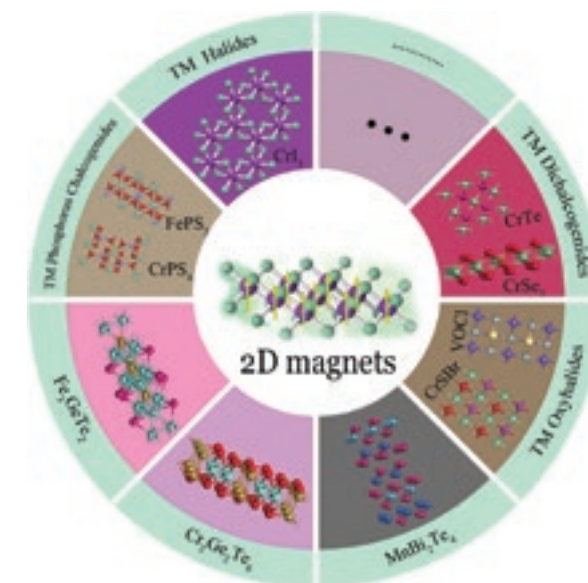
ОПИС ТЕМЕ:

Дводимензионални магнетни ван дер Валсови (vdW) материјали, попут Fe_3GeTe_2 , $CrSi/GeTe_3$, представљају платформу за развој нове генерације уређаја заснованих на спин-калоритроници и тополошком транспорту. Контролом концентрације дефеката (нпр. ваканција) и уношењем лаких јона као што су Li^+ или H^+ у међуслојне размаке, могуће је подесити магнетну текстуру. Циљ ове студентске праксе је да се применом теорије функционала густине (DFT) испитају стабилност и утицај дефеката и јонског допирања на структуру, магнетизам и електронске особине одабраног 2D магнетног система. Студент ће користити софтвере као што су Quantum ESPRESSO и Wannier90, и кроз симулације добити увид у процесе који контролишу спински транспорт у овим напредним материјалима.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе студент ће:

- Савладати основне концепте теорије функционала густине (DFT) и симулације магнетних 2D материјала;
- Научити да формира суперћелије са дефектима и интеркалираним јонима у 2D структурама;



- Спровести спин-поларизоване релаксације, рачунати енергије формације и магнетне моменте;
- Анализирати добијене резултате кроз графичке приказе, коришћењем Python алата;
- Представити резултате у форми кратке презентације или постера на интерном семинару и/или некој од радионица организованих у оквиру Центра за физику чврстог стања и нове материјале на IPB.

Конкретни задаци и ниво укључености биће прилагођени нивоу знања, интересовањима и доступном времену студента, уз могућност проширења рада ка сложенијим анализама.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних (завршне године) и мастер академских студија физике или физичке хемије, који имају предзнање из квантне механике и физике кондензоване материје. Рад на пракси може се наставити у оквиру завршног (дипломског рада) или мастер рада.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јелена Пешић – виши научни сарадник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за 2Д материјале**
- **Контакт:** jelena.pesic@ipb.ac.rs



др Јелена Пешић
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

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

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

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



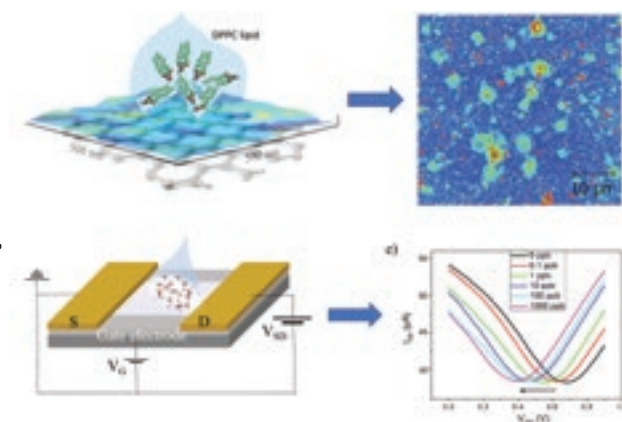
Испитивање сензорских особина графена функционализованог биолошким молекулама

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса ће обухватити испитивање сензорских особина хетероструктура формираних



депоновањем биолошких молекула – цистеина, тимина, липида – на танке графенске филмове. Студенти ће имати прилику да се упознају са техникама депозиције графена на чврсте подлоге, формирања хетероструктура са различитим биомолекулама, 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. Минимално време праксе је две недеље, а распоред рада ће бити договорен у складу са обавезама и расположивошћу инструмената у лабораторији. Пракса ће бити организована у периоду март-мај 2026. године.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Радмила Панајотовић – научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за 2Д материјале**
- **Контакт:** radmila@ipb.ac.rs



др Радмила Панајотовић
научни сарадник

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 IIb 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 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.



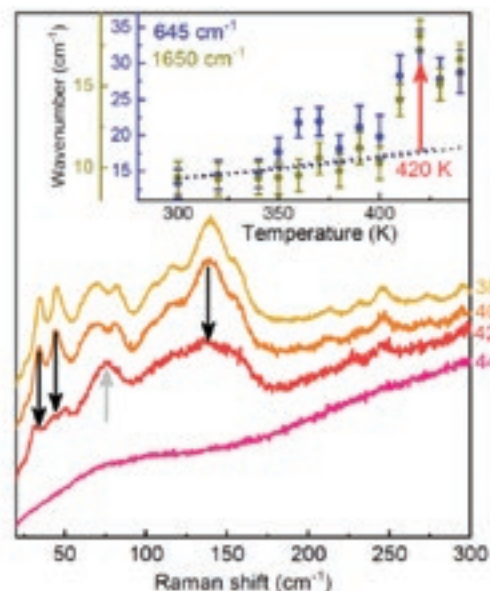
Утицај температуре на промену кристалне структуре фармацеутски активних супстанци

ОПИС ТЕМЕ:

Температура има значајну улогу у промени кристалне структуре фармацеутски активних супстанци (API – Active Pharmaceutical Ingredient), при чему може доћи и до појаве полиморфизма — феномена у коме иста хемијска супстанца кристалише у више различитих облика. То условљава разлике у физичкохемијским и фармакокинетичким својствима, као што су растворљивост и брзина растварања, стабилност, биорасположивост и брзина ослобађања API, што директно утиче на ефикасност и безбедност лека. Поред тога, температура може довести и до фазних прелаза који такође могу имати фармаколошке импликације. Како одређене кристалне структуре могу бити термодинамички стабилније на различитим температурама, па чак и прелазити једна у другу у току складиштења, неопходна је прецизна контрола температурних услова током производње и чувања. Осим тога, структурне промене које настају током загревања или складиштења могу довести до формирања деградационих производа који имају непожељна или токсична својства, што добија посебан значај у контексту еколошке одрживости и управљања фармацеутским отпадом. Раманова спектроскопија се истиче као моћна аналитичка метода за праћење температурски индукованих структурних промена. Њена способност да идентификује промене у кристалној структури и прати фазне прелазе у реалном времену на основу промена у енергијски ниском делу спектра, чини је изузетно вредном у развоју лекова, контроли квалитета и истраживањима стабилности, али и у процени утицаја API на животну средину.

ТОК ПРАКСЕ:

Пракса обухвата теоријску припрему, експериментални рад и интерпретацију резултата у циљу развијања практичних и аналитичких вештина. На почетку, студенти се упознају са основама кристалне



структуре материјала, полиморфизмом, као и значајем симетријске анализе у контексту физичко-хемијских и фармаколошких својстава фармацеутски активних супстанци. Следи практична обука за рад са Linkam микроскопском пећи, која омогућава прецизну контролу температуре током загревања узорка, што је од кључне важности за праћење температурски индукованих фазних прелаза. Студенти ће затим радити на раманском спектрометру Jobin Yvon T64000, где ће научити како да прикупљају спектре у контролисаним температурним условима, идентификују карактеристичне вибрационе модове и повежу их са структурним променама на молекулском и кристалном нивоу. Кроз анализу добијених спектралних података, студенти ће примењивати симетријску анализу да би разумели природу уочених модова и фазних трансформација. На крају праксе, очекује се да студенти самостално интерпретирају резултате и презентују закључке у писаној форми, што може послужити као основа за израду завршног или мастер рада.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија фармације, технологије или физичке хемије, а рад започет током праксе може бити продубљен кроз израду завршног или мастер рада.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јасмина Лазаревић — научни сарадник
- **Број студената:** 1
- **Лабораторија за квантне материјале**
- **Контакт:** jasmyna.lazarevic@ipb.ac.rs



др Јасмина Лазаревић
научни сарадник

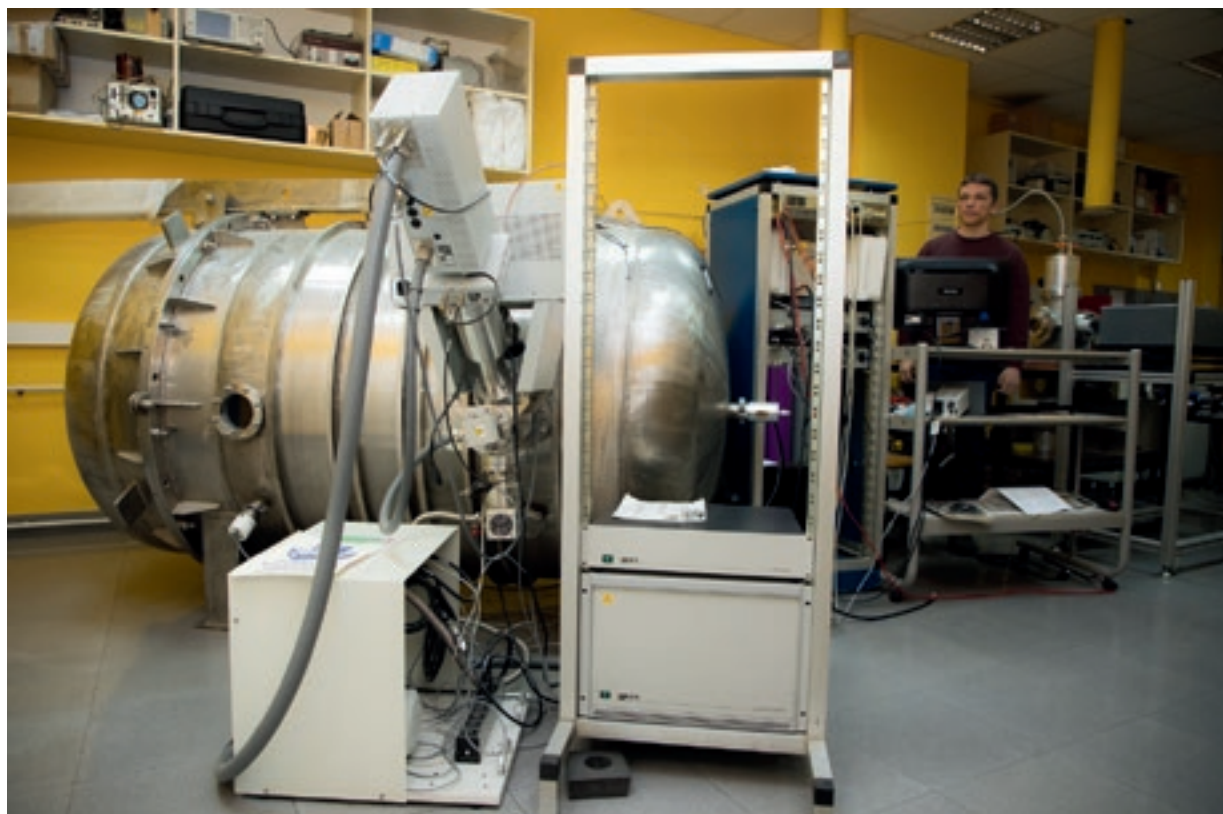
БИОГРАФИЈА

Др Јасмина Лазаревић је докторске академске студије завршила на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, где је 2020. године одбранила докторску дисертацију под називом „Раманова спектроскопија фармаколошки активних супстанци и биокатализатора“.

Претходно је студије завршила на Фармацеутском факултету Универзитета у Београду, где је 2011. године одбранила мастер рад на тему „Раманова спектроскопија у аналитичкој хемији“.

У свом истраживачком раду фокусирана је на фазне прелазе у фармаколошки активним супстанцама и идентификацију њихове кристалне структуре применом Раманове спектроскопије. Њен научни интерес обухвата и примену ове технике у проучавању биокатализатора и сложених хемијских система.





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 изузетних вредности се првенствено баве дизајном, конструкцијом и карактеризацијом извора неравнотежних плазми који раде на ниским притисцима и на атмосферском притиску. Ови извори пражњења се користе како за изучавање фундаменталних феномена тако и за разне врсте мултидисциплинарних примена. Извори плазме на ниским притисцима се претежно примењују у третманима материјала и нанотехнологијама, док се извори на атмосферском притиску користе за пречишћавање вода, примене у биологији, медицини и пољопривреди. Такође, део сарадника Центра се бави моделовањем пробоја у радиофреквентним пољима, сударних и транспортних процеса наелектрисаних честица у гасовима и софт-кондензованој материји, стримерских пражњења, транзијентних плазми у планетарним атмосферама итд.

Руководитељка Центра је др Невена Пуач, научна саветница.

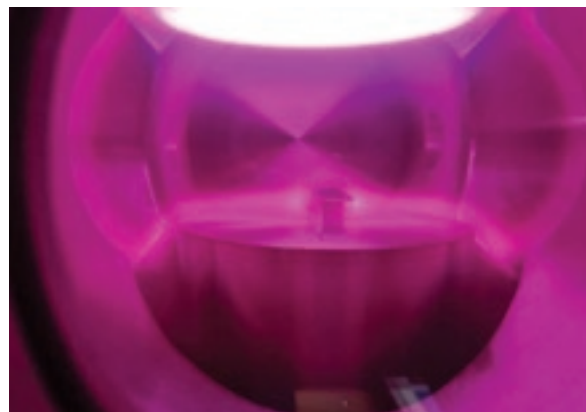
Оптичка емисиона спектроскопија високофрекветних пражњења на ниском притиску

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.

ТОК ПРАКСЕ:

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



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.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

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

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



реактора, осцилоскопа и електричних сонди, опреме за оптичку спектрометрију пражњења (спектрометар, ICCD камера) као и обраду података у програмском пакету Origin.

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:

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

Третмани течних узорка у пражњењима на атмосферском притиску

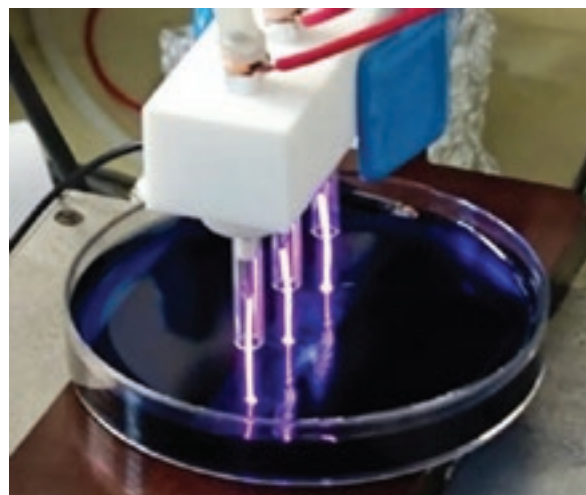
ОПИС ТЕМЕ:

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

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

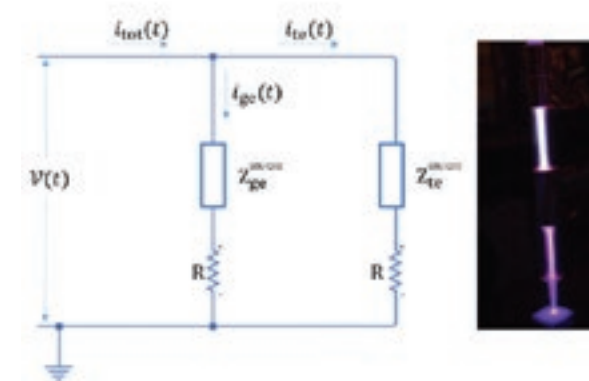
Модел електричног кола са пражњењем и анализа параметара кола

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Невена Пуач
научна саветница

БИОГРАФИЈА

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

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

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

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



др Никола Шкоро
научни саветник

БИОГРАФИЈА

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

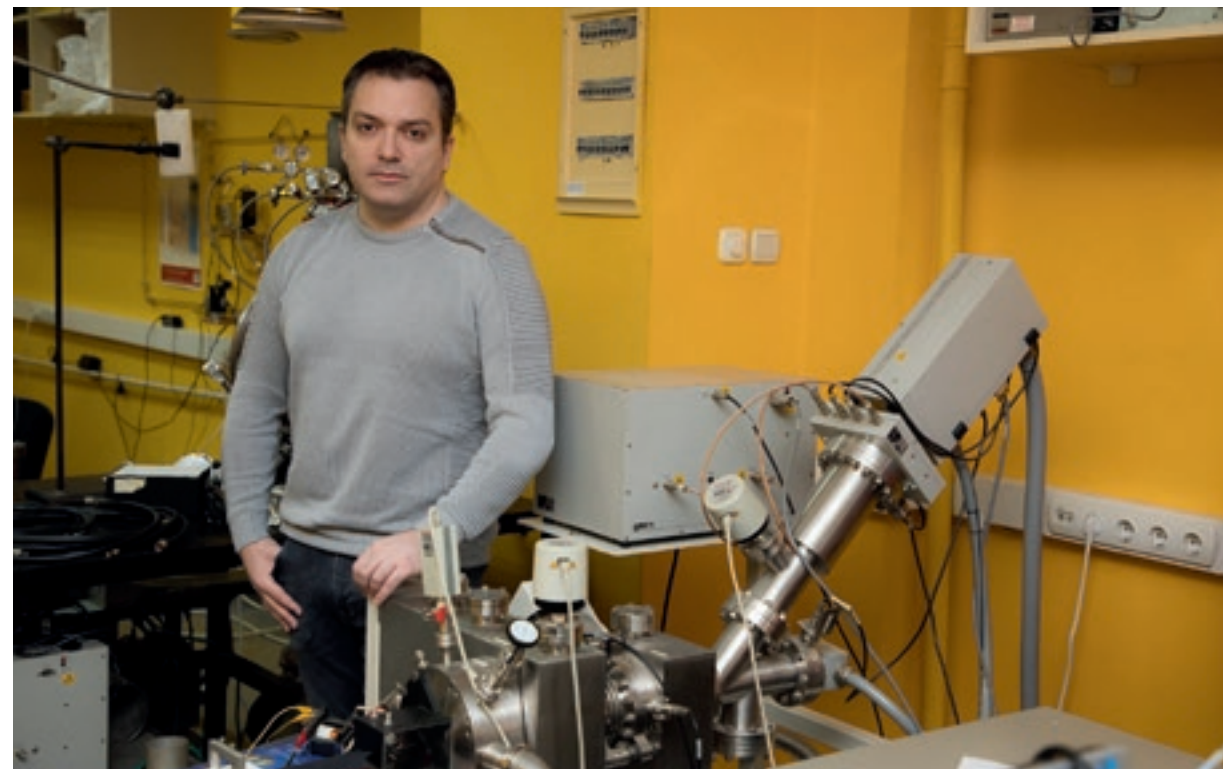
Након доктората као носилац Марија Склодовска Кири стипендије је боравио у НЦСР Демокритос у Атини.

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

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



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



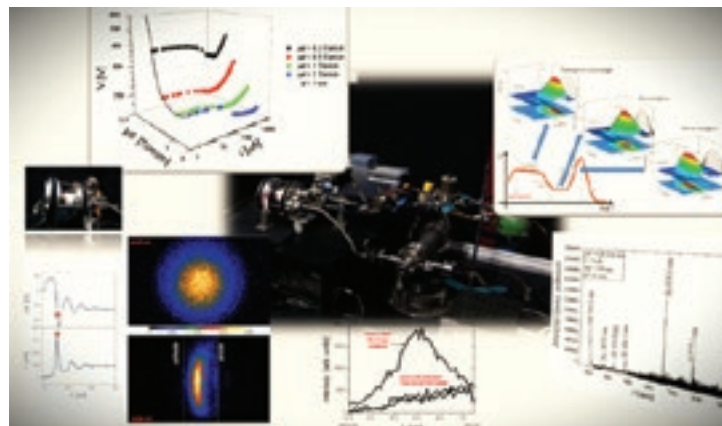
Оптичка и електрична мерења и анализа параметара електричног пробоја у гасовима

ОПИС ТЕМЕ:

Од електронских уређаја до индустријске плазме, процес пробоја у гасовима игра кључну улогу у бројним технологијама. Већина практично примењених неравнотежних плазми представља комбинацију рада у режиму јонизованог гаса (приелектродна област) и електронеутралне неравнотежне плазме. Пробој у гасу се иницијално одвија у условима слабе јонизације, где ројеви наелектрисаних честица дефинишу критичне параметре за његову реализацију. Након формирања пражњења, јављају се сложени плазма режими, у којима приелектродне области значајно утичу на коначне особине система. Ово истраживање фокусираће се на анализу механизма пробоја и процеса који регулишу његов развој, пружајући увид у фундаменталне, али и применљиве аспекте гасних пражњења – плазме.

ТОК ПРАКСЕ:

У оквиру ове теме студент/киња ће се упознати са експерименталним техникама које се користе у проучавању елементарних процеса, њихове кинетике и феноменологије пробоја и различитих режима гасних пражњења на ниском притиску. Кроз електрична мерења у широком опсегу радних услова и снимања емисије из пражњења (просторно и спектрално разложене емисије) добиле би се информације које би омогућиле идентификацију и боље разумевање процеса који одређују особине пробоја и пражњења. Студент/киња ће радити на експерименту заједно са истраживачима задуженим за ову тему, а ангажовање би обухватало експериментално



мерење (коришћење осцилоскопа и електричних сонди, опреме за оптичку детекцију (спектрометар, ICCD камера, оптички филтери)) и обраду добијених података у програмском пакету Origin.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер студија физике, физичке хемије и електротехнике. Није потребно посебно предзнање из области.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Драгана Марић – научна саветница, др Јелена Марјановић – научна сарадница
- **Број студената:** 1
- **Центар за неравнотежне процесе**
- **Контакт:** draganam@ipb.ac.rs, sivosj@ipb.ac.rs



др Драгана Марић
научна саветница

БИОГРАФИЈА

Др Драгана Марић је основне, магистарске и докторске студије завршила на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тему под називом „Просторна структура и основни кинетички процеси у гасним пражњењима на ниском притиску” одбранила је 2006. године.

Након доктората др Марић је као студент постдокторских студија боравила у Laboratoire de Physique et Technologie des Plasmas (LPTP), Ecole Polytechnique у Француској. У више наврата је као гостујући истраживач радила у NIBEC институту, University of Ulster, Белфаст, у Северној Ирској, као и на Ruhr University, Бохум, Немачка.

У Институту за физику је запослена 2000. године, а од 2016. године је у звању научног саветника.

Бави се истраживањима у области неравнотежних пражњења – DC пражњења на ниском притиску – експеримент и моделовање, пробој и просторно-временски развој пражњења, микропражњења на високом притиску, CCP RF пражњења, пробој у течностима и парама течности, RF пробој.



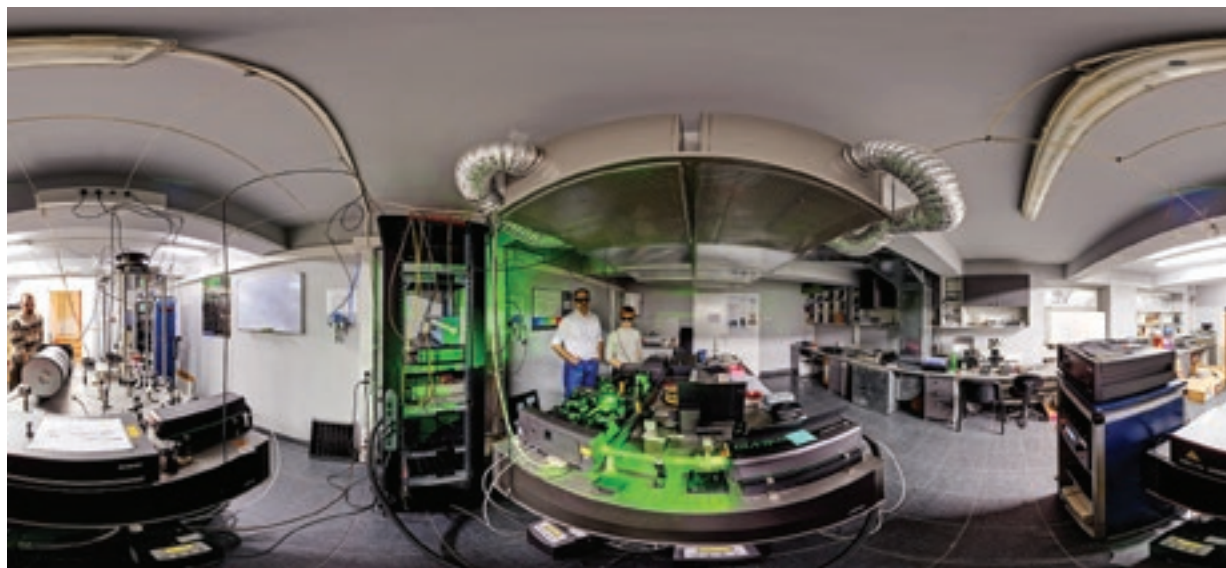
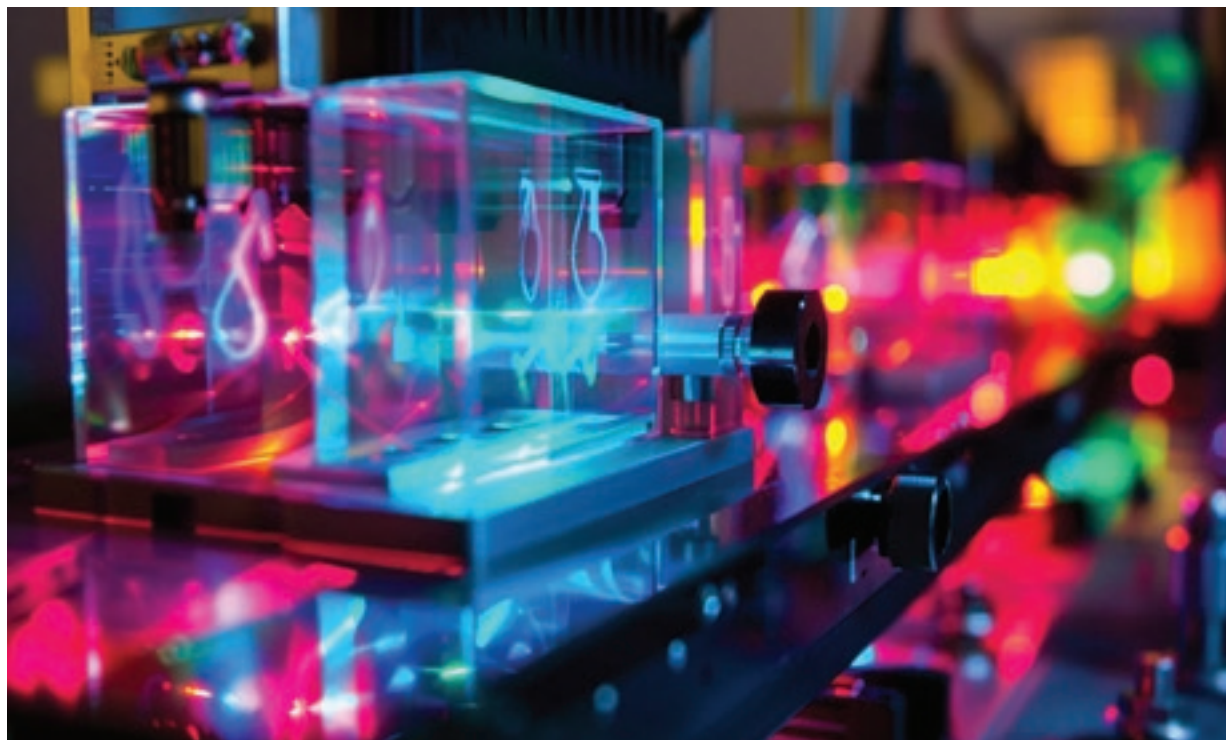
др Јелена Марјановић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

Др Јелена Марјановић је основне, мастер и докторске студије завршила на Физичком факултету Универзитета у Београду. Докторску тему под називом „Пробој и особине неравнотежних DC пражњења на ниском притиску у парама течности” одбранила је 2020. године.

У Институту за физику је запослена 2011. године, а од 2021. године је у звању научног сарадника.

Бави се истраживањима у области неравнотежних пражњења – пробој и DC пражњења на ниском притиску – експеримент, просторно-временски развој пражњења, пробој и пражњење на ниском притиску у парама течности, –RF пробој.



Центар за фотонику

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

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

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

Планирани су и први експерименти интеракције умрежених фотона са материјом.

Руководилац Центра је др Душан Арсеновић, научни саветник.

Утицај плазмонске архитектуре на оптички одговор (експериментална тема)

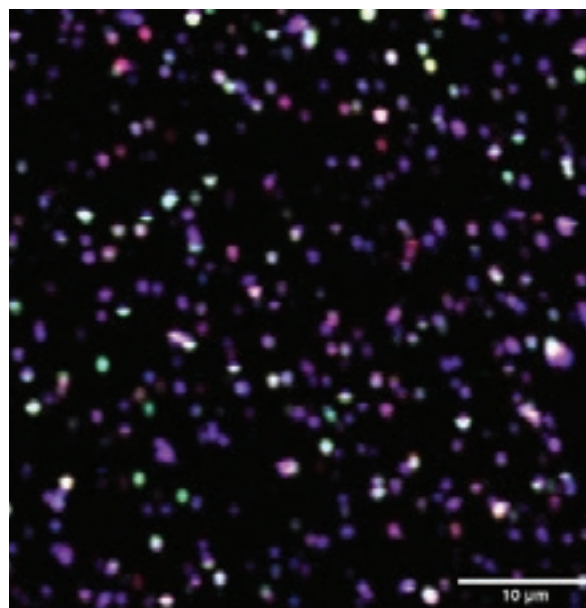
ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику,



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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Бојана Бокић
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

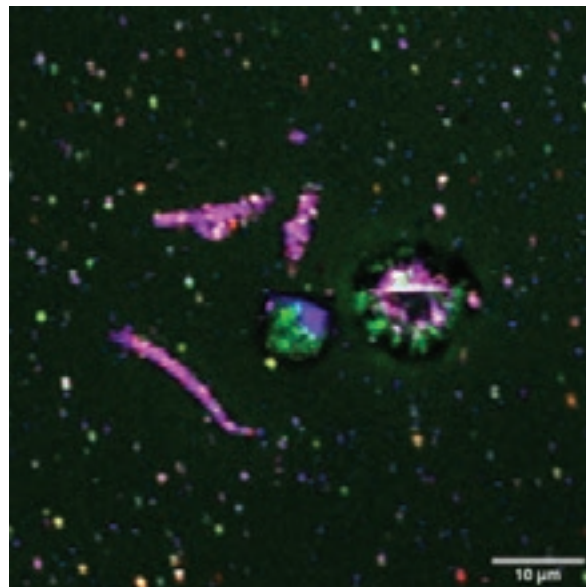
Др Бојана Бокић је основне и мастер студије завршила на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на смеру Физичка електроника. Докторску дисертацију под називом „Динамика простирања Еиријевих снопова у фоторефрактивним срединама“ одбранила је 2022. године на Физичком факултету Универзитета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

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

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



Линеарно и нелинеарно оптичко испитивање наночестица ретких земаља



ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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

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

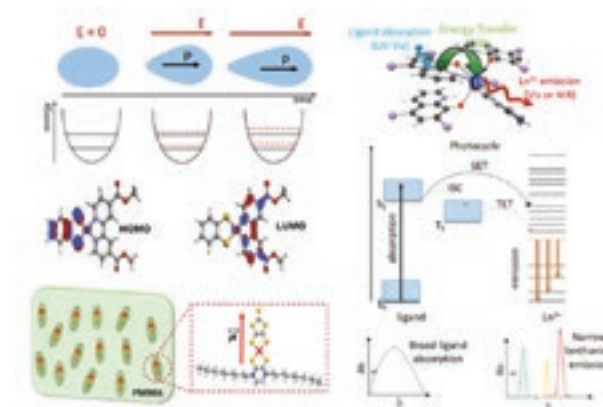
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Испитивање интеракције умрежених фотона са материјом (флуоресцентним пробама)



ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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

флуоресцентни одговор изазван умреженим фотонима и утицај плазмонске структуре на повећање оптичког одговора у односу на флуоресценцију изазвану класичним фотонима.

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Инверзни Фарадејев ефекат

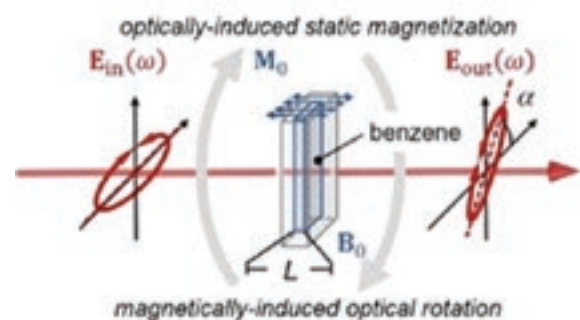
ОПИС ТЕМЕ:

У овој теми се користи интеракција између делокализованих електрона код бензена и порфириноида, који имају 18 делокализованих електрона, да се изазове инверзни Фарадејев ефекат, магнетооптички ефекат у коме се материја магнетизује елиптичном или кружно поларизованом побудном светлосћу. За побуђивање узорка користи се пикосекундни ласер како би се постигле густине магнетног флуksа у течностима и чврстим узорцима у опсегу од 1-100 T, нивое који су упоредиви или виши од импулсних магнетних поља добијених употребом електромагнета, али без присуства спољашњег магнета [Rodriguez ACS Photonics 2022, 9, 2510–2519]. Предложена студија ће омогућити додатну осетљивост, потенцијалну магнетну контролу агрегација и хиралну дискриминацију користећи интеракције светлост-материја. Такође, предложена студија отвара пут за даље обликовање својстава материјала и представља еколошку алтернативу традиционалној употреби магнета.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би обухватала испитивање интеракције пикосекундног зрачења са материјалима који имају критичан број делокализованих електрона. Поред пикосекундне интеракције, потпуна оптичка карактеризација (трансмисија, рефлексија, апсорпција и флуоресценција) датих материјала била би одрађена.

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са



пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одрадиће се на основу разговора заинтересованог студента/студенткиње са руководиоцем истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

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

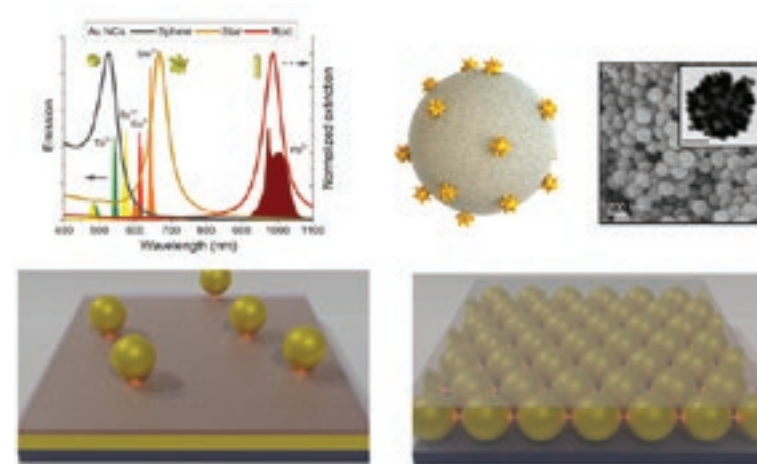
ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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

Напомена: Највећи део истраживања ће се реализовати у Лабораторији за нанофотонику, Института за физику, а мањи на Физичком



факултету Универзитета у Београду. Постоји могућност и кратког боравка у лабораторијама партнера са пројекта АРТЕМИС. Конкретна истраживања из предложених тема одредиће се на основу разговора заинтересованог студента/киње (његовог/њеног интереса) са руководиоцем истраживања.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

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

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би обухватала испитивање динамике различитих биофотонских структура методом холографије са циљем да се разуме како корелација између архитектура структуре и таласне дужине ласера (који се користе за загревање



узорка у току холографског експеримента) утиче на термални одговор наноструктуре. Предложени експеримент омогућава да се успостави веза између оптичког одговора структуре и нанодинамике (displacement at nanolevel). Додатно, студент/киња би био/ла укључен/а у термодинамичка испитивања нанофотонских структура методом DSC и TGA потребних да се у потпуности разуме термални одговор биолошких наноструктура.

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

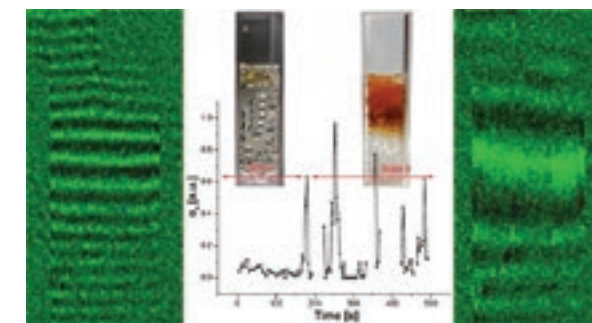
ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Интерферометријско испитивање нелинеарне динамике у магнетном пољу (експериментална тема)

ОПИС ТЕМЕ:

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



ТОК ПРАКСЕ:

Изабрани модел за студентску праксу је јединствена Бригс-Раушера осцилаторна реакција која, прво, има детерминистички образац (осцилаторну динамику), а касније се завршава фазним прелазом који се дешава насумично и без икакве познате везе са претходним детерминистичким стањем. Од суштинског значаја је разумети како магнетно поље (од 0.2 – 1.6 T) утиче на детерминистичку фазу реакције и на фазни прелаз. Предложена истраживања, отварају нове могућности за примену интерферометријских метода за проучавање динамике комплексних система.

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



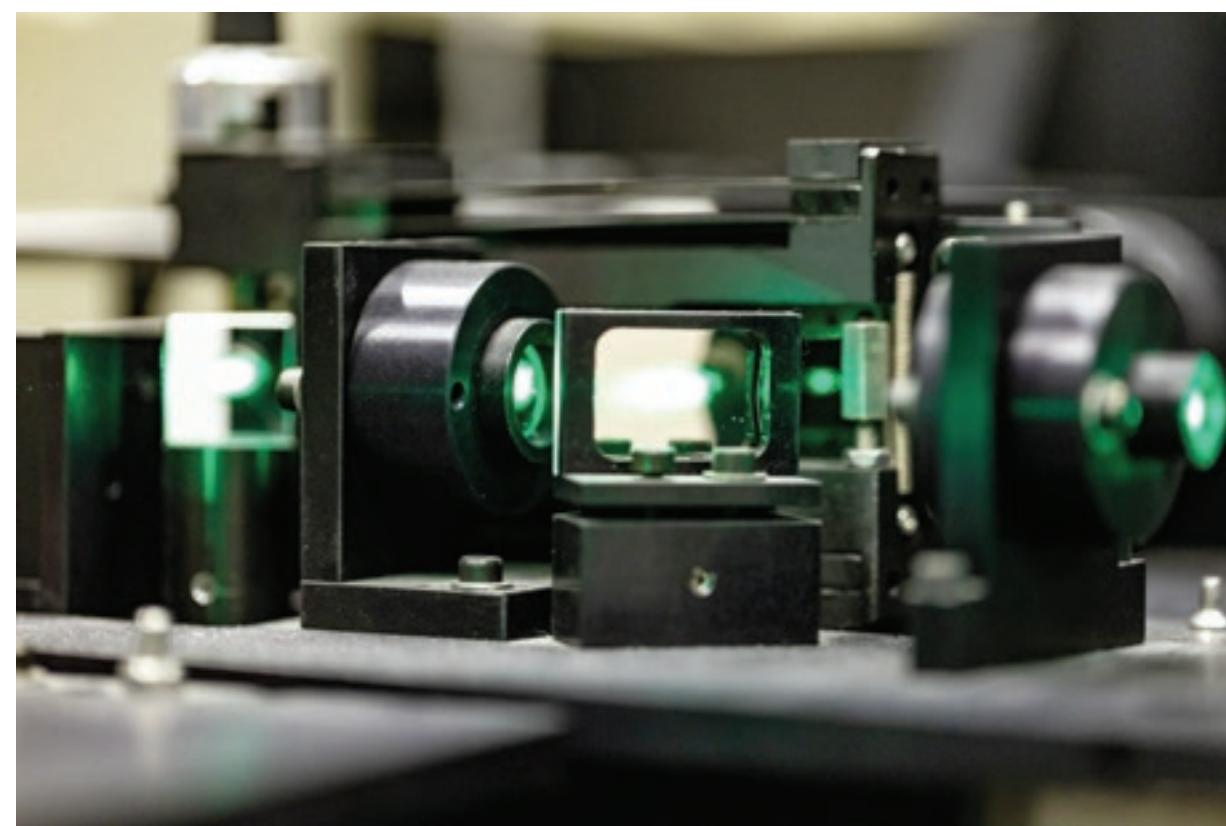
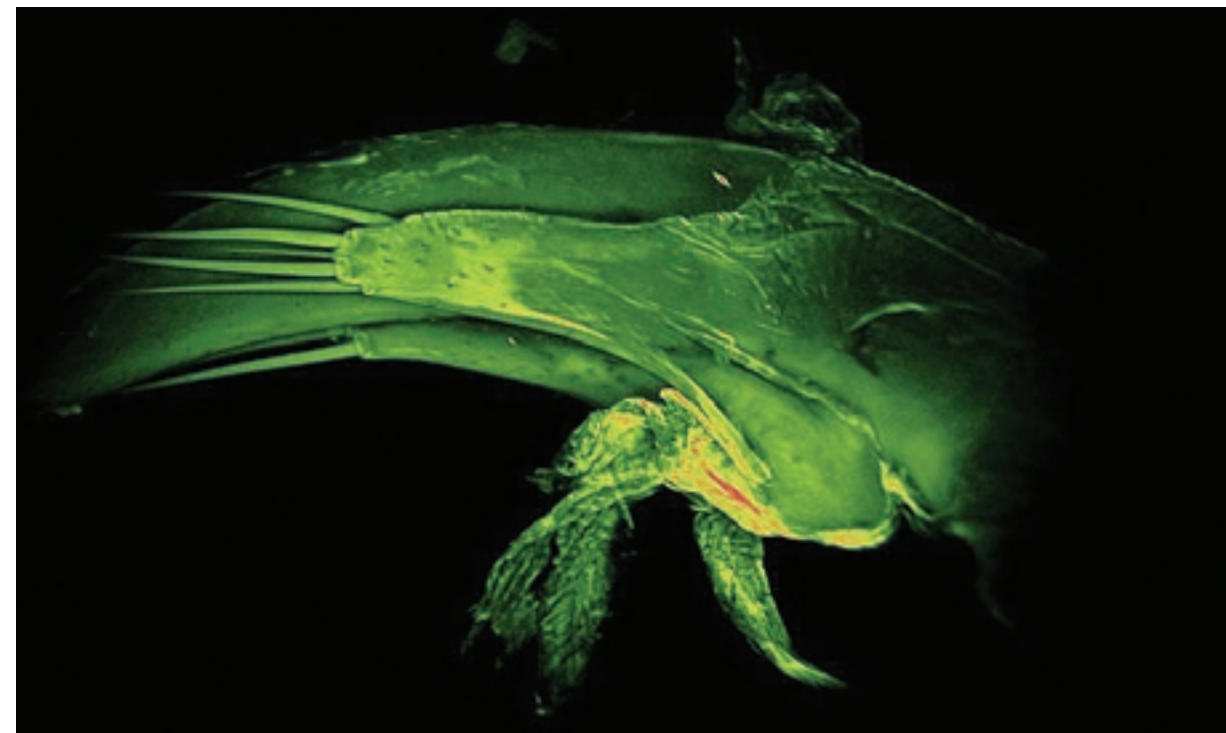
др Бранко Коларић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

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

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

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



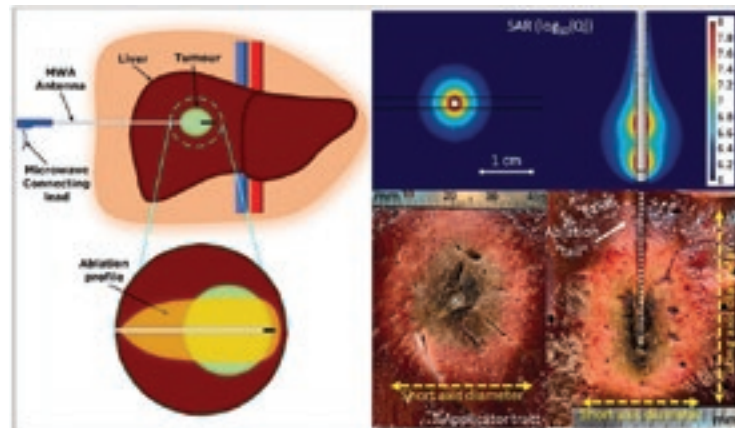
Моделовање микроталасне аблације тумора

ОПИС ТЕМЕ:

Микроталасна аблација представља минимално инвазивни метод уклањања тумора помоћу топлоте генерисане микроталасним зрачењем. Поред експерименталних метода, рачунарско моделовање представља један од кључних алата за оптимизацију ове процедуре како би се постигла некроза тумора уз минимално оштећење здравог ткива. У циљу што реалније симулације микроталасне аблације тумора, развили смо апликацију која је погодна за употребу, не само од стране научника и инжењера, већ и медицинског особља које не познаје математичке методе, али се сусреће са третманима микроталасне аблације у свакодневном раду. Математички модел процеса аблације се састоји од три основне компоненте. Прва компонента модела описује генерисање топлоте која настаје као последица микроталасне аблације је извор антена постављена у канцерозно ткиво. Ширење ових таласа кроз тумор и околно здраво ткиво одвија се у наносекундама, па се одговарајућа таласна једначина решава у фреквентном домену методом ивичних коначних елемената. Друга компонента описује простирање топлоте у ткиву. Овај процес је много спорији, и једначине преноса топлоте се стога решавају временски зависном варијантом методе нодалних коначних елемената. Трећа компонента описује деловање топлоте на туморске ћелије и динамику њиховог уништавања.

ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе, која интегриса знања из области рачунарске физике, инжењерства и онкологије, студенти ће имати прилику да активно учествују у свим фазама, од проучавања теоријских основа механизма микроталасне аблације до практичне примене генерисаног кода. Резултати оваквих симулација могу послужити као основа за планирање ефикасних и безбедних аблативних процедура прилагођених сваком пацијенту.



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Предложена пракса је намењена студентима Физичког факултета, Математичког факултета, Факултета за физичку хемију, Електротехничког факултета и Рачунарског факултета. Пожељно је познавање нумеричких метода.

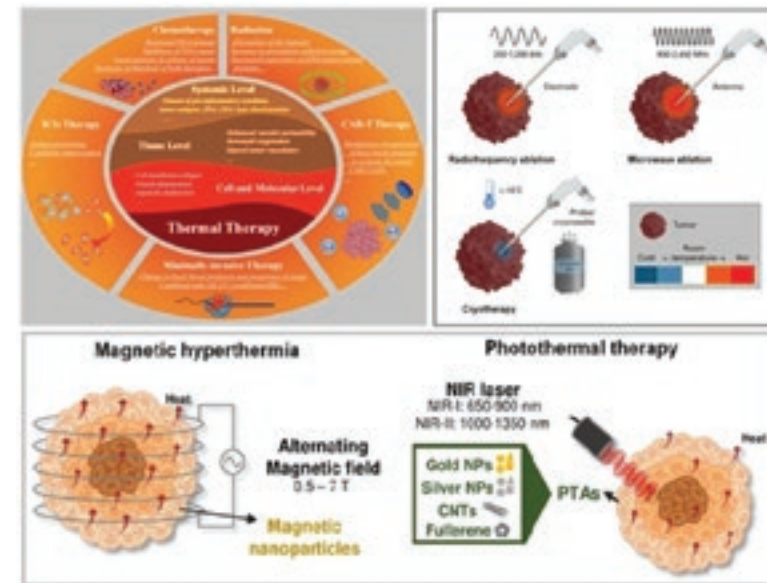
ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Развој савремене софтверске платформе за оптимизацију ефеката термалних терапија на туморима

ОПИС ТЕМЕ:

Термална терапија је техника која примењује топлоту за уништавање ћелија рака, или за повећање њихове осетљивости на зрачење и хемотерапију, чиме се синергички побољшава анти-туморски ефекат. Према оперативној температури, термалне терапије се могу категорисати у три модалитета: термална аблација ($>55^{\circ}\text{C}$), хипертермија ($>39\text{--}45^{\circ}\text{C}$) и криоаблација ($<-40^{\circ}\text{C}$). Без обзира на модалитет, ове терапије имају за циљ да изазову термалне ефекте у туморском делу ткива, уз минимално оштећење суседног здравог ткива. Међутим, контролисана примена топлоте на ткиво доноси значајне изазове, захтевајући стручност из различитих области, укључујући медицину, инжењерство и рачунарску физику. У оптимизацији термалних третмана, прецизно нумеричко моделовање процеса преноса топлоте кроз ткиво игра кључну улогу. Предложена тема представља иновативну иницијативу усмерену на развој софтверске платформе која ће омогућити тродимензионалну симулацију ефеката термалних терапија на туморе. Платформа ће укључивати реалистичне сценарије лечења, као што су реални модели тумора и услови у операционим салама, с циљем оптимизације резултата терапија. Овај интердисциплинарни приступ представља кључни корак у преобликовању будућности лечења карцинома кроз оптимизоване третмане, смањено време опоравка и ниже трошкове здравствене заштите.



ТОК ПРАКСЕ:

Током праксе, студенти ће имати прилику да се упознају са механизмима термалних терапија, да активно учествују у развоју софтверског алата за њихово моделовање, да креирају реалистичне моделе и анализирају резултате, што ће им пружити вредно практично искуство у иновацијама у области рачунарске физике и њене примене у здравству.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Предложена пракса је намењена студентима Физичког факултета, Математичког факултета, Факултета за физичку хемију, Електротехничког факултета и Рачунарског факултета. Пожељно је познавање нумеричких метода.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Марија Радмиловић-Рађеновић
научна саветница

БИОГРАФИЈА

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

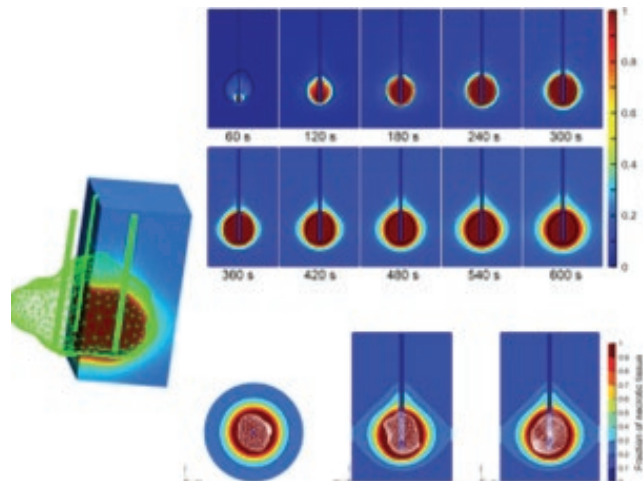
Од 2004. до 2005. године је била на постдокторском усавршавању на POSTECH, University of Science and Technology Pohang, у Јужној Кореји.

Запослена је у Институту за физику од 1992. године.

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



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



ОПИС ТЕМЕ:

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

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.

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.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Никола Бошковић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

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

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

У свом истраживачком раду др Никола Бошковић је радио на активностима развоја, унапређења и реализације планарних антена за потребе савремених комуникационих и радарских система.

Тренутно се бави применом нумеричких метода у биомедицини, при чему је фокус истраживања усмерен ка моделовању процеса аблације тумора коришћењем методе коначних елемената.



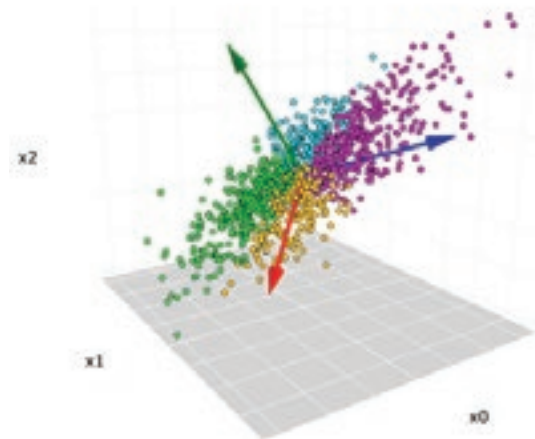
Примена метода машинског учења у обради фотоакустичких података

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

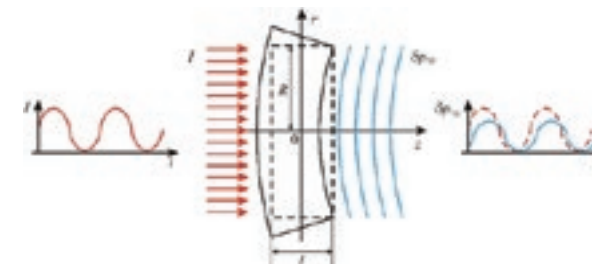
ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

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

ОПИС ТЕМЕ:

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



врста аналогije омогућава дизајнирање таквих фотоакустичких система који ће бити прилагођени анализи чврстих тела као једнослојних и вишеслојних структура и танких филмова.

ТОК ПРАКСЕ:

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Драган Маркушев – научни саветник
- **Број студената:** 1
- **Лабораторија за фотоакустику**
- **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 SF₆ 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.



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

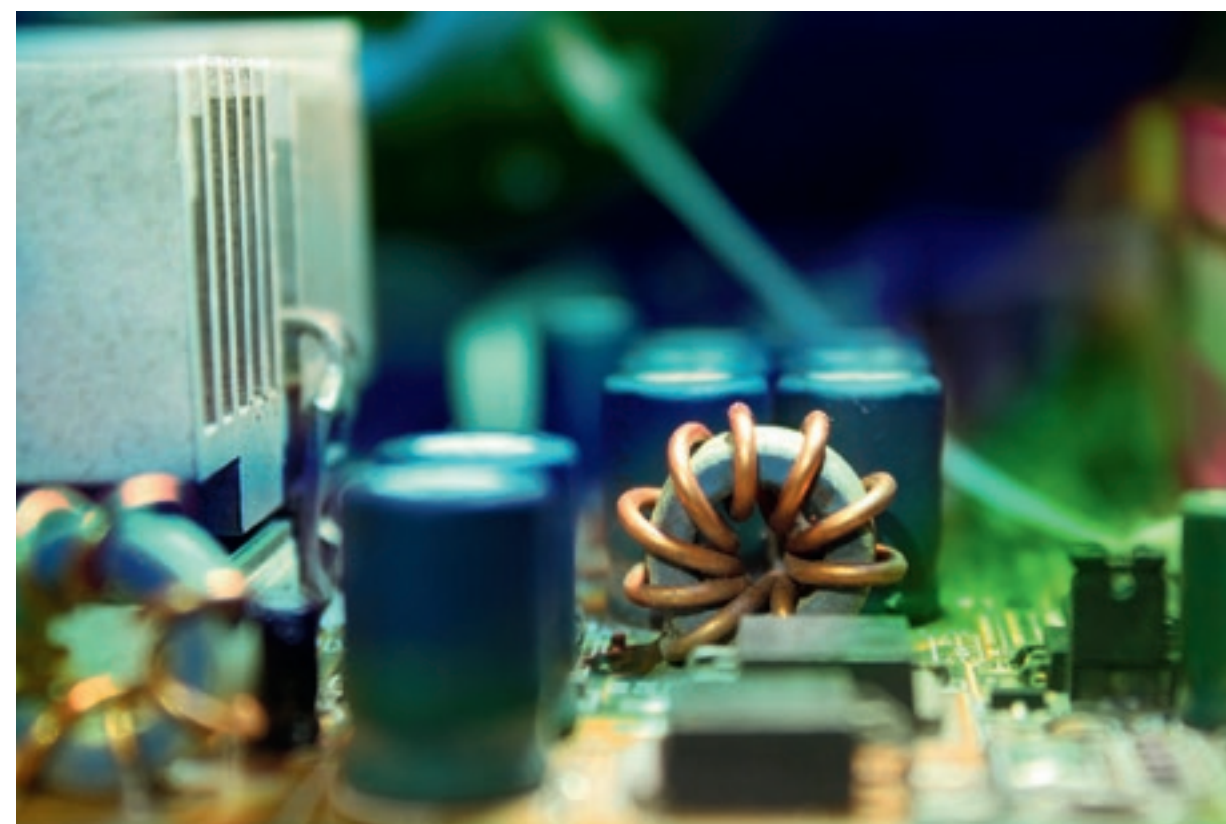


Фото: Pixabay

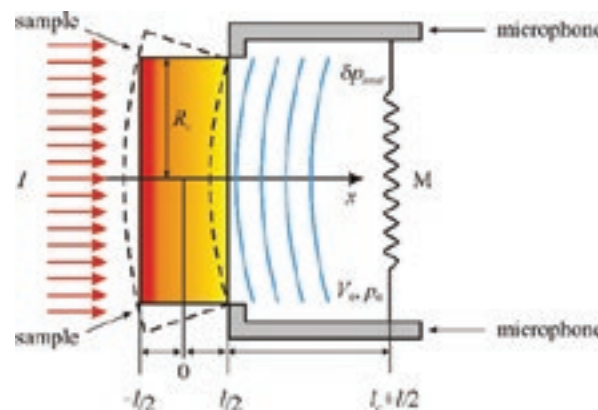
Звук као моћан алат за карактеризацију напредних материјала

ОПИС ТЕМЕ:

Фотоакустичка спектроскопија је део фототермалних наука и представља моћну неdestructивну 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 периодично 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:

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



др Марица Поповић
научни сарадник

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.

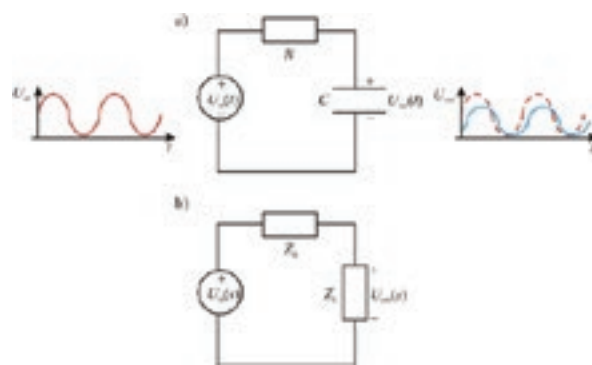
Научни рад др Марице Поповић одвија се у оквиру Физике материјала у области Фототермалних наука и фотоакустике. Научне активности обухватају теоријско-математичко моделовање процеса који се одвијају у фотоакустичним мерењима, развоју инверзних процедура за добијање жељених физичких параметара из фотоакустичних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



Примена електроакустичких аналогичја 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 аналогичјама 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 аналогичје између термоеластичне компоненте фотоакустичког сигнала и једноставних RC кола. Од студената се очекује да успоставе поменути аналогичју и пронађу карактеристичне вредности граничне фреквенце термоеластичног одзива одређеног материјала на два начина: анализом Бодевих дијаграма и анализом преносних функција. Пошто аналогичја 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 узорака. Успостављањем везе између граничне фреквенције и дебљине узорака, 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:

- **Ментор:** др Драгана Маркушев – научни сарадник
- **Број студената:** 1
- **Лабораторија за фотоакустику**
- **Контакт:** dragana.markusev@ipb.ac.rs



др Драгана Маркушев
научни сарадник

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“.

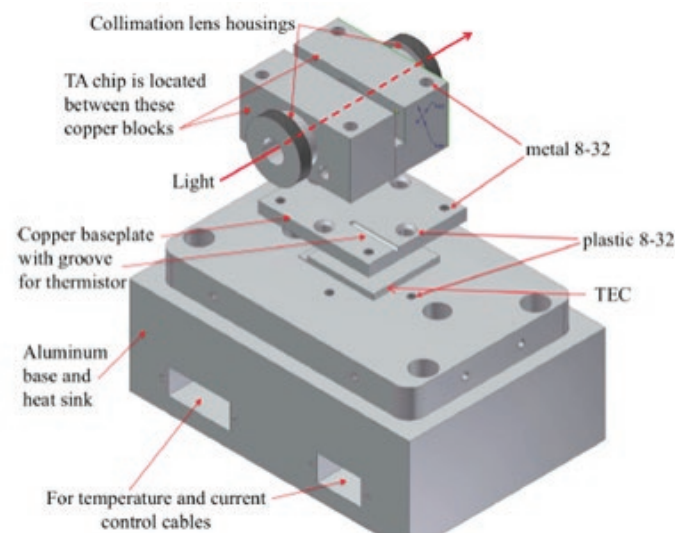
Од 2005. године ради у просвети као наставник физике и општег техничког образовања, а од краја 2021. године запослена је у Институту за физику када почиње активно да се бави науком и истраживањима.

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

Активно се бави и применама електро-акустичких аналогичја и машинског учења у фотоакустици.



Оптички полупроводнички појачавач за диодни ласер са екстерним резонатором



ОПИС ТЕМЕ:

Желиш да научиш како функционише ласер, али и да самостално склопиш и оптимизујеш реалну лабораторијску поставку? Ова пракса ти пружа управо то!

Диодни ласери са екстерним резонатором представљају изузетно флексибилне изворе светлости и често су први корак у разумевању савремених ласерских система. Кроз уводни део праксе, упознаћеш се са радом диодног ласера, који се примењује у бројним експериментима из области квантне и нелинеарне оптике, методама његове карактеризације, подешавањем таласне дужине и стабилизацијом ласерске емисије.

Након тога, фокус се премешта на рад са оптичким полупроводничким појачавачем (tapered amplifier, TA) — компонентом која омогућава значајно појачање ласерског зрака и омогућава примену у експериментима који захтевају високу снагу и прецизну контролу зрачења. Радићеш са системом који се користи у напредним истраживањима из области атомске и нелинеарне оптике. Научићеш како да дизајнираш, повежеш и оптимизујеш цео систем: од ласера и појачавача, до оптичких елемената попут сочива, $\lambda/2$ и $\lambda/4$ плочица, поларизатора и детектора.

ТОК ПРАКСЕ:

Пракса почиње кроз упознавање са основама рада диодног ласера са екстерним резонатором. Студенти ће обављати мерења струје прага ласерске емисије, вршити спектралну анализу емитованог зрачења, подешавати таласну дужину и применити једну од метода фреквенцијске стабилизације.

У наставку праксе, студенти ће радити са оптичким појачавачем (TA), где ће се фокусирати на подешавање и појачавање ласерског зрака, анализу параметара појачања и стабилан рад у реалним лабораторијским условима. Ова фаза праксе подразумева учешће у осмишљавању и реализацији целокупне оптичке поставке — од ласера и појачавача до електронске контроле и оптичких елемената попут сочива, поларизатора, $\lambda/2$ и $\lambda/4$ плочица, на крају, и детектора. Студенти ће бити укључени и у машинску обраду потребних делова и практичну интеграцију целог система.

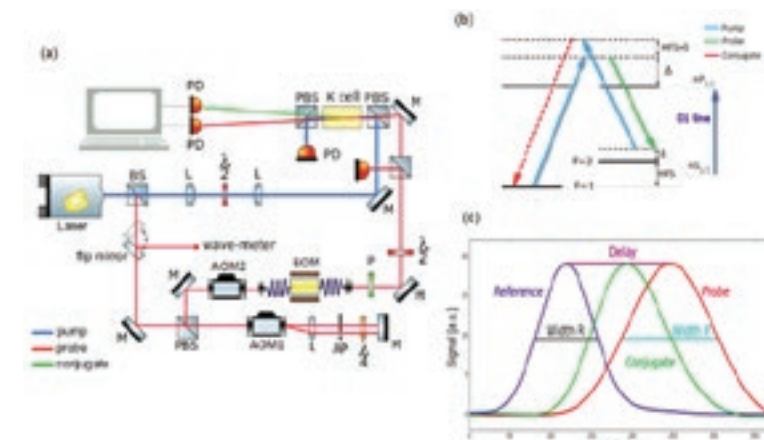
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Марија Ђурчић — научни сарадник
- **Број студената:** 1
- **Лабораторија за квантну биофотонику**
- **Контакт:** marijac@ipb.ac.rs

Успоравање светлосних пулсева кроз нелинеарни ефекат четворталасног мешања у пари калијума



ласерима, прецизном оптиком, као и симулацијама сложених нелинеарних процеса. За студенте, то представља ретку прилику да се укључе у актуелна и фундаментално значајна истраживања, уз стицање вештина корисних и у академији и у индустрији.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса на ову тему може обухватати експериментални и/или теоријски рад, у зависности од афинитета заинтересованих студената. На почетку праксе студенти ће се упознати 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 четворталасног мешања. Други део праксе би у фокусу имао рад на постојећем нумеричком моделу за симулирање динамике поменутог система и његову надоградњу.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Пожељно је претходно искуство у раду са Mathematica-ом или C++-ом. Тема је идеална за студенте који желе да се упознају са експерименталним радом и нумеричким симулацијама, а може бити и основа за израду дипломског или мастер рада.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Марија Ђурчић — научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за квантну биофотонику**
- **Контакт:** marijac@ipb.ac.rs

Амплитудско стискање светлости кроз нелинеарни ефекат четвороталасног мешања у пари калијума

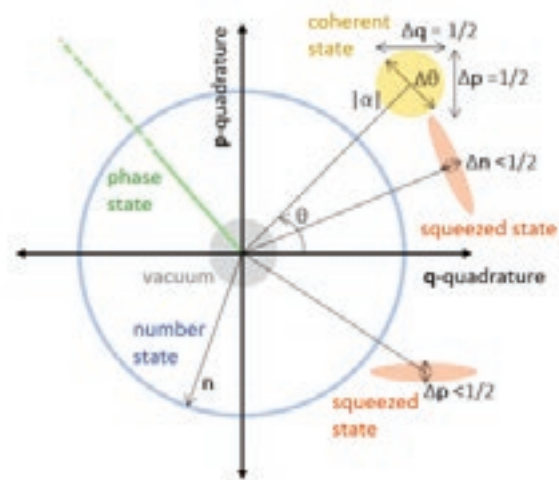
ОПИС ТЕМЕ:

Савремена квантна оптика нуди низ фасцинантних феномена који не само да продубљују наше разумевање природе светлости, већ отварају врата новим технологијама у области квантне комуникације и сензорике. Један од таквих феномена је амплитудско стискање светлости – процес у којем се квантне флукуације електричног поља смањују испод стандардног квантног шума, што омогућава детекцију и манипулацију светлосних сигнала са већом прецизношћу.

У оквиру ове теме, фокус је на генерисању квантних корелација и стиснутих стања путем четвороталасног мешања у пари калијума, једног од најједноставнијих атомских система за реализацију нелинеарних интеракција. Таква стања су основа за примене у квантној метрологији, криптографији и сензорима нове генерације. Пракса је усмерена на теоријско моделовање ових процеса – разумевање услова под којима долази до појаве стискања, анализа улоге квантних флукуација, као и истраживање начина за оптимизацију и контролу генерисаних корелација. Рад се ослања на савремене теоријске алате и повезан је са актуелним истраживањима у области квантне оптике на Институту за физику.

ТОК ПРАКСЕ:

Пракса започиње упознавањем са основама нелинеарне и квантне оптике, као и са специфичностима четвороталасног мешања у реалним атомским системима. Након тога,



студенти ће радити на развијању теоријских модела заснованих на Хајзенберг-Ланжевеневим једначинама. Посебан акценат биће стављен на симулацију генерисања стиснутих стања, као и на квантну анализу сигнала у присуству реалних извора шума.

У напреднијој фази праксе, студентима ће бити понуђен рад на већ постојећим кодовима и нумеричким симулацијама у Python-у или Mathematica-и, као и простор за самостално унапређивање модела кроз примену додатних физичких ефеката (нпр. бафер гасови, просторна зависност снопа, итд). Резултати теоријског моделовања би били поређени са експерименталним.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Пожељно је знање и искуство коришћења Matlab-a, Python-a или Mathematica-e. Рад на пракси може резултирати дипломским или мастер радом.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Марија Ђурчић – научни сарадник
- **Број студената:** 1
- **Лабораторија за квантну биофотонику**
- **Контакт:** marijac@ipb.ac.rs

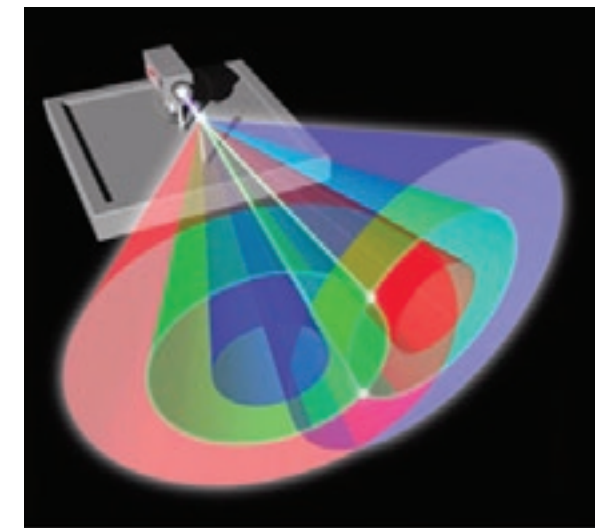
Извор квантно корелисаних фотона заснован на спонтаној параметарској конверзији (Spontaneous parametric down-conversion, SPDC)

ОПИС ТЕМЕ:

Спонтана параметарска конверзија (Spontaneous Parametric Down-Conversion, SPDC) представља један од најпоузданијих и најмоћнијих метода за генерисање парова квантно повезаних фотона – ресурса који лежи у срцу савремених достигнућа у квантној оптици и квантним технологијама. У овом процесу, фотон из снажног ласера (пумпе) пролази кроз нелинеарни кристал и том приликом се спонтано разлаже на два фотона ниже енергије – тзв. signal и idler фотон – уз потпуно очување енергије и импулса система. Ови фотони не само да су квантно повезани, већ поседују особине које се могу прецизно контролисати и подешавати.

Избором различитих врста нелинеарних кристала, као што су литијум ниобат (LiNbO_3) или периодично поларизовани калијум титанил фосфат (ppKTP), омогућено је подешавање параметара генерисаних фотона – укључујући таласну дужину, поларизацију и просторне модове – чиме се SPDC извор може прилагодити специфичним захтевима различитих експерименталних конфигурација.

Фокус ове студентске праксе је на изградњи, прецизном подешавању и карактеризацији SPDC извора у реалним лабораторијским условима. Студенти ће имати прилику да се упознају са методама квантне корелације, интерферометријским техникама и техникама двоструког откривања (coincidence counting), као и да стекну практична знања која су директно применљива у савременој квантној физици, комуникацијама и информационим технологијама.



© European Space Agency

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће током праксе радити на дизајну и реализацији SPDC извора, што подразумева избор и уградњу кристала у оптички систем, стабилизацију температуре, позиционирање зрака пумпе и оптимизацију услова за генерисање овог процеса. Након тога следи фаза карактеризације генерисаних фотонских парова – мерење временских корелација, просторно-временска коинциденција и одређивање степена увезаности. Студент ће имати прилику да ради и са детекторима појединачних фотона, као и са софтверским алатима за обраду мерених података. У оквиру праксе биће могућа и поређења између различитих кристала и система, са циљем оптимизације за конкретне примене (нпр. квантна микроскопија, квантне комуникације, итд.).

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Пожељно је основно познавање квантне механике и оптике. Рад на пракси може резултирати дипломским или мастер радом.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

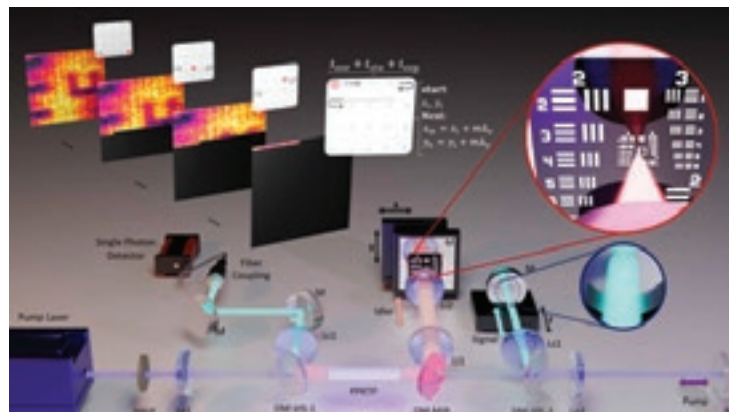
- **Ментор:** др Марија Ђурчић – научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за квантну биофотонику**
- **Контакт:** marijac@ipb.ac.rs

Квантно сликање са недетектованом светлошћу (Quantum imaging with undetected light, QIUL): изградња, карактеризација и оптимизација

ОПИС ТЕМЕ:

Квантно сликање са недетектованом светлошћу (Quantum Imaging with Undetected Light, QIUL) помера границе онога што подразумевамо под “гледањем”. Овај иновативни приступ у квантној оптици омогућава визуализацију објекта без да светлост која носи информацију о њему икада физички са њим ступи у контакт. Уместо тога, слика се реконструише уз помоћ његове квантно повезане копије - фотона који “није видео” објекат, али зна све о њему. Тајна овог процеса лежи у феномену спонтане параметарске конверзије (Spontaneous Parametric Down-conversion, SPDC), у којем се један фотон ласера (пумпе), пролазећи кроз нелинеарни кристал, спонтано разлаже на пар квантно корелираних фотона: један путује ка узорку, други ка детектору - али заједно носе потпуну слику.

Фокус праксе је на изградњи и карактеризацији функционалног QIUL система у лабораторији, истражујући како избор нелинеарног кристала - попут литијум ниобата (LiNbO_3) или периодично поларизованог калијум титанил фосфата (ppKTP) - утиче на ефикасност, контраст и просторну резолуцију добијене слике. Посебна пажња биће посвећена различитим интерферометријским конфигурацијама, као што су Мајкелсонова и Мирау геометрија, које омогућавају fino подешавање интерференционих услова и стабилности сигнала. Студенти ће имати прилику да раде са напредним фотонским изворима и активно учествују у креирању система који пркосе класичним концептима оптичке слике.



ТОК ПРАКСЕ:

Пракса ће започети упознавањем са основама SPDC процеса, квантних корелација и интерферометријских техника. Студенти ће затим учествовати у дизајнирању и склапању SPDC извора са различитим кристалима, као и у прецизном подешавању интерферометријске геометрије у QIUL конфигурацији.

Посебна пажња биће посвећена карактеризацији система кроз мерења кохеренције, просторне резолуције и стабилности, као и компаративној анализи различитих геометрија и кристала. У завршној фази праксе, студенти ће имати прилику да израде кратак извештај са резултатима и предложе могуће правце даље оптимизације система.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Пожељно је основно познавање квантне механике и оптике. Рад на пракси може послужити и као основа за дипломски или мастер рад.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

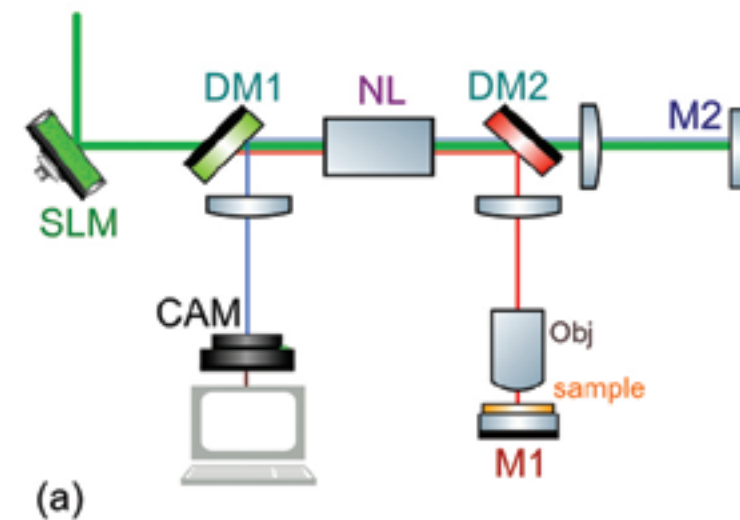
- **Ментор:** др Марија Ђурчић – научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за квантну биофотонику**
- **Контакт:** marijac@ipb.ac.rs

Квантно сликање са недетектованом светлошћу (QIUL): теоријска анализа, симулације и оптимизација SPDC процеса и интерферометријских конфигурација

ОПИС ТЕМЕ:

Квантно сликање са недетектованом светлошћу (QIUL) представља један од најфасцинантнијих концепата савремене квантне оптике, који отвара могућности за добијање слике објекта без икакве интеракције са светлошћу која се детектује. Овај феномен заснива се на концепту квантних корелација између парова фотона насталих у процесу спонтане параметарске конверзије (SPDC) у нелинеарним кристалима и процесу индукване кохеренције. Док један фотон (недетектовани) пролази кроз узорак, његова квантно повезана „копија“ (детектовани фотон) преноси пуну информацију о објекту, што чини овај процес истовремено контраинтуитивним и изузетно моћним.

Уместо експерименталне реализације, ова пракса је усмерена на детаљну теоријску анализу и нумеричке симулације: од квантно-оптичког описа SPDC процеса до интерферометријских поставки које омогућавају QIUL. Студенти ће истраживати како различити параметри - тип кристала (нпр. LiNbO_3 , ppKTP), фаза снопа пумпе, таласна дужина и конфигурација интерферометра (Мајкелсон, Мирау)- утичу на ефикасност, просторну резолуцију и стабилност слике. Кроз симулације и аналитичке прорачуне биће разматрани услови за постизање оптималне кохерентности и снажних квантних корелација.



ТОК ПРАКСЕ:

Пракса ће започети систематским упознавањем са квантно-оптичким моделом SPDC процеса и математичким формализмом фотонских парова. Затим ће се развити модели за опис интерференционих конфигурација и симулације QIUL поставке уз различите улазне параметре. Студенти ће користити алате као што су Python, Mathematica или Matlab за нумеричку анализу, а посебан фокус биће на визуелизацији слике, анализи шума, као и предвиђању оптималних услова за рад.

У завршној фази, полазници ће имати прилику да предложе иновативне методе за унапређење постојећих шема квантног сликања и саставе извештај који може послужити као основа за даљи истраживачки или дипломски рад.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима основних и мастер академских студија електротехнике и физике. Пожељно је основно познавање квантне механике и оптике. Рад на пракси може послужити и као основа за дипломски или мастер рад.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Марија Ђурчић – научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за квантну биофотонику**
- **Контакт:** marijac@ipb.ac.rs



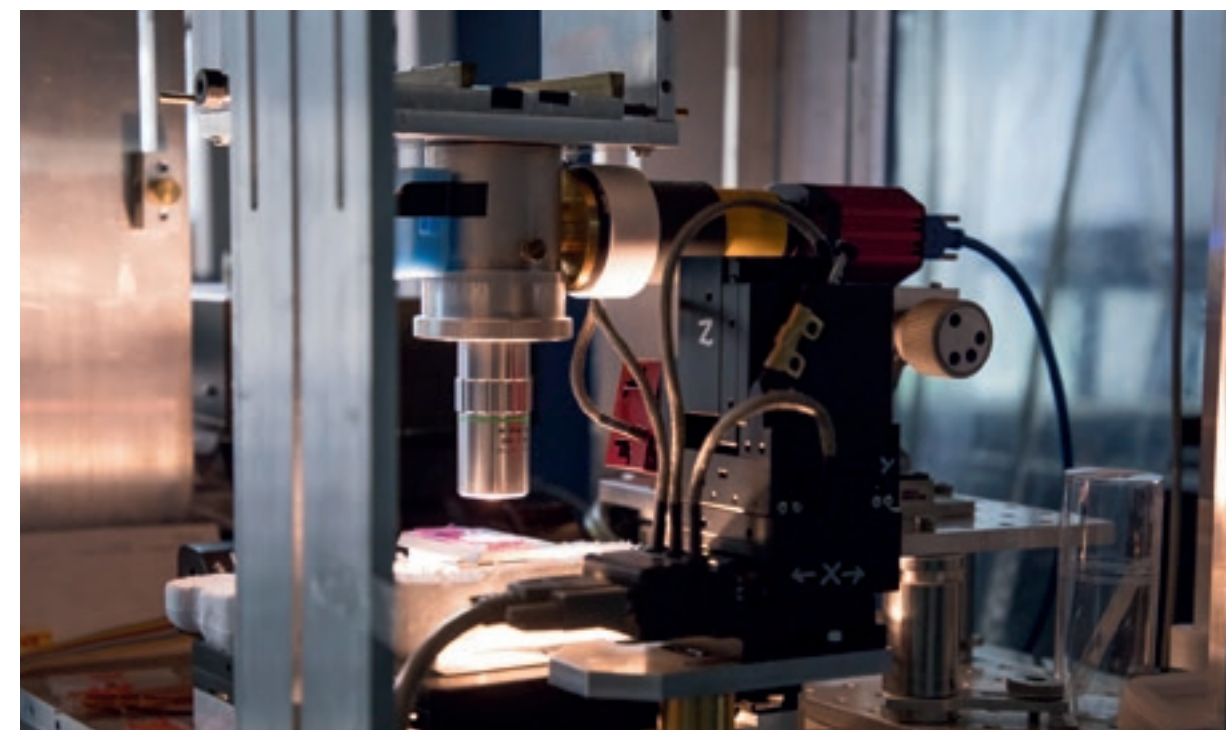
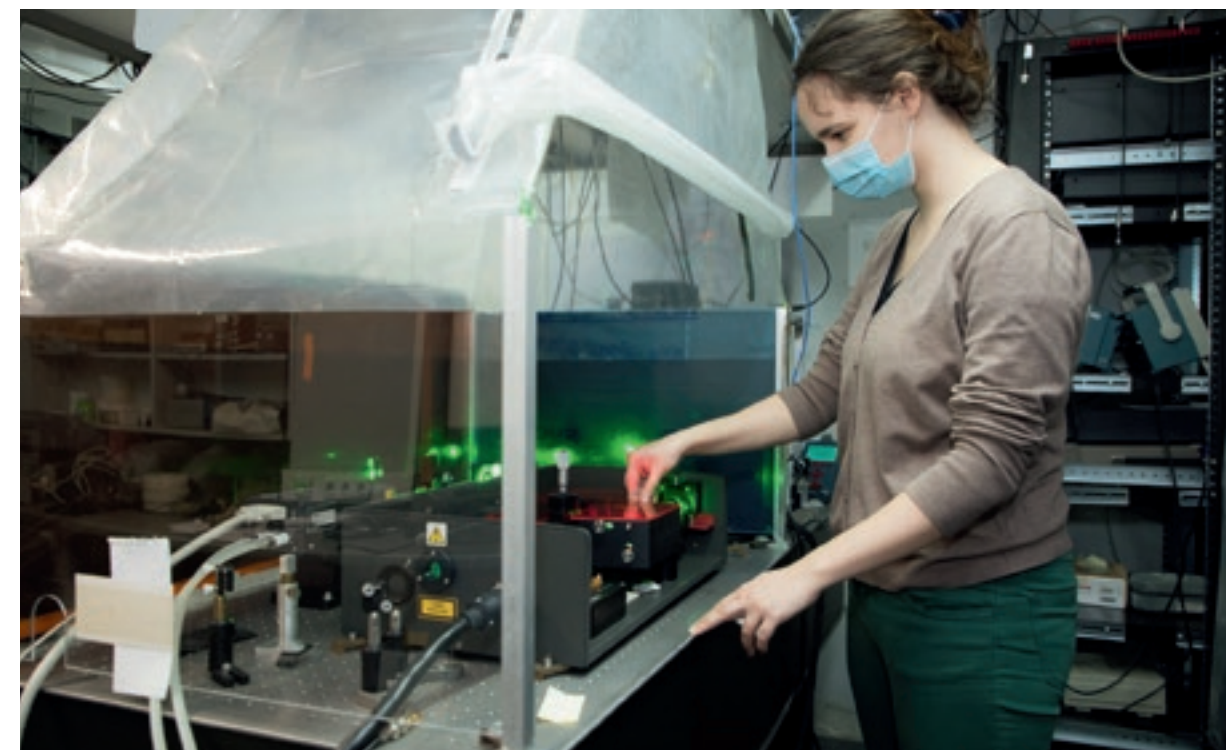
др Марија Ђурчић
научни сарадник

БИОГРАФИЈА

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

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

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



Контрола и манипулација светлости у фотонским решеткама



ОПИС ТЕМЕ:

Тема праксе обухвата упознавање са актуелном облашћу нелинеарне фотонице, која интегрише знања из оптике, електронике и физике чврстог стања. Студенти ће се бавити реализацијом фотонских решетки техником оптичке индукције у фоторефрактивним кристалима, испитивањем начина формирања нових класа апериодичних структура и истраживањем ефеката пропације и локализације светлости у таквим структурама.

ТОК ПРАКСЕ:

Уводни део: упознавање са основним принципима нелинеарне фотонице и фотонских решетки, радом у лабораторији и опремом.

Лабораторијски рад: реализација фотонских решетки техником оптичке индукције у фоторефрактивном кристалу.

Нумеричко моделирање: паралелно са експериментом, студенти ће радити на нумеричком моделирању пропације светлости и формирања фотонских решетки помоћу софтвера као што су MATLAB, Python, Fortran итд. (са библиотекама за симулацију оптичких поља, нпр. Beam Propagation Method – BPM или Split-Step Fourier Method). Моделирање ће служити као подршка експерименту и за упоређивање добијених резултата.

Обрада података: мерење, анализа и визуализација оптичких особина реализованих структура, као и упоређивање са нумеричким моделима.

Напредни рад: истраживање пропације и локализације светлости у апериодичним и хиралним фотонским структурама, са могућношћу модификације модела и експерименталних услова на основу добијених резултата.

Динамика: пракса се реализује уживо у лабораторији, уз могућност уживо и онлајн консултација. Нумерички део се ради самостално или у лабораторији, у договору са ментором. Предвиђено је 2–3 лабораторијске сесије недељно, уз самосталан рад на моделирању и анализи.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Студентима завршних година мастер студија физике (посебно смерова Оптика и Фотоника), електротехнике (смер Електроника или Физичка електроника) и студија техничко-технолошких факултета, као и будућим студентима докторских академских студија истих факултета.

Пожељно је предзнање из области оптике и основа фотонице. Није неопходно претходно лабораторијско искуство, али је пожељна самосталност у коришћењу софтвера за обраду података.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јадранка Васиљевић – научни сарадник
- **Број студената:** до 2 студента по циклусу праксе
- **Лабораторија за теоријску оптику**
- **Контакт:** jadranka@ipb.ac.rs

БИОГРАФИЈА



др Јадранка Васиљевић
научни сарадник

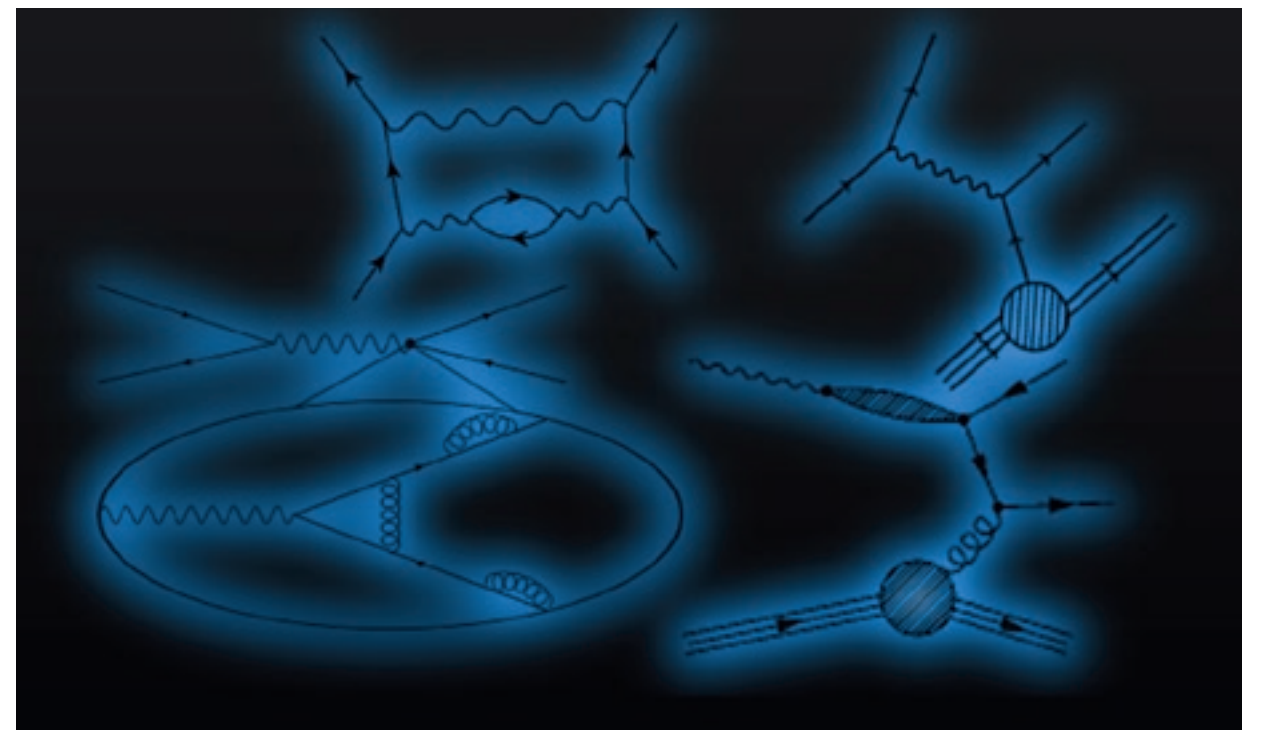
Др Јадранка Васиљевић је докторирала на Физичком факултету Универзитета у Београду у области нелинеарне фотонице. Тема докторске дисертације обухватала је истраживање пропације, локализације и контроле светлости у Матјеовим фотонским решеткама. Усавршавала се у области експерименталне фотонице у оквиру међународних пројеката. Тренутно је запослена као научни сарадник у Институту за физику у Београду, где се бави испитивањем контроле и манипулације светлости у комплексним фотонским системима.





www.ipb.ac.rs

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.

Група за гравитацију, честице и поља

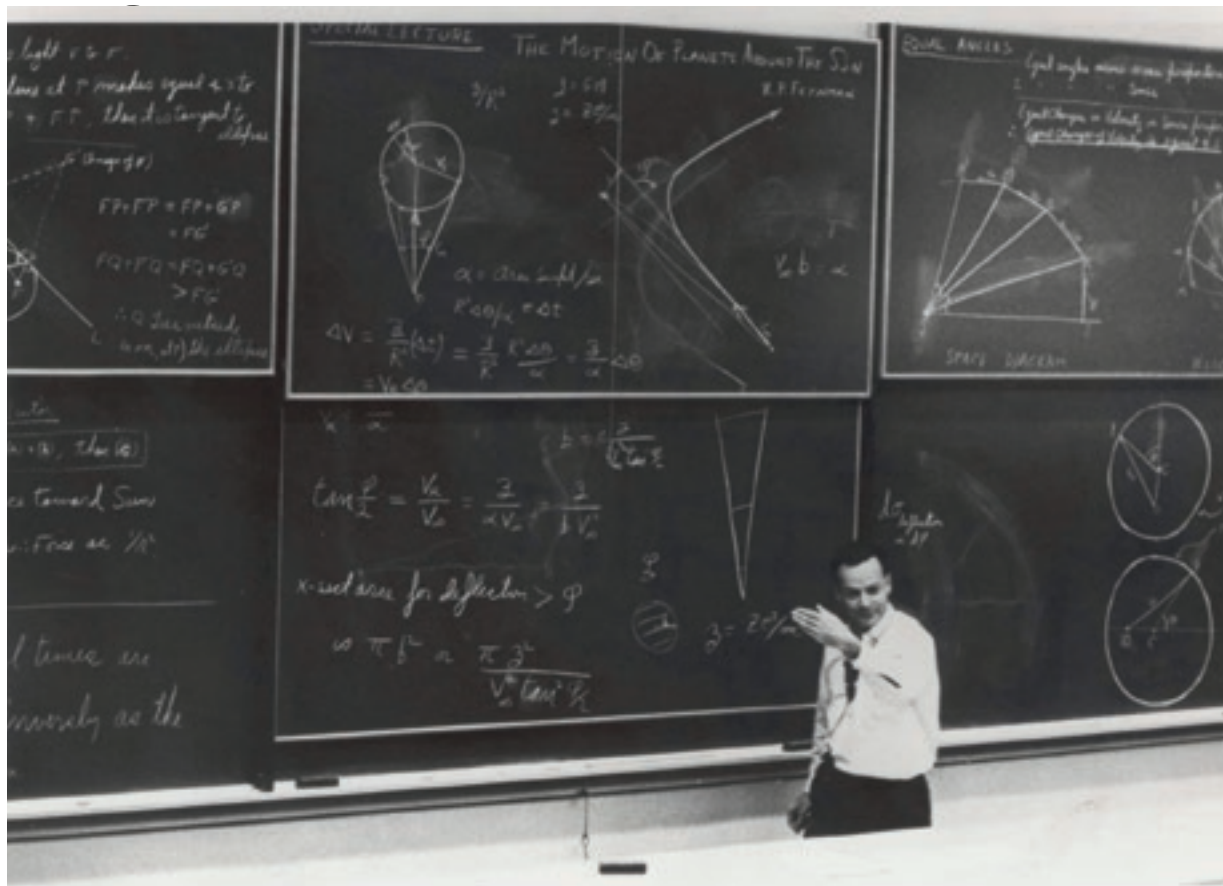


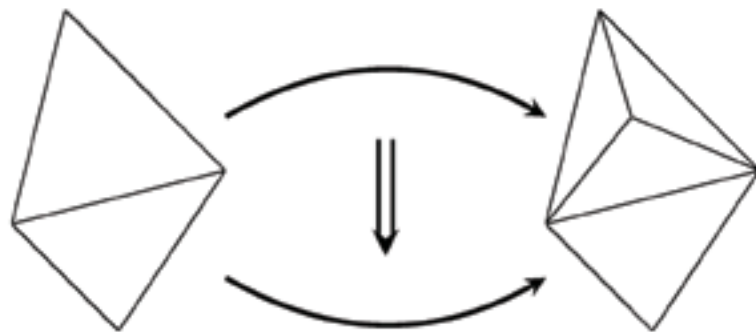
фото: Wikimedia Commons



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

Руководилац лабораторије је др Бранислав Цветковић, научни саветник.

Развој софтверског пакета за нумеричку алгебарску топологију



ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

Има много конкретних задатака за које треба имплементирати одговарајући C++ код: пројектовање више-димензионалног 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 MPI инфраструктуру), итд.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима Математичког факултета и Електротехничког факултета (свих нивоа студија), као и свима осталима који су

заинтересовани за геометрију и за програмирање. Потребно предзнање: владање C++ програмским језиком, елементарна интуиција за D-димензионалне геометрије ($D \geq 4$). Пожељно је (али није неопходно) и елементарно разумевање основних идеја из алгебарске топологије и диференцијалне геометрије.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Марко Војиновић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

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

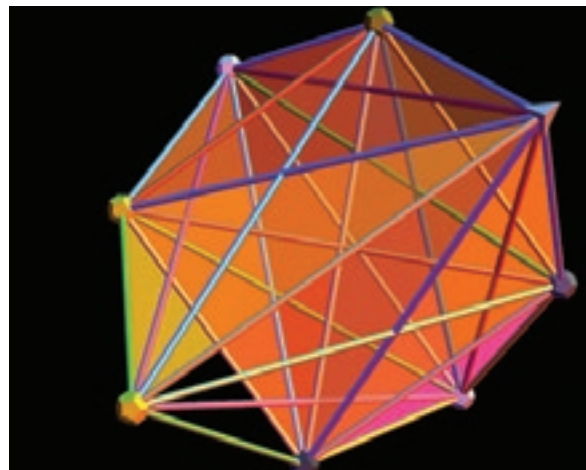
Након доктората био је на два постдокторска усавршавања у Групи за математичку физику Универзитета у Лисабону, у периоду од 2009. до 2016. године.

На Институту за физику ради од 2003. године.

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



Геометријске структуре у амплитудама расејања: амплитухедрон и асоцијахедрон



ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

Током ове праксе студенти физике и 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.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Игор Прлина – научни сарадник
- **Број студената:** 1-2
- **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.



Хамилтонова динамика система са везама



ОПИС ТЕМЕ:

Тема стандардних курса теоријске механике је Лагранжев и Хамилтонов опис механике система са везама, које не зависе од брзина. Велики број релевантних физичких модела не спада у ову класу, тј. у систему постоје нехолономне везе. Теоријски оквир за Хамилтонову анализу ових система поставио је још Дика пре више од пола века.

У оквиру стручне праксе студент ће се упознати са Дираковим описом Хамилтонове структуре механичких система са нехолономним везама са акцентом на класификацију веза као и на одређивање броја степени слободе у фазном простору. Биће обрађена и Кастеланијева процедура за конструкцију генератора нефизичких трансформација.

ТОК ПРАКСЕ:

Пракса би започела упознавањем са истраживачком темом и решавањем неколико карактеристичних примера за механичке системе. Евентуална успешна сарадња наставила би се кроз Хамилтонову анализу тзв. "минисуперспејс" модела који служе за класификацију егзактних решења у оквиру теорија гравитације. То може бити и потенцијална тема дипломског или мастер рада.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике завршних година студија физике, као и студентима математике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Бранислав Цветковић – научни саветник
- **Број студената:** 2
- **Група за гравитацију, честице и поља**
- **Контакт:** cbranislav@ipb.ac.rs

Черн-Сајмонсова градијента теорија

* Chern-Simons 3-form: $CS(A) = \text{Tr} \left(A \wedge dA + \frac{2}{3} A \wedge A \wedge A \right)$

$SC(A) = \frac{i}{4\pi} \int_M \omega \wedge CS(A)$, $\omega = \text{Tr}(\gamma dy)$
non-abelian 1-form on ST
(defining data)

ОПИС ТЕМЕ:

Черн-Сајмонсова градијентна теорија је последњих деценија веома активна истраживачка област са бројним применама о бласти физике гравитације и физике кондензованог стања материје. Акцент стручне праксе бие на 3Д Черн-Сајмонсовој теорији и њеним везама са теоријом гравитације (општом теоријом релативности и Милке-Беклеровим моделом), како на нивоу дејства и једначина кретања, тако и на нивоу одговарајућих асимптотских услова и асимптотске симетрије.

ТОК ПРАКСЕ:

Пракса би започела упознавањем са истраживачком темом и основним својствима тродимензионе гравитације. Евентуална успешна сарадња наставила би се кроз анализу Черн-Сајмонсових теорија петодимензионе гравитације. То може бити и потенцијална тема дипломског или мастер рада.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима завршних година студија физике.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Бранислав Цветковић – научни саветник
- **Број студената:** 2
- **Група за гравитацију, честице и поља**
- **Контакт:** cbranislav@ipb.ac.rs



др Бранислав Цветковић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

Бранислав Цветковић је рођен у Београду 1979. године. Средњу школу, Математичку гимназију, завршио је 1998. као ђак генерације. Дипломирао је на Физичком факултету Универзитета у Београду 2002. године са просеком 10. Магистрирао је на истом факултету, где је докторирао 2008. године. Током 2010. године био је на постдокторском усавршавању на Техничком универзитету у Бечу. Од новембра 2003. године запослен је на Институту за физику у Београду, а бави се Локалном Поенкареовом теоријом, Хамилтоновом динамиком система са везама, Термодинамиком црних рупа и холографијом. Објавио је преко педесет радова у водећим међународним часописима који су цитирани 861 пут са h-индексом 16.



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



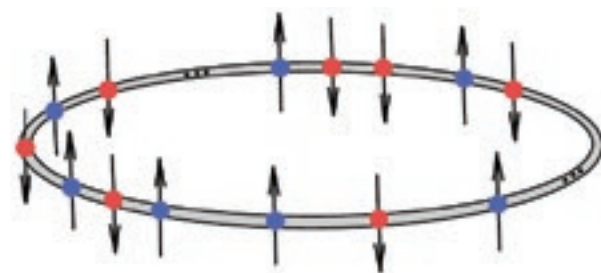
Интеграбилни системи

ОПИС ТЕМЕ:

Физички системи које је могуће аналитички решити (пронаћи „интеграле“ кретања) су веома ретки, поготову у квантној физици. Модерне методе 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.

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).



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Игор Салом
виши научни сарадник

БИОГРАФИЈА

Игор Салом је након завршених основних студија на Физичком факултету у Београду, завршио магистарске и докторске студије на Физичком факултету у Београду. Докторирао је 2011. године са тезом „Деконтракциона формула $sl(n, R)$ алгебре и примене у физици“. Од 2003. године је запослен у Институту за физику, а од 2006. године у Математичкој гимназији у Београду држи менторску наставу за ученике четвртог разреда („Квантна физика и општа теорија релативитета“).

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





фото: CERN

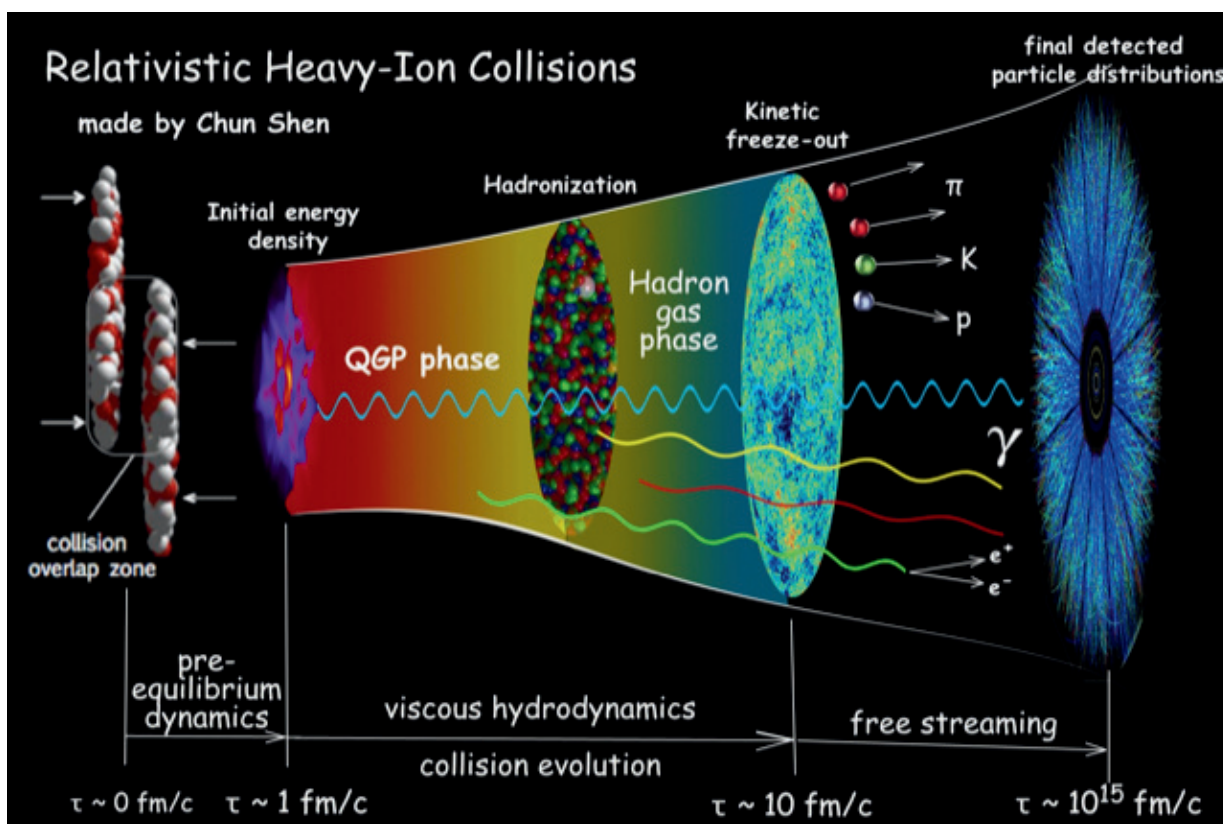


фото: CERN

Лабораторија за физику високих енергија

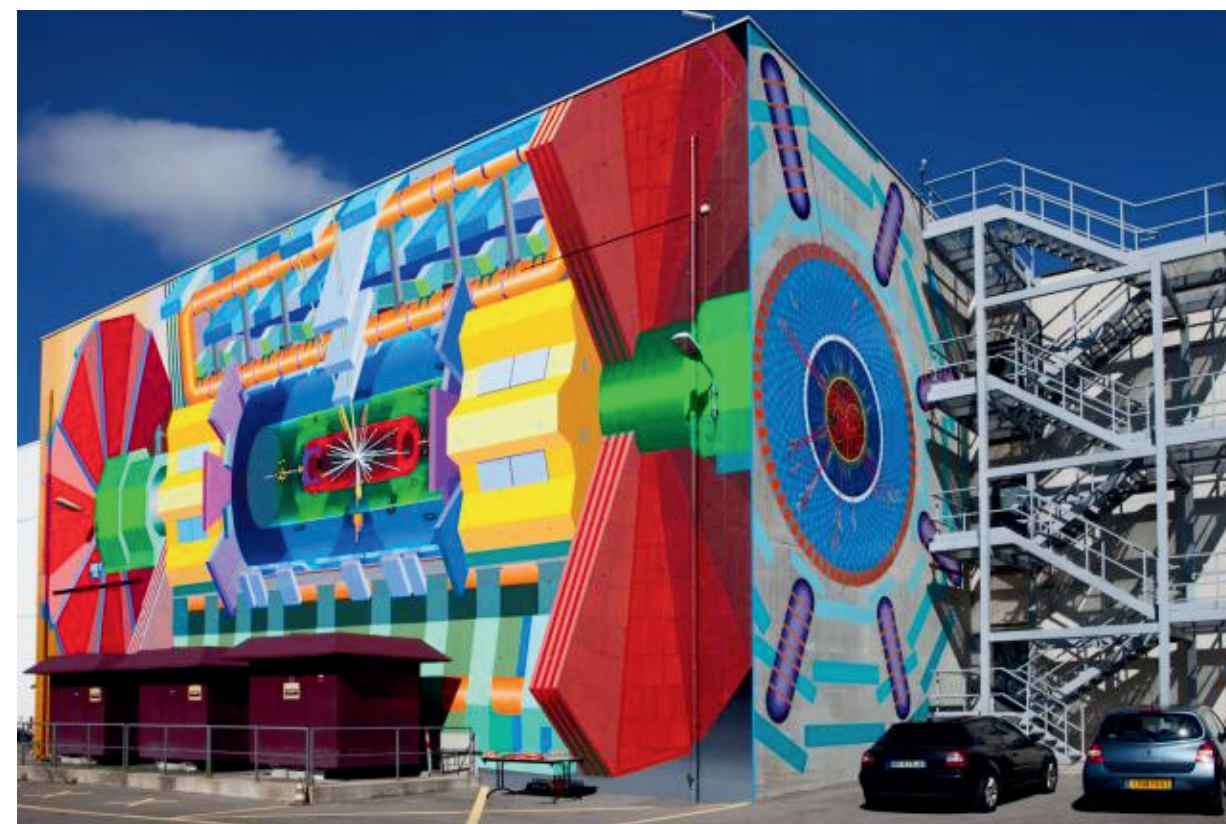


фото: CERN

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

Руководилац лабораторије је др Лидија Живковић, научни саветник.

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

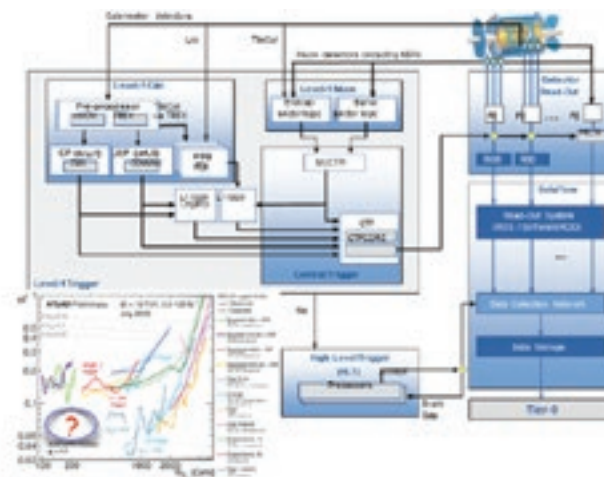
ОПИС ТЕМЕ:

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 продукцима распада. Ако су продукти распада кваркови, они не живе сами већ формирају хадроне. Због природе јаке интеракције, кад се ти почетни хадрони крећу, настаје плусак нових хадрона. Ми тај плусак (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, например 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. Студенти ће испитати нове тригере који су развијени за трећи период прикупљања података. ТЛА (Trigger Level Analysis) 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, сви 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. Студенти ће тестирати ефикасност ове две класе тригера на неколико сигнала нове физике са више b-џетова.

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

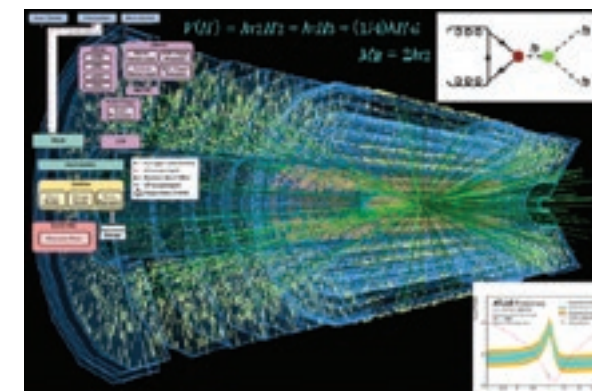
- **Ментор:** др Лидија Живковић – научни саветник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** lidija.zivkovic@ipb.ac.rs

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

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 продукцима распада. Ако су продукти распада кваркови, они не живе сами већ формирају хадроне. Због природе јаке интеракције, кад се ти почетни хадрони крећу настаје плусак нових хадрона. Ми тај плусак (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, например производња са два џета од b-кварка далеко (неколико редова величине) извеснији. Не можемо ни да обрадимо ни да сачувамо све догађаје па користимо тригере (окидаче) помоћу којих бирамо које догађаје чувамо.



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

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

ТОК ПРАКСЕ:

Студенти ће проучавати процесе производње пара Хигсових бозона и тригере који ће се користити. Циљ је истражити побољшања за тренутно предложене тригере користећи боље тагирање (означавање) или различите L1 тригере.

Студенти ће научити о тригерима и програму унапређења експеримента. Научиће више о Хигсовом бозону као и шта је потребно да се измере последњи параметри стандардног модела.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

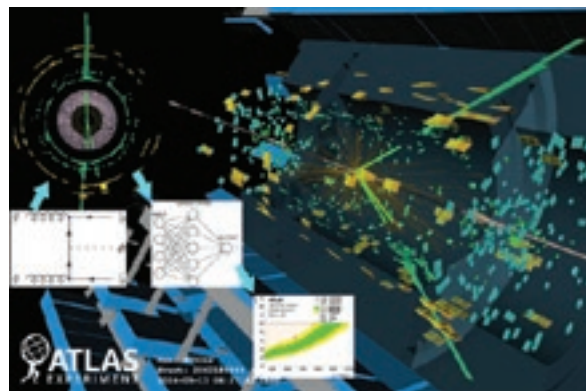
- **Ментор:** др Лидија Живковић – научни саветник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** lidija.zivkovic@ipb.ac.rs

Мултиваријабилна анализа (МВА) за процес $bA \rightarrow bbb$ 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 продукtima распада. Ако су продукти распада кваркови, они не живе сами већ формирају хадроне. Због природе јаке интеракције, кад се ти почетни хадрони крећу настаје плусак нових хадрона. Ми тај плусак (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, например производња са два џета од b -кварка далеко (неколико редова величине) извеснији. Да би се побољшала осетљивост анализе користе се мултиваријабилне (МВА) технике.



ТОК ПРАКСЕ:

У овом пројекту ће се изводити МВА анализа у потрази за скаларном честицом из теорија ван стандардног модела која се распада на два b -кварка, а произведена је са b -кварком или b -кварковима. Нови скалар је предвиђен у неколико проширења СМ-а, међу којима је најпопуларнији 2ХДМ. Пројекат ће почети са одабиром варијабли и основним тренингом и тестирањем неколико једноставних МВА (БДТ, НН) и њиховом оптимизацијом за постизање бољих перформанси. Ако време дозвољава, наставиће се са напреднијим МВА као што су НН дубоког учења и параметризовани НН. Циљ пројекта је да студенти науче основе о МВА техникама, њиховој употреби и оптимизацији. Коначни резултат ће бити предлог МВА који показује најбоље перформансе за ову претрагу.

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Лидија Живковић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

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

Постдокторско усавршавање радила је на Универзитету Колумбија од 2006. до 2010. године на експериментима Д0 на Теватрону у Фермилабу и АТЛАС на ЛХЦ-у у ЦЕРН-у, на Универзитету Браун, од 2010. до 2012. године и у Лабораторији за експерименталну физику високих енергија у Паризу од 2012. до 2013. године. Тема истраживања била је потрага за Хигсовим бозоном и новом физиком изван Стандардног модела.

Од октобра 2013. године запослена је у Институту за физику у Београду где ради на експериментима Д0, АТЛАС и ДУНЕ (неутрино експеримент у припреми у Фермилабу). У периоду од 2016. до 2017. године боравила је у ЦЕРН-у и 2022. године у Центру за физику честица у Марсељу као гостујући професор.

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



Испитивање симултане производње три Хигсова бозона у распаду на b-кварове

ОПИС ТЕМЕ:

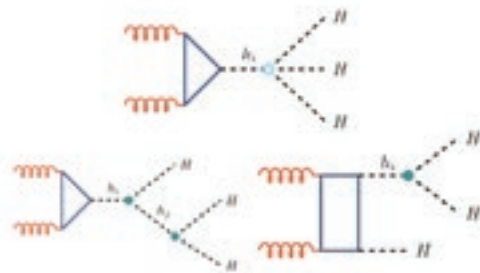
На експериментима великог судараца хадрона (ЛХЦ) испитују се особине стандардног модела (СМ) физике честица и трага се за новим честицама ван стандардног модела. Честице се производе у сударима снопова протона и онда се даље распадају на лакше честице. Ти производи распада снимају се у детектору, у овом 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 плусак нових хадрона. Ми тај плусак (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. Једна од најбитнијих тема програма високих енергија јесте разумевање Хигсових константи спрезања трећег и четвртог реда λ_3 и λ_4 . Продукција три Хигсова бозона истовремено може значајно да допринесе одређивању ових константи или сужавању могућих вредности.

У овој пракси испитиваћемо догађаје троструке производње Хигсовог бозона са распадима у шест b-кварова и особине тих догађаја.

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће имати прилику да ради са подацима и алатима који се користе у савременим анализама на експерименту АТЛАС. У оквиру

$$\text{Higgs potential: } V(H) = (1/2)m_H^2 H^2 + \lambda_3 v H^3 + (1/4)\lambda_4 H^4$$



праксе, генерисаће догађаје ретких процеса троструке производње Хигсових бозона, проћи кроз реалистичну симулацију и реконструкцију, и анализирати физичке особине насталих објеката — посебно b-џетова, кључних за овај тип анализе.

У наставку, студент ће поредити добијене резултате са постојећим подацима из РУН2 периода, и применити технике модерног машинског учења ради побољшања осетљивости анализе.

Током праксе, студент ће стећи практична знања из обраде података, физике честица, машинског учења и рада са софтвером велике научне колаборације. Рад се одвија у контакту са активним члановима колаборације АТЛАС и може послужити као темељ за даљи истраживачки рад, мастер или докторску тезу.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Лидија Живковић — научни саветник; Анђела Пауновић — истраживач приправник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** apaunovi@ipb.ac.rs

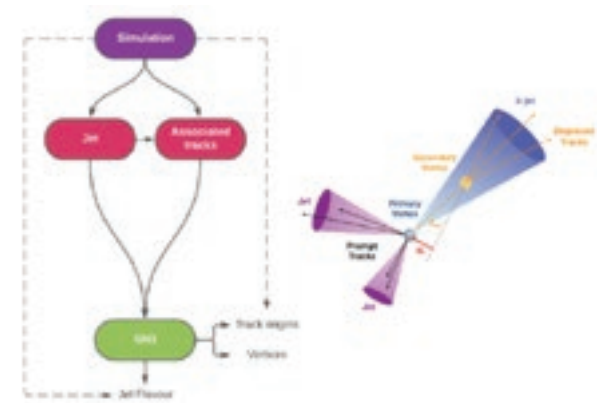
Употреба графовских неуралних мрежа (ГНН) за идентификацију џетова који потичу од b-кваркова

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 плусак нових хадрона. Ми тај плусак (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. Постоје разни алгоритми који се користе за тагирање b-џетова, од којих су најмодернији базирани на графовским неуралним мрежама (ГНН), ови тагери користе особине џетова попут трансверзалног импулса и псеудорапидности, као и многе особине трагова како би разликовали ког типа је џет (b-, c- или лаки џет).

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће се најпре упознати са основама тагирања b-џетова и актуелним алгоритмима који се користе у експерименту АТЛАС. Након тога, проћи ће кроз упутство за рад у оквиру софтверског



пакета Салт, који се користи за тренирање ГНН у физици честица.

У наредној фази, студент ће самостално припремити податке за тренирање ГН2/ГН3 (GN2/GN3) тагера, извршити модификације архитектуре мреже и улазних параметара, са циљем да побољша перформансе модела.

На крају праксе, студент ће поредити различите конфигурације модела и анализирати њихов утицај на ефикасност идентификације b-џетова, користећи савремене методе процене из области машинског учења и физике честица.

Ова пракса представља изузетну прилику за стицање практичног искуства у примени вештачке интелигенције у оквиру великог међународног експеримента, и може послужити као основ за даљи истраживачки рад.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Лидија Живковић — научни саветник; Анђела Пауновић — истраживач приправник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** apaunovi@ipb.ac.rs



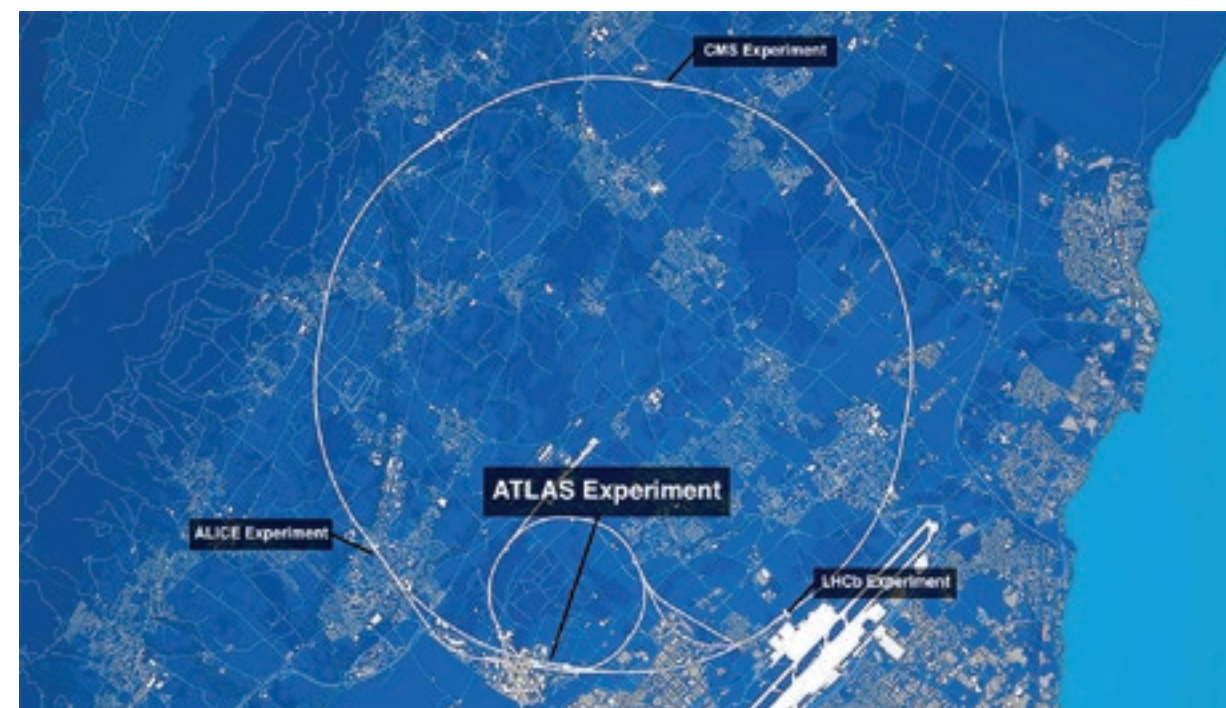
Анђела Пауновић
истраживач приправник

БИОГРАФИЈА

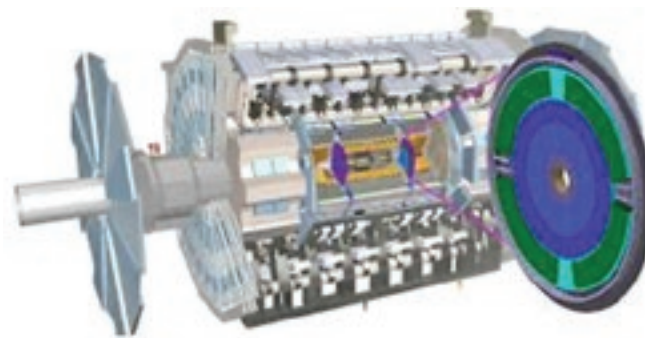
Анђела Пауновић завршила је основне и мастер академске студије на Физичком факултету, Универзитета у Београду. Тема мастер рада била је: „Унапређење идентификације џетова од b -кваркова у реконструкцији или тригеру уз помоћ GNN (Graph Neural Networks) са подацима експеримента АТЛАС”.

Од јануара 2025. године запослена је на Институту за физику у Београду као истраживач приправник, где ради на експерименту АТЛАС.

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



Развој контролног система за High Granularity Timing detector (HGTD) на експерименту ATLAS у ЦЕРН-у



ОПИС ТЕМЕ:

Експеримент ATLAS је један од четири велика експеримента на Великом хадронском сударању (LHC-у), за који је планирано значајно унапређење како би успешно прикупљао податке у ери високе луминозности LHC-а. Заинтересовани студент би био један од главних чланова тима за развој апликације за контролу температуре на High Granularity Timing Detector (HGTD), који ће бити инсталиран на експерименту ATLAS у ЦЕРН-у у периоду 2026–2029 и омогућиће најпрецизније мерење времена интеракције честица. Рад обухвата развој OPC server-а, као и развој и одржавање WinCC OA апликације за контролне системе. Део пројекта може обухватити и аутоматизацију система. Постоји могућност дугорочније сарадње кроз мастер или докторску тезу, која би, уколико буде успешно реализована, укључивала и финансиране боравке у ЦЕРН-у. Студент ће радити у оквиру међународне колаборације и имати прилику да презентује свој рад на званичним састанцима ATLAS колаборације.

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће се најпре упознати са карактеристикама детектора ATLAS, као и свим техничким спецификацијама HGTD детектора. Однос времена посвећеног учењу неопходног софтвера и реализацији пројекта зависиће од претходног знања студента. Резултати пројекта ће бити представљени на интерним састанцима међународне ATLAS колаборације.

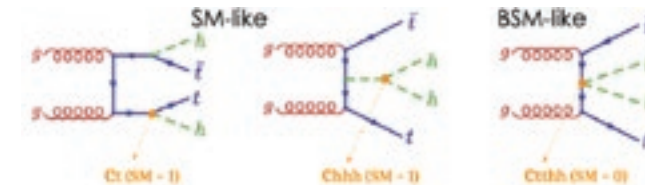
КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима електротехнике или физике. Потребно је основно познавање програмирања у C и Python језицима, као и основна знања из области сигнала и система. Предност је претходно искуство у WinCC OA окружењу.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јелена Јовићевић – виши научни сарадник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** jelenaj@ipb.ac.rs

Примена машинског учења у анализи продукције пара Хигсових бозона у асоцијацији са топ кварковима на експерименту ATLAS у ЦЕРН-у



ОПИС ТЕМЕ:

Једна од особина Хигсовог бозона која још увек није експериментално измерена је јачина његове интеракције са самим собом, што је директно повезано са обликом Хигсовог потенцијала. Један од основних начина за мерење ове особине је кроз продукцију пара Хигсових бозона на Великом хадронском сударању (LHC) у ЦЕРН-у. Један од механизма продукције који још увек није довољно истражен је продукција у асоцијацији са паром топ–анти-топ кваркова (ttHH). Пресек продукције ових догађаја у оквиру Стандардног модела (SM) је веома мали, али може бити значајно увећан у теоријама изван SM.

У оквиру наше групе развијен је метод машинског учења за класификацију догађаја који издваја ttHH сигнал са једним лептоном у финалном стању од кинематички сличних позадинских процеса као што су tt продукција са више од два b-кварка и продукција четири топ кварка. Идеја пројекта је унапређење већ развијеног трансформер модела, као и развој сличног трансформера за случај са два лептона у финалном стању. Коришћењем статистичке анализе, студент ће квантификовати добијену осетљивост на сигнал.

Студент ће радити у оквиру међународне колаборације и имати прилику да презентује свој рад на интерним састанцима ATLAS колаборације.

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће се најпре упознати са основама анализе података на LHC експериментима, физиком Хигсовог бозона на експерименту ATLAS и постојећим мерењима. Након тога, проћи ће кроз неопходне софтверске туторијале и започети рад на пројекту.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике. Пожељно је познавање основа програмирања у C и Python језицима, али није обавезно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јелена Јовићевић – виши научни сарадник
- **Број студената:** 1-2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** jelenaj@ipb.ac.rs



др Јелена Јовићевић
виши научни сарадник

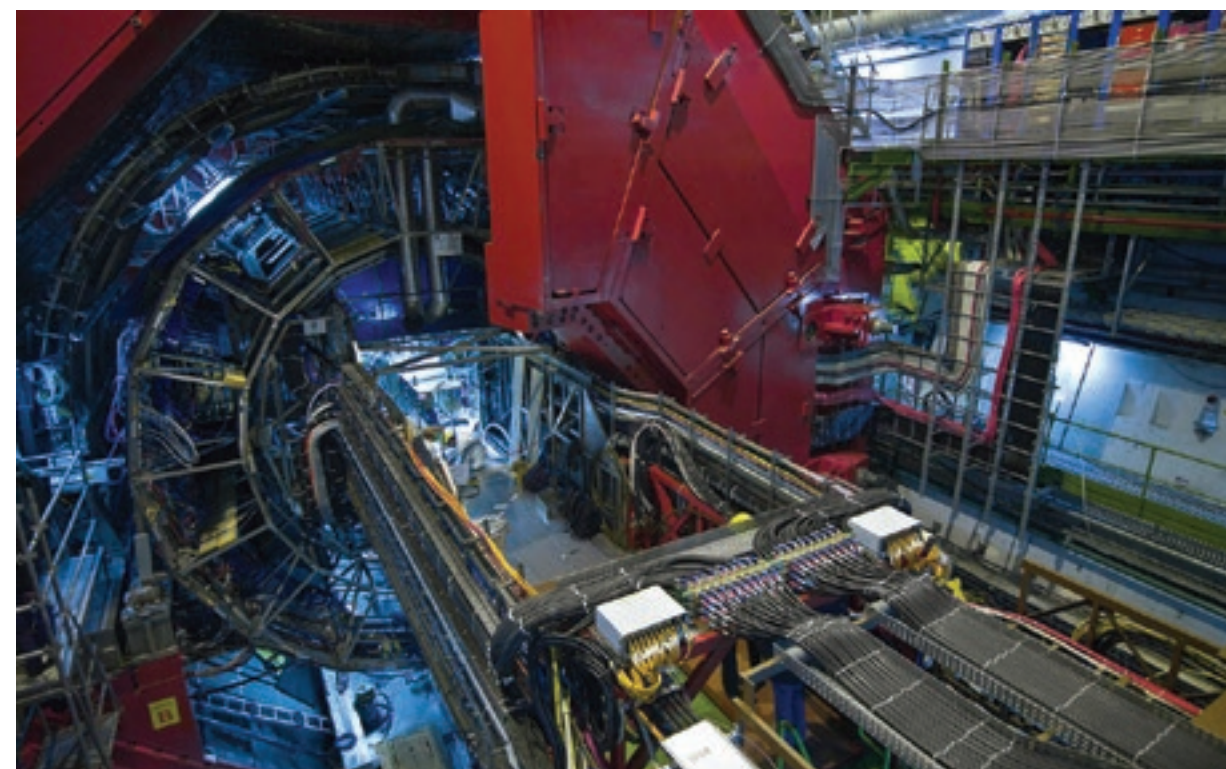
БИОГРАФИЈА

Јелена Јовићевић је докторирала на Шведском краљевском институту (Royal Institute of Technology, KTH) 2014. године. Тема њене докторске дисертације била је: Evidence for the Standard Model Higgs boson in the WW decay mode using the data collected by the ATLAS detector at the LHC*. Њен рад је директно допринео открићу Хигсовог бозона на експерименту ATLAS, након чега се више од десет година активно бави проучавањем његових особина.

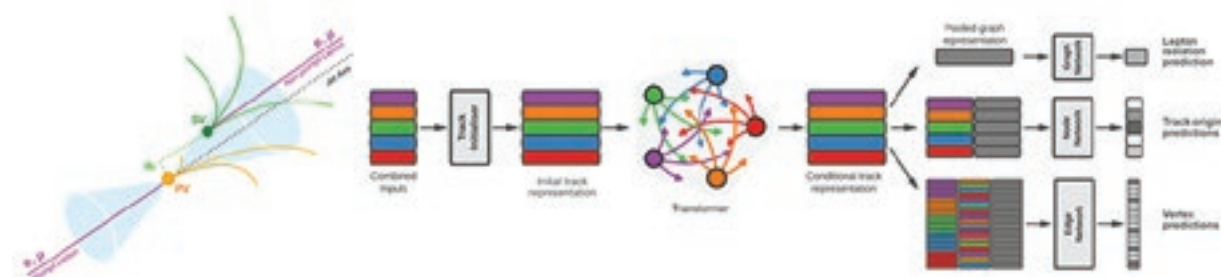
Постдокторско усавршавање је обавила на канадском националном институту за нуклеарна истраживања TRIUMF у периоду 2015–2018. године, након чега је добила престижну CERN стипендију (CERN Fellowship) за период 2018–2021. Током тог периода радила је на мерењима спрезања Хигсовог бозона са топ кварком, развијала алгоритме за идентификацију b-кваркова, као и на мионским тригерима. Своју хардверску експертизу стекла је кроз рад на унапређењу мионских комора и развоју High Granularity Timing детектора.

На Институту за физику у Београду запошљава се 2021. године као добитник Marie Skłodowska-Curie гранта, са темом истраживања нарушавања Лоренцове инваријантности у продукцији топ кваркова на акцелератору LHC.

Главне области њеног истраживања обухватају физику Хигсовог бозона, физику топ кваркова на експерименту ATLAS, прецизне методе идентификације честица, машинско учење, као и развој нових детектора.



Мерење ефикасности и систематских неизвесности за алгоритам идентификације лептона (PLIT) на ATLAS експерименту у ЦЕРН-у



ОПИС ТЕМЕ:

У сударима протона на LHC акцелератору истовремено настаје и до 5000 наелектрисаних честица. Из реконструисаних трагова и депозита енергије које те честице остављају у детектору ATLAS, потребно је разлучити о којим се честицама ради и у оквиру којих интеракција или распада су настале. Прецизна идентификација лаких лептона — електрона и миона — од суштинског је значаја за готово сва мерења на детектору. То је изузетно комплексна процедура која, ради постизања што веће прецизности, захтева примену метода машинског учења. У циљу разликовања лептона који настају из распада W, Z и Хигсовог бозона од оних који настају у секундарним процесима, попут распада B и C хадрона, развили смо Prompt Lepton Isolation Tagger (PLIT) — алгоритам заснован на архитектури трансформера са механизмом пажње (attention-based transformer), који до сада показује најбоље резултате у поређењу са постојећим методама машинског учења. Идеја пројекта је да се измери ефикасност алгоритма у подацима и у симулацији, као и да се одреде корекциони фактори који омогућавају да се ефикасности у симулацији што верније ускладе са онима у реалним подацима. Поред тога, потребно је израчунати систематске неизвесности повезане са овим корекционим факторима. Овај рад је од кључног значаја за читаву колаборацију, као и за сва мерења која користе PLIT алгоритам, а резултати ће бити представљени унутар ATLAS колаборације и имаће велику видљивост.

ТОК ПРАКСЕ:

Студент ће се прво упознати са основама идентификације и реконструкције лептона на експерименту ATLAS, као и са алатима за мерење ефикасности. Након тога, извршиће мерење ефикасности у подацима и симулацији, произвести корекционе факторе и припремити их за употребу унутар колаборације.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Пракса је намењена студентима физике. Пожељно је познавање основа програмирања у C и Python језицима, али није неопходно.

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Јелена Јовићевић — виши научни сарадник; Ема Маричић — истраживач приправник
- **Број студената:** 1–2
- **Лабораторија за физику високих енергија**
- **Контакт:** jelenaj@ipb.ac.rs



Ема Маричић
истраживач приправник

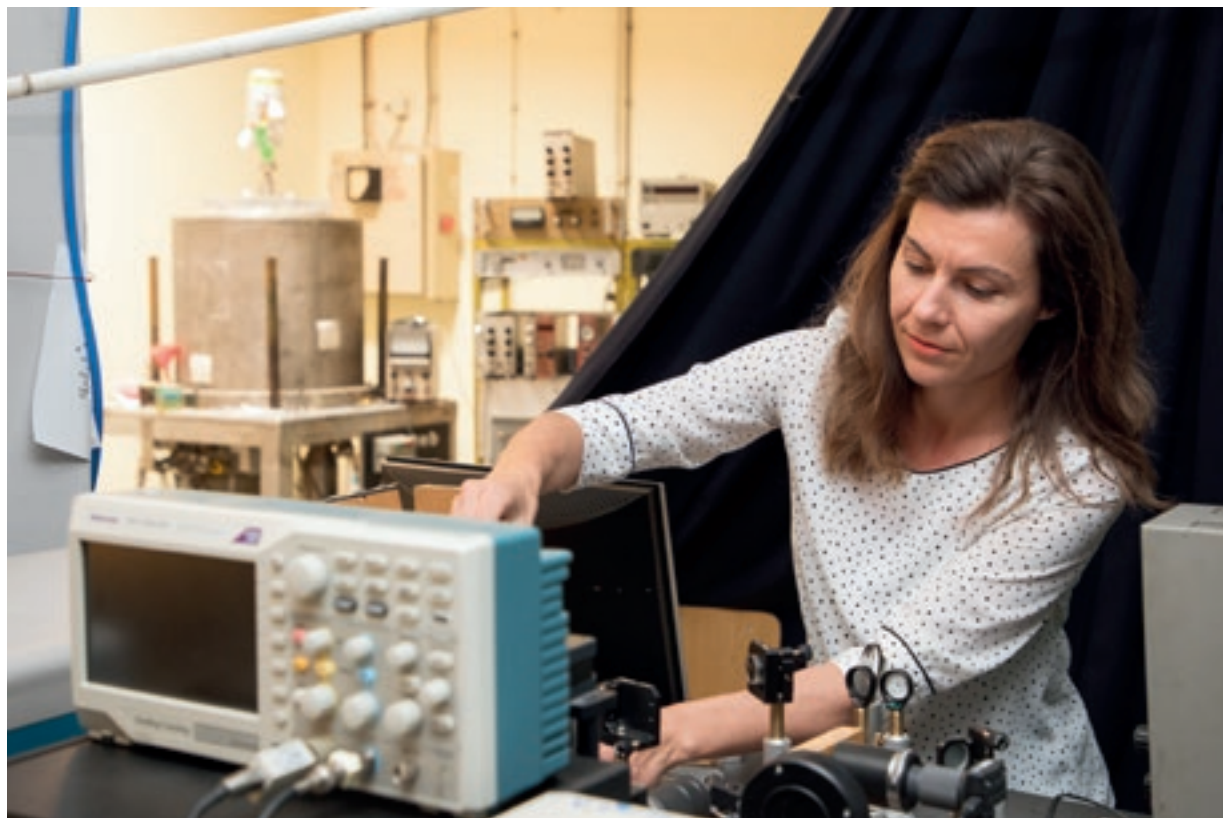
БИОГРАФИЈА

Ема Маричић је своје докторске студије у коменторству на Универзитету у Београду и Универзитету Париз-Сакле започела 2023. године. Тема њене докторске дисертације је "Precision measurements of the Higgs boson production in association with top quarks with the ATLAS experiment at the LHC".

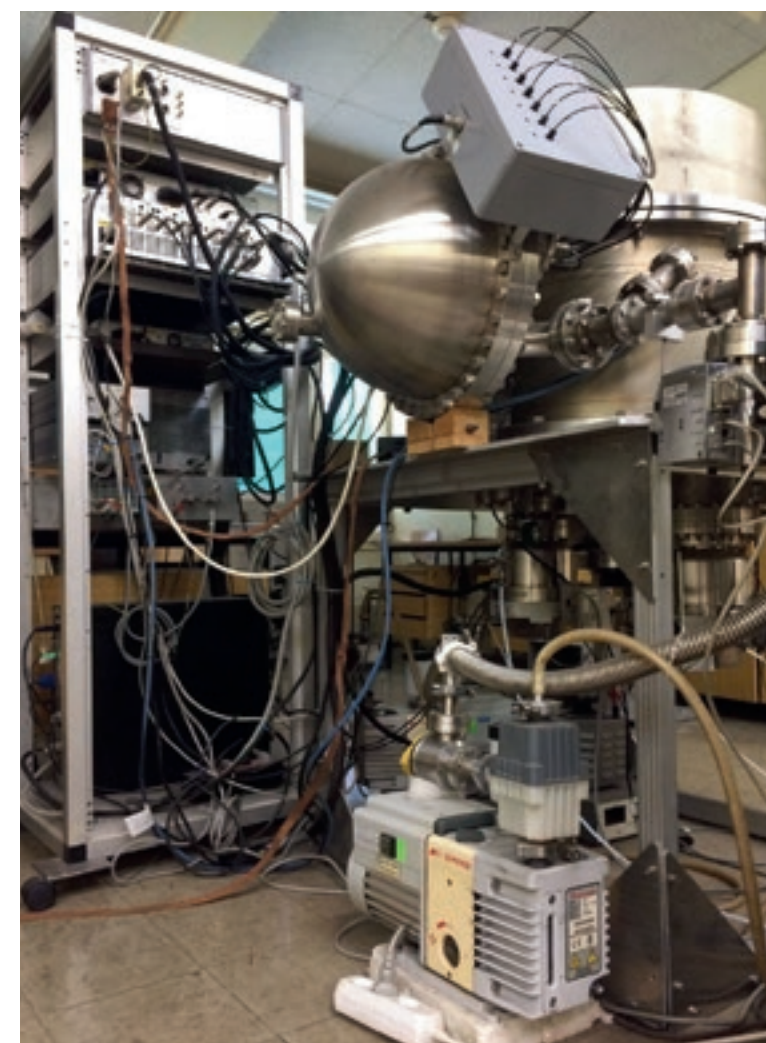
Од новембра 2023. године је запослена на Институту за физику у Београду где ради на експерименту ATLAS. У току својих докторских студија је боравила у француској лабораторији ЦЕА од 2023. до 2025. године. Током претходних ступњева студија боравила је у ЦЕРН-у 2022. године и Универзитету у Шлезији 2023. године као летњи студент.

Главне области истраживања Еме Маричић су физика топ кварка и алгоритми за изолацију лептона.





Лабораторија за атомске сударне процесе



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

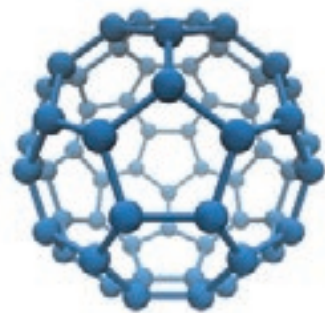
Области истраживања Лабораторије су сударни процеси електрона са атомима и молекулима, интеракција атомских система са јаким пољима, укључујући ласерско и синхротронско зрачење, затим ласерски индукована спектроскопија, те фундаментални проблеми из атомске и квантне физике.

Руководилац лабораторије је др Ненад Симоновић, научни саветник.

Електронска спектроскопија атомских и нано честица

ОПИС ТЕМЕ:

Информације о структури и својствима система на атомском нивоу добијају се генерално из две врсте експеримената. У експериментима прве врсте посматра се апсорпција и емисија електромагнетног зрачења од стране проучаваних система, док се друга врста експеримената бави сударним процесима међу њима. Електронска спектроскопија припада другој врсти. У експериментима овог типа посматра се расејање електрона на честицама мете које могу бити атоми, молекули, наночестице итд. Основна информација која се на тај начин добија је диференцијални пресек за расејање (ДПР). У Лабораторији за атомске сударне процесе (ЛАСП) Института за физику у Београду развијене су експерименталне методе судара електрона са атомима и молекулима користећи технику укрштених млазева (електрона и честица мете). Идеја је да се ова техника примени и на експериментално одређивање пресека за еластично расејање електрона на наночестицама као што је фулерен. Ова наночестица је алотропска модификација угљеника, откривена 1985. године, која се састоји од 60 угљеникових атома, спојених у сферни облик. Обично се декларише као молекул C60, а сврстава се у угљеничне наночестице (дијаметра око 1 nm). Од свог открића привлачи велику пажњу истраживача, како из фундаменталних разлога, тако и због широке могућности за примену. Висока симетрија га, између осталог, чини ефикасном метом за дифракцију. Експерименти са расејањем електрона на молекулима C60 који су до сада вршени у свету у области енергија упадних електрона од неколико електрон-волти (eV) до неколико keV, показали су да ДПР, као функција угла расејања и упадне енергије, има дифракционе минимуме и максимуме. Показало се да ови дифракциони обрасци у случају еластичног расејања носе информацију о геометрији електронске расподеле у молекулу C60. ЛАСП поседује опрему за електронску спектроскопију у



области средњих енергија (10-100 eV) у којој нема много експерименталних података за молекул C60.

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела теоријским уводом у физику сударних процеса електрона са атомским метама а затим би се представиле експерименталне методе електронске спектроскопије које су на располагању у ЛАСП. Експериментални део праксе би се састојао од прикупљана спектроскопских података за еластично расејање електрона, прво на некој атомској мети, а касније на молекулу фулерена, и њихова анализа у циљу одређивања ДПР. Истраживања овог типа укључена су у сарадњу Лабораторије са Department of Natural Sciences, Northwest Missouri State University (САД) и Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology / NASA (САД).

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Ненад Симоновић – научни саветник
- **Број студената:** 3
- **Лабораторија за атомске сударне процесе**
- **Контакт:** nenad.simonovic@ipb.ac.rs



др Ненад Симоновић
научни саветник

БИОГРАФИЈА

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

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

У Институту за физику запослен је од 1987. године, где тренутно руководи Лабораторијом за атомске сударне процесе (ЛАСП). Редовни је професор на Универзитету у Бањој Луци.

Његова област истраживања су сударни процеси атомских и мезоскопских система са електронима и њихова интеракција са јаким ласерским зрачењем. Бави се такође и фундаменталним проблемима из квантне механике.



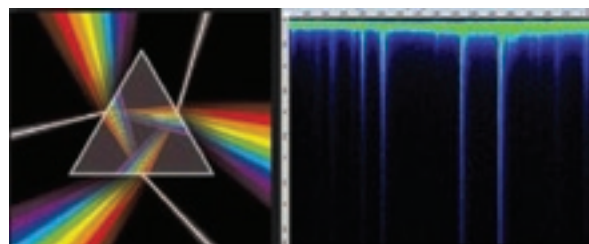
Примена спектроскопије ласерски индукованог пробоја у мултиелементалној анализи електронских уређаја, а у циљу рециклаже

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

Студентска пракса би започела упознавањем са општим појмовима о ласерима и ласерској



спектроскопији, а затим би се представиле експерименталне методе ласерске спектроскопије које су на располагању у Лабораторији за атомске сударне процесе (ЛАСП). Практични део праксе би се састојао у лабораторијским мерењима, тј. од прикупљања спектроскопских података добијених ласерски индукованим пробојем. У експериментима чији циљ би била детекција, ради рециклаже скупих елемената, користили би се неисправни електронски уређаји, као што је на пример рачунарски монитор.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

Примене ласерске флуоресцентне спектроскопије у анализи узорака од биолошког значаја

ОПИС ТЕМЕ:

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

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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

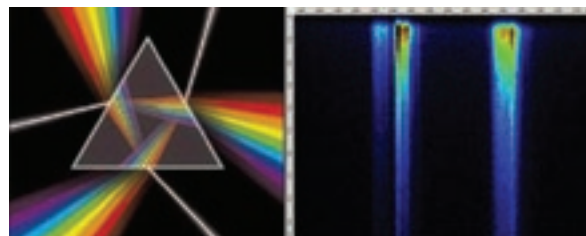
Примене ласерске луминесцентне спектроскопије у безконтактном мерењу температуре

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Маја Рабасовић
научна саветница

БИОГРАФИЈА

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

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

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



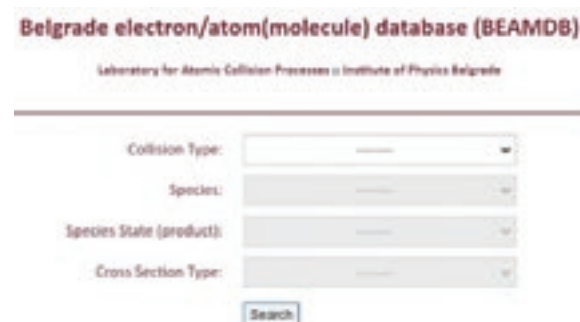
База података о електрон-атомским/ молекулским сударима – BEAMDB

ОПИС ТЕМЕ:

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

ТОК ПРАКСЕ:

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



КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Братислав Маринковић
научни саветник у пензији

БИОГРАФИЈА

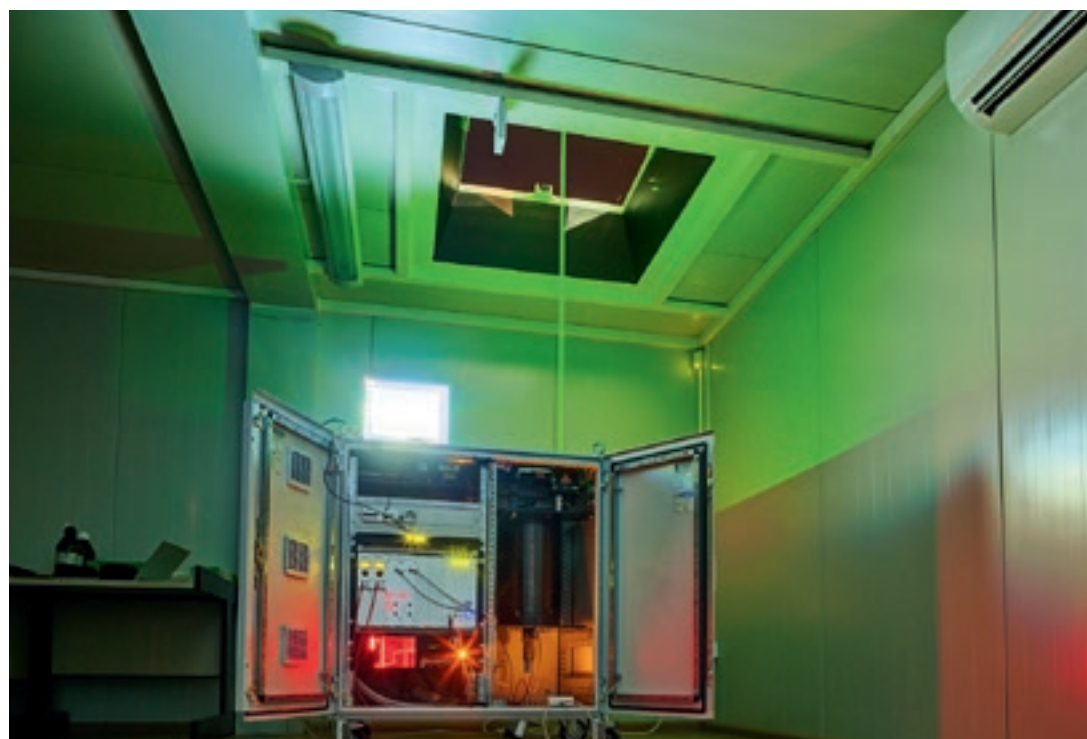
Братислав Маринковић је докторирао 1989. године на Физичком факултету Универзитета у Београду одбранивши дисертацију под називом „Еластично и нееластично расејање електрона на атомима метала”.

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

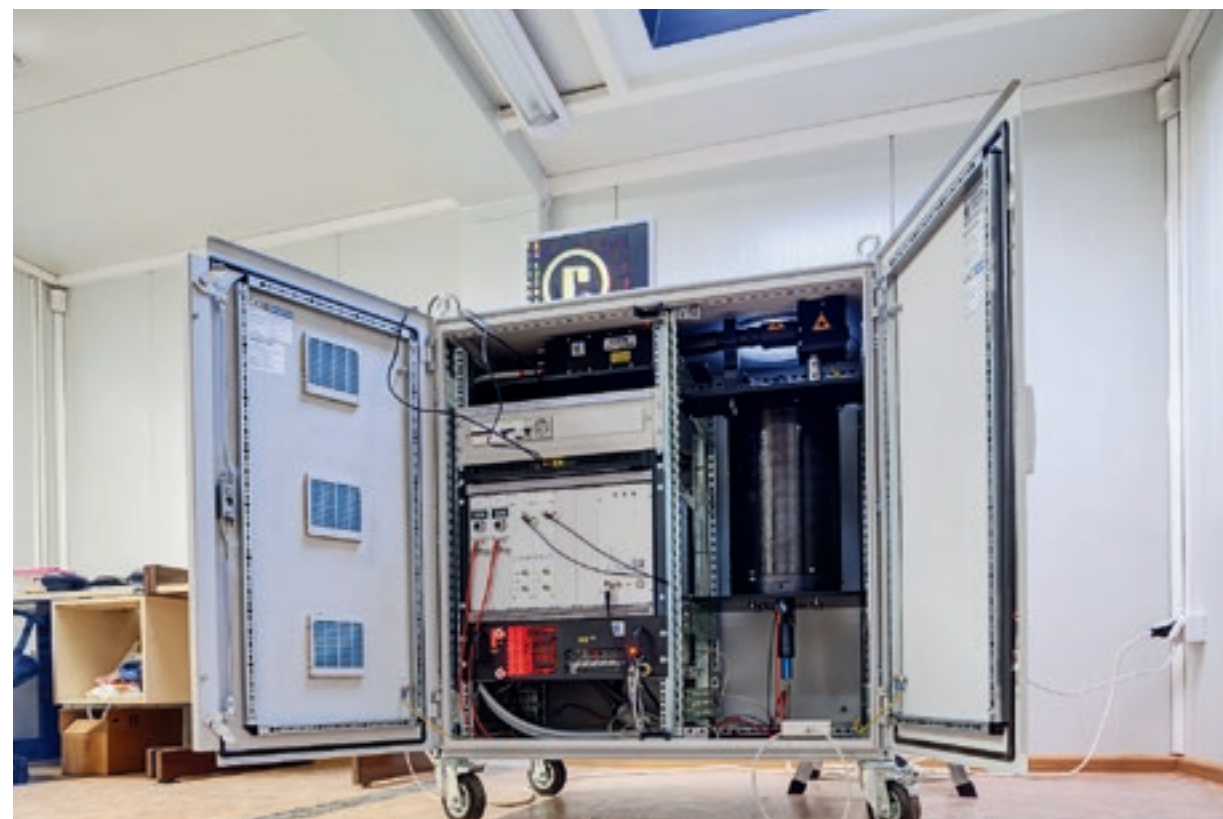
У Институту за физику је био запослен од 1980. до 2021. године, а сада је као пензионер учесник на пројекту програма ПРИЗМА Фонда за науку Републике Србије.

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





Лабораторија за физику животне средине



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

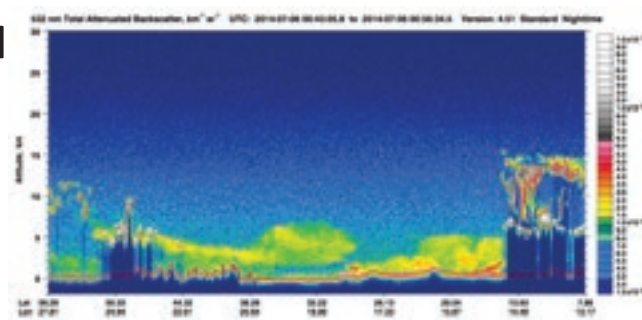
Руководилац лабораторије је др Зоран Мијић, виши научни сарадник.

Вертикални профили оптичких особина атмосферских аеросола на основу сателитских мерења

ОПИС ТЕМЕ:

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

За разумевање доприноса аеросола загађењу ваздуха, као и улоге у климатском систему од значаја је информација о вертикалним профилима њихових оптичких карактеристика. Ова мерења се врше из авиона у експерименталним кампањама



организованим на локацијама од интереса. Поред тога, даљинска мерења вертикалних профила аеросола се врше са површине Земље и са сателита. У оквиру ове студентске праксе биће коришћена мерења вертикалних профила оптичких особина аеросола са сателита.

ТОК ПРАКСЕ:

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

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

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

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

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



др Маја Кузманоски
научна сарадница

БИОГРАФИЈА

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

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

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

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





Истраживање загађујућих супстанци у узорцима из животне средине и хране – испитивање биорасположивости и процена ризика по здравље људи

ОПИС ТЕМЕ:

Истраживање загађујућих супстанци (потенцијално токсичних елемената, пестицида, полихлорованих бифенила, полицикличних ароматичних угљоводоника и остатака лекова) у узорцима из животне средине и хране је веома важно за идентификацију приоритета у смањењу изложености људи штетним супстанцама.

Током праксе, студенти ће се упознати са:

- методама узорковања, припремом узорака, основама хемијске анализе узорака,
- екстракционим процедурама које се користе за процену биодоступности загађујућих супстанци из земљишта до различитих делова биљке,
- путевима изложености загађујућим супстанцама, као и *in vitro* методама које симулирају биорасположивост загађујућих супстанци у гастроинтестиналном и респираторном систему човека,
- основним принципима процене ризика по животну средину и здравље људи (укључујући становништво, раднике у пољопривредим или урбаним срединама и конзументе производа).

ТОК ПРАКСЕ:

У зависности од интересовања студената и њиховог степена студија, биће укључени у актуелне експерименте или обраде података истраживачке групе. Упознаће се са припремом узорака, лабораторијским анализама, са радом на релевантним базама података и алатима за процену

ризика или би са теоријског и статистичког аспекта обрађивали податке и писали есеје. Биће упознати са методологијом и израдом научног рада, учиће да интерпретирају и презентују научне податке.

КОМЕ ЈЕ ПРАКСА НАМЕЊЕНА?

Студентима завршних година основних и мастер студија из области хемије, екологије, заштите животне средине, биологије, токсикологије, пољопривреде и сродних научних области. Студентима Хемијског, Биолошког, Технолошког, Пољопривредног, Фармацеутског и Факултета за физичку хемију, али и студентима осталих високошколских установа којима су поменута истраживања сродна. Студентима докторских студија из поменутих области. Пожељно је предзнање из области хемије.

Напомена: Приликом пријаве послати кратку биографију и мотивационо писмо

ОСНОВНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ:

- **Ментор:** др Тијана Милићевић – виши научни сарадник
- **Број студената:** 2
- **Лабораторија за физику животне средине**
- **Контакт:** tijana.milicevic@ipb.ac.rs

БИОГРАФИЈА



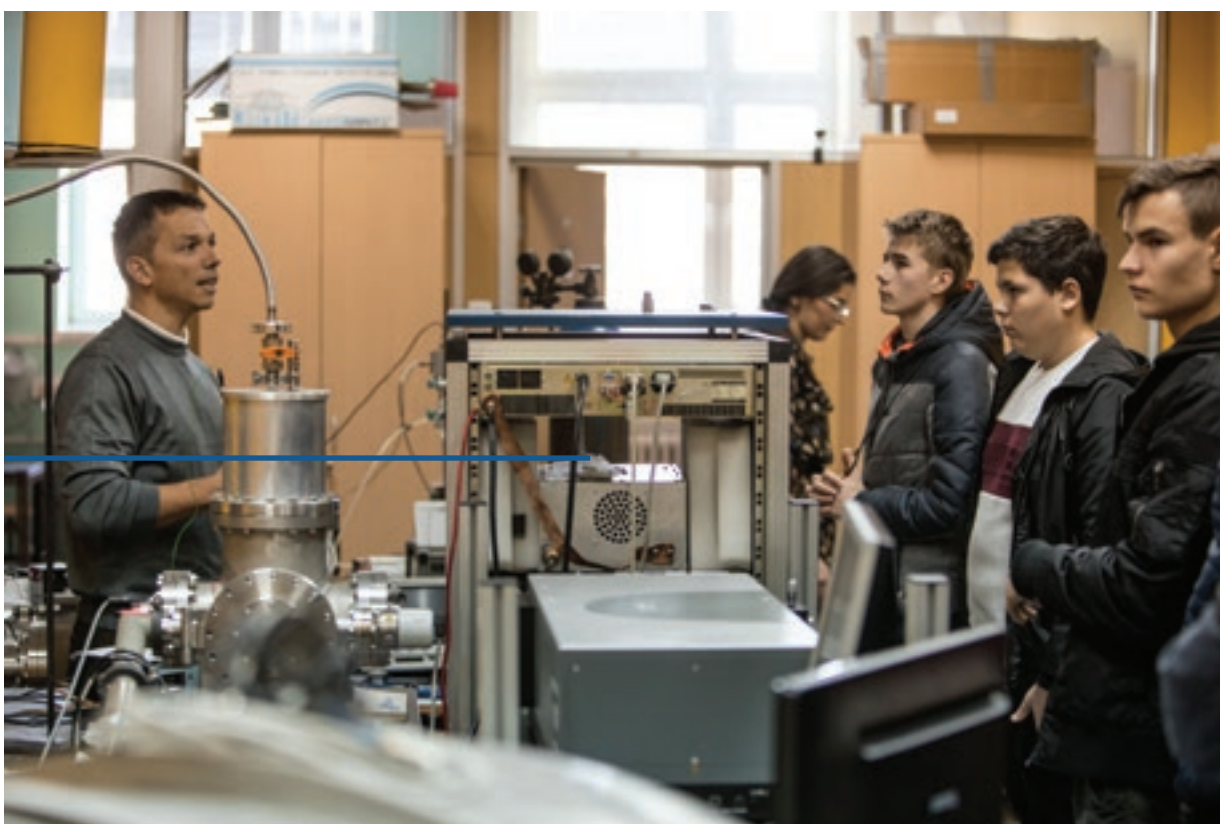
др Тијана Милићевић
виши научни сарадник

Тијана Милићевић је своје основне, мастер и докторске студије завршила на Хемијском факултету Универзитета у Београду. Докторску дисертацију је одбранила 2018. године. Део доктората је радила на Катедри за биоинжењерство на Универзитету у Антверпену (Белгија). Постдокторско истраживање реализовала је на Институту за медицинска истраживања и медицину рада у Загребу, Хрватска. Усавршавала се у Француској, на Универзитету у Лорени. Од 2015. године је запослена у Институту за физику у Београду и бави се хемијом животне средине; испитивањем загађујућих супстанци у животној средини; анализом података загађујућих супстанци у узорцима из животне средине и хране; проценом ризика по животну средину и здравље људи; проценом биорасположивости загађујућих супстанци коришћењем *in vitro* модела. Ауторка је 23 научна рада у међународним часописима, 5 поглавља у књигама и више од 40 радова презентованих на научним конференцијама. Њен h-index је 10 и има 405 цитата.





Ученици и предшколци на Институту



Институт за физику у Београду, као први институт од националног значаја за Републику Србију, поред научно-истраживачког рада усмерен је и ка образовању. Посебна пажња у неговању интересовања за науку и образовању будућих истраживача посвећена је сарадњи са школама. Оваква сарадња огледа се у отворености за ученике и наставнике, као и пружању додатне димензије знањима које ученици стичу на часовима физике и сродних предмета. Институт пружа прилику већим и мањим групама ученика свих узраста, као и наставницима физике али и других предмета, да посете ову научну установу. Кроз обилазак лабораторија и разговор са истраживачима они на тај начин могу да виде како изгледа рад у научној установи, размене своја искуства о настави физике и сродних наука, дискутују о различитим темама и лично од истраживача сазнају нешто више о актуелним питањима и стремљењима савремене науке.



УЧЕНИЦИ СПЕЦИЈАЛИЗОВАНИХ ОДЕЉЕЊА

Институт за физику у Београду редовно организовано у групама посећују ученици специјализованих одељења гимназија из различитих делова Србије. Првенствено, то су ученици специјализованих одељења за ученике са посебним способностима за физику, али и други. Ученици који гаје посебне склоности и интересовање ка физици тако добијају прилику да продубе своја знања, али и информишу се о могућностима за даљи избор каријере у овим областима. Такође, упознавање са истраживачима може довести до даље сарадње и обављања праксе у Институту.

УЧЕНИЦИ СРЕДЊИХ ШКОЛА

Институт за физику у Београду не посећују само ученици који су посебно заинтересовани за физику нити само они који из овог предмета постижу успехе. Лепа искуства из посете понели су ученици



многих средњих школа широм Србије који долазе у посету у мањим и већим групама. Обилазак кроз лабораторију и предавања која истраживачи Института пажљиво припремају за њих, ученицима пружа прилику да физику виде из једног другачијег угла, поставе питања о феноменима који им нису најјаснији, а са вршњацима и истраживачима поразговарају о појединим темама из физике. Поред тога, многим средњошколцима ово је прва прилика да виде како изгледа научна лабораторија и рад у њој. Позитивна искуства могу код појединих ученика да смање отпор према физици, док друге могу подстаћи да размисле о наставку школовања на факултетима на којима се уче физика и сродне науке.

УЧЕНИЦИ ОСНОВНИХ ШКОЛА

Посета ученика основних школа Институту за физику у одређеној мери се разликује од оне коју Институт организује за старије ученике. Програм је увек прилагођен узрасту гостију па се наставницима саветује да доводе ученике сличног узраста. Ученици млађих разреда ће тако имати прилику да физику упознају првенствено кроз игру, док ће посета старијих основаца довести и до озбиљнијих разговора о науци, у зависности од тога да ли у наставном програму већ имају физику или тек треба да је упознају. Током досадашњих посета ученици основних школа су обично говорили како је оно што су видели другачије и интерактивније него што су замишљали физику, неки од задатака су им деловали једноставније него раније, а физика им је оставила утисак занимљиве науке која се може повезати са многим питањима о свету која имају.



ПОСЕТЕ ДЕЦЕ ПРЕДШКОЛСКОГ УЗРАСТА

Посете Институту за физику у Београду нису усмерене само ка деци која су већ почела у школама да уче физику на различитим нивоима, већ је ова установа усмерена и ка најмлађим гостима. Деца из више различитих вртића су до сада на иницијативу родитеља или васпитача имала прилику да посете Институт, а за њих је припреман одговарајући програм пун забавних експеримената који спајају науку и игру. Међутим, најмлађи посетиоци често су имали и озбиљна питања о свету око себе. Посета се понекад заврши и игром у башти Института, на обали Дунава што деци оставља леп утисак који повезују са посетом Институту.

УЧЕНИЧКЕ ПРАКСЕ

Мада програм ученичких пракси у Институту за физику у Београду, није редовна активност као

обавезна студентска пракса, ученици појединих средњих школа које у наставном плану имају праксу, обраћају се Институту или менторима лично са жељом да праксу обаве у овој установи. До сада је праксу у Институту похађало и неколико ученика међународних школа у Београду. Њихов утисак је био да је ово добар први корак ка студијама физике или других наука на престижним светским факултетима.

ПОЈЕДИНАЧНЕ ПОСЕТЕ

Поред организованих групних посета, које се најчешће организују у сарадњи са наставницима и другим запосленима у школама, Институт је отворен и за различите посете појединачних ученика који искажу интересовање да виде како изгледа рад у научној установи, гаје посебно интересовање за физику или желе да поразговарају са неким од истраживача за потребе израде семинарског или матурског рада.

ЗАИНТЕРЕСОВАНИ УЧЕНИЦИ МОГУ РЕАЛИЗОВАТИ
СВОЈЕ ПРВЕ ИСТРАЖИВАЧКЕ ПРОЈЕКТЕ НА ИНСТИТУТУ. ТЕМЕ ЗА СРЕДЊОШКОЛЦЕ,
ОБЕЖЕНЕ ЦРВЕНОМ ОЗНАКОМ, МОГУ СЕ НАЋИ НА СТРАНАМА 32, 40 И 41



Институт у Петници



Институт за физику у Београду већ деценијама негује сарадњу са Истраживачком станицом Петница. Поред подршке коју ове две установе пружају једна другој при реализацији различитих програма, Институт и Петница заједнички раде на образовању младих и стварању прилика да истраживачи размене своја знања и искуства.

Многи од истраживача Института су као средњошколци били полазници програма у Петници и ту су стекли своје прве увиде у природу научног истраживања. Са друге стране, средњошколци и студенти који данас похађају програме у Петници често тамо чују за Институт за физику и могућност да своје образовање и каријеру наставе у овој установи. Поред тога, истраживачи Института често држе предавања и учествују у другим програмима у Истраживачкој станици Петница.

Посебно је значајна сарадња која се одвија у оквиру Петничког летњег семинара у виду различитих радионица и семинара. Током лета 2024. године

Институт за физику у Београду је подржао Школу теорије високих енергија и Школу космологије које су похађали студенти из различитих делова света. Била је ово прилика да сазнају информације које су на фронту савремене науке, дискутују са менторима са водећих светских универзитета и повежу се са својим колегама.

Током лета 2025. године у Институту за физику је у сарадњи са Истраживачком станицом Петница организована мини радионица о теорији струна и сродним темама. Ова дводневна радионица је окупила истраживаче из различитих делова Европе.





Јавни програми Института за физику



КОЛОКВИЈУМ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ

Дужи низ година Институт за физику у Београду организује колоквијуме, односно популарна предавања отворена за ширу публику која држе гости из угледних научних домаћих и страних установа. Оваква предавања прилика су да се окупе колеге из различитих научних дисциплина, поразговарају о питањима и проблемима који се налазе на границама између више области, али исто тако и да грађани који се не баве науком али гаје интересовање према њој чују нешто више о актуелним истраживањима.

ПРЕДАВАЊА НА КОЛАРЦУ

Институт за физику у Београду и Задужбина Илије М. Коларца неколико година за редом организују серије предавања посвећене одређеним темама или областима физике. На тај начин јавност има прилику да у Малој сали Задужбине слуша популарна предавања истраживача Института и ближе упозна теме којима се они баве. Неке од тема досадашњих серија предавања биле су: „Доба нових материјала“, „Комплексни системи“, „70 година Европског центра за нуклеарна истраживања (ЦЕРН)“, „Интерпретације квантне физике“, „Нови резултати експеримента АТЛАС у Церну“.



IPB ТРИБИНЕ

Од 2018. до 2020. године Одељење комуникација Института за физику у Београду организовало је у Великој сали Студентског културног центра веома посећене научнопопуларне трибине. Публика свих узраста и различитих интересовања је долазила у великом броју да слуша дискусије истраживача и других стручњака из широког спектра области. IPB трибине су постале један од значајнијих научнопопуларних догађаја у Београду, а на њима су редовно учествовали истраживачи Института за физику као и њихове колеге из других института и факултета. Неке од тема трибина биле су Шредингерово мачка, загађење ваздуха, потрага

за животом ван Земље, климатске промене, равна Земља, црне рупе, границе људског сазнања.

НАГРАДА „МАРКО ЈАРИЋ“

Институт за физику у Београду један је од оснивача Фондације „Проф. др Марко Јарић“, а од 2018. године и финансира награду коју ова фондација додељује за достигнућа у физици. Награду која носи име једног од најбриљантнијих српских научника и на чије дело чува успомену, домаћи медији називају и „српским Нобелу за физику“. За ово престижно признање могу да конкуришу научници пореклом из Србије без обзира где живе и раде, а до сада је додељена импресивном скупу појединаца. Додела награде се одржава сваке године на рођендан др Марка Јарића, 17. марта, а прате је свечана академија и пригодно предавање лауреата. Поред чувања сећања на утицајног светског физичара др Јарића, награда има за циљ да скрене пажњу на данашње истраживаче чији је рад признат и цењен у целом свету, а пореклом су из Србије. Добитници награде редовно поред популарног предавања на самој додели награди, држе и семинар за своје колеге у Институту за физику што пружа добру прилику за успостављање сарадње са успешним истраживачима из дијаспоре.





РАЗГОВОРИ О БУДУЋНОСТИ

Крајем 2024. године у новом простору Института за физику, под називом „Таван“, др Александар Белић покренуо је инспиративан програм „Разговори о будућности“. Циљ програма је да окупи стручњаке из различитих области како би дискутовали и разменили мишљења о различитим питањима који се тичу будућности човечанства. Тема сваког скупа је инспирисана одређеном књигом, а након обраћања неколико уводничара из различитих области, следи дискусија свих учесника. Досадашње теме у оквиру овог програма су биле сингуларитет и црни лабудови.



ИЛИЈАДА У СВЕМИРУ

Током 2025. године у простору под називом „Таван“, Институт за физику у Београду је на иницијативу др Тање Берић покренуо нов програм „Илијада у свемиру“. Програм је посвећен астробиологији, дисциплини посвећеној разумевању живота и потрази за њим изван Земље, а прво окупљање привукло је велики број заинтересованих гостију. Астробиологија је у последње три деценије, након открића планета изван Сунчевог система, доживела велики напредак. Ова дисциплина интегрише широки корпус експертиза из астрономије, астрофизике, физике, хемије, биологије и геологије до филозофије и уметности, а овај програм је прилика да се размене размишљања на ову тему из различитих области.







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



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

Издавач: Институт за физику у Београд,
институт од националног значаја за Републику Србију
Аутор: Бојана Цекић
Уредник: Љубица Илић Војновић
Прелом: Владимир Станковски
Припрема: Одељење за комуникације Института за физику
Штампа: DMD штампарија, Београд
Тираж: 300
Фотографије: Бојан Џодан, Милован Миленковић,
Владимир Ненезић/ Институт за физику у Београду
ISBN: 978-86-82441-67-0
2025.

CIP - КАТАЛОГИЗАЦИЈА У ПУБЛИКАЦИЈИ
НАРОДНА БИБЛИОТЕКА СРБИЈЕ, БЕОГРАД
371.38-057.875:[53:005.71(497.11)]"2025/2026"
ЦЕКИЋ, БОЈАНА, 1990-

СТУДЕНТСКЕ ПРАКСЕ : ПРЕДЛОЗИ ТЕМА ЗА СТУДЕНТСКЕ ПРАКСЕ :
ЗА АКАДЕМСКУ 2025/26. ГОДИНУ / [АУТОР БОЈАНА ЦЕКИЋ] ; [ФОТОГРАФИЈЕ
БОЈАН ЏОДАН, МИЛОВАН МИЛЕНКОВИЋ, ВЛАДИМИР НЕНЕЗИЋ]. - БЕОГРАД :
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ, ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ
СРБИЈУ, 2025 (БЕОГРАД : DMD ШТАМПАРИЈА). - 164 СТР. : ИЛУСТР. ; 30 СМ
ПОДАЦИ О АУТОРКИ ПРЕУЗЕТИ ИЗ КОЛОФОНА. - НА ВРХУ НАСЛ. СТР.:
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ. - ТИРАЖ 300.

ISBN 978-86-82441-67-0

А) ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ (ЗЕМУН) В) СТУДЕНТИ -- СТРУЧНА ПРАКСА -- 2025-2026
COBISS.SR-ID 178161673

www.ipb.ac.rs

