

Prijedlozi tema za diplomske radove u 2014.

Mentor: dr. sc. Darko Androić	Institucija: PMF
Naslov teme: Temeljni edukativni koncepti i pojmovi nuklearne fizike	
Sadržaj teme: Iako nuklearna fizika nije zastupljena u osnovnoškolskom i srednjoškolskom kurikulumu kao zaseban subjekt, mnoštvo pojmova iz tog područja koristi se u kontekstu obveznog obrazovanja ne samo unutar korpusa fizike već i u interdisciplinarnom okruženju. Često se ti pojmovi koriste bez razumijevanja ili što je još češće pogrešno interpretirani. Cilj diplomskog je izvaditi najviše korištene pojmove nuklearne fizike iz svakodnevnog života te osmisliti upitnik objektivnog tipa koji će testirati razumijevanje odabranih pojmova. Naposljetku očekuje se interpretacija rezultata na temelji prikupljenih podataka na primjerenom uzorku.	
Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije	

Mentor: dr. sc. Tacijana Ban	Institucija: IFS
Naslov teme: Dinamika hladnih atoma rubidija zarobljenih u magneto-optičkoj stupici	
Sadržaj teme: Lasersko hlađenje i zarobljavanje atoma vrlo je aktivno područje znanstvenog istraživanja. Danas se u laboratorijima već rutinski pripremaju hladni atomski plinovi ohlađeni na temperature od svega desetak mikroK, koji se koriste za testiranja kvantnih svojstava materije, mjerenje osnovnih fizikalnih konstanti, u metrologiji (atomske satovi), te kao početni sustav za stvaranje Bose-Einstanovog kondenzata (BEC). U sklopu izrade diplomskog rada student/ica će raditi na razvoju i implementaciji novih eksperimentalnih tehnika koje će omogućiti bolje razumijevanje i karakterizaciju svojstava hladnih atoma rubidija zarobljenih u magneto-optičkoj stupici (MOT). To uključuje tehnike mjerenja temperature hladnih atoma, izradu sistema optičkog pojačala, te razvoj tehnika za manipulaciju dinamike atomskog oblaka pomoću laserskih snopova. Tijekom izrade diplomskog rada student/ica će steći iskustvo u radu s frekventno stabiliziranim poluvodičkim laserskim sistemima, tehnikama laserskog hlađenja i zarobljavanja, tehnikama saturacijske, emisijske i apsorpcijske spektroskopije, kao i metodama snimanja i obrade 2D slika.	
Smjerovi: fizika (istraživački)	

Mentor: dr. sc. Mario Basletić

Institucija: PMF

Naslov teme: Proračun vodljivosti anizotropnih materijala

Sadržaj teme:

U modernoj eksperimentalnoj fizici često valja odrediti transportna svojstva uzoraka koji su malih dimenzija i nepravilnih oblika. Za takve uzorke, određivanje vodljivost može biti vrlo komplicirano. Ako je materijal još i anizotropan, tj. ako mu vodljivost ovisi o smjeru toka struje (u odnosu na kristalografske osi), proračun vodljivosti postaje vrlo zahtjevan zadatak. Cilj ovog rada je kontrolirana proizvodnja 'uzoraka', u kojima će se moći napraviti uzorak željenih dimenzija i željenog iznosa anizotropije. Za takve uzorke će se onda eksperimentalno određivati transportna svojstva i iz njih će se određivati vrijednosti vodljivost. Dobivene vrijednost će se uspoređivati sa teoretskim numeričkim proračunom.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Mario Basletić

Institucija: PMF

Naslov teme: 'Skin' efekt u nehomogenim materijalima

Sadržaj teme:

U ovom radu će se teorijskim metodama proučavati 'skin' efekt, tj. vođenje visokofrekventne struje u vodljivim materijalima. Posebna će se pažnja posvetiti razlici između homogenih i nehomogenih materijala, te će se na konkretnim primjerima planarnih i kružnih vodiča konstruirati egzaktna rješenja profila električnih struja i efektivne vodljivosti. Također, bit će dokazana relacija (teorem) o ukupnoj efektivnoj vodljivosti nehomogenih materijala u odnosu na homogene. Od studenta se očekuje poznavanje Besselove diferencijalne jednadžbe i pripadnih Besselovih funkcija.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Mario Basletić

Institucija: PMF

Naslov teme: Računalo u eksperimentu

Sadržaj teme:

Cilj ovog rada je izrada jednostavnog uređaja, baziranog na Arduino mikrokontrolerskoj platformi, koji bi se na računalo spajao preko USB sučelja i koji bi mogao služiti za višekanalno mjerenje vremenski ovisnih napona i/ili struja. Takav uređaj bi onda mogao biti korišten u nastavi, demonstracijskim pokusima i/ili na praktikumima kao mjerni instrument s mogućnošću direktnog bilježenja i manipuliranja podataka s računalom, u stvarnom vremenu. Od studenta se očekuje poznavanje programiranja u programskom jeziku C.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Mario Basletić

Institucija: PMF

Naslov teme: Niskodimenzionalni i anizotropni sustavi - magnetootpor i Hallov efekt

Sadržaj teme:

U ovom radu proučavat će se transportna svojstva materijala karakteriziranih niskom dimenzionalnošću i anizotropnim transportnim svojstvima - sustavima u kojima je električna vodljivost ovisna o smjeru toka struje. Eksperimentalnim tehnikama koje uključuju mjerenje ovisnosti otpora o magnetskom polju i temperaturi te Hallovog efekta, odredit će se bitni parametri koji opisuju mikroskopsko osnovno stanje: broj i vrsta nosilaca naboja, energetski procjep i približna svojstva Fremijeve plohe.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ivo Batistić

Institucija: PMF

Naslov teme: Je li led provodi struju?

Sadržaj teme:

Istraži će se različite kristale strukture leda te kako se to odražava na transportna svojstva.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ivo Batistić

Institucija: PMF

Naslov teme: Termodinamika fononskih pobuđenja u metalu bakra

Sadržaj teme:

Fononska pobuđenja modelirat će se elastičnim konstantama između prvih i drugih susjednih atoma. Iz dobivenog fononskog spektra izračunat će se specifični toplinski kapacitet. Rezultat će se usporediti s onim iz Debyeovog modela.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ivo Batistić

Institucija: PMF

Naslov teme: Kondo efekt u sustavu s malim brojem elektrona

Sadržaj teme:

Problem Kondo efekt riješit će se primjenom egzaktne dijagonalizacije hamiltonijana na sustavu s malim brojem čestica. Dobiveni spektar pobuđenja omogućit će izračun termodinamičkih veličina te izračun susceptibilnosti.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Sanjin Benić

Institucija: PMF

Naslov teme: Nova tema

Sadržaj teme:

Novi sadržaj.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Goranka Bilalbegović

Institucija: PMF

Naslov teme: Programski paket Astropy

Sadržaj teme:

Programski jezik Python je sve više zastupljen u znanstvenim istraživanjima. Astropy je paket rutina koje se koriste u astrofizici, ali je moguća primjena i u drugim područjima fizike. To je otvoreni kod čija je prva verzija objavljena početkom 2013. godine i još se intenzivno razvija. Predstavlja dobar primjer izvrsne organizacije globalnog računalnog projekta. Koristi se kao nadogradnja na poznate pakete NumPy, SciPy i Matplotlib. Sadrži podršku za fizičke jedinice i njihovu konverziju, konstante, koordinatne sustave, fitanje podataka, kozmološke modele, tablice, specijalne formate datoteka, itd. Za ovaj diplomski je planiran rad na pristupu pregledima neba i rezultatima laboratorijskih mjerenja astrofizičkih materijala koji su dostupni na Webu. Cilj je prikupljanje informacija o astrofizičkim molekulama i kozmičkoj prašini.

Smjerovi: prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Goranka Bilalbegović

Institucija: PMF

Naslov teme: Optičke osobine materijala kozmičke prašine

Sadržaj teme:

Kozmička prašina se nalazi u blizini Zemlje i ekstrasolarnih planeta, u međuzvezdanom prostoru, oko zvijezda i aktivnih galaktičkih jezgri. Istražena zrnca kozmičke prašine se sastoje od silikata ili materijala na bazi ugljika. Monte Carlo modeliranjem emisije, apsorpcije i raspršenja zračenja na zrcima kozmičke prašine može se ispitati utjecaj sastava kozmičke prašine na rezultate teleskopskih opažanja astrofizičkih objekata.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Goranka Bilalbegović

Institucija: PMF

Naslov teme: Infracrveni spektri nanočestica kozmičkih hidrida

Sadržaj teme:

Hidridi su spojevi kemijskih elemenata s vodikom. Neki hidridi su bili među prvim formiranim molekulama u povijesti Svemira. Pretpostavlja se da su različiti tipovi hidrida vrlo zastupljeni u međuzvezdanom prostoru. Projekti suvremenih teleskopa (npr. Herschel, SOFIA i ALMA) sadrže mjerenja spektra hidrida. U laboratorijima na Zemlji se mjere infracrveni spektri molekula, kristalnih i amorfnih astrofizičkih materijala. Mjerenja na nanočesticama su složenija. Za ovaj diplomski rad predviđen je račun infracrvenih spektara molekula i klastera nekih hidrida primjenom kvantne teorije funkcionala gustoće. Planirana je usporedba rezultata s opažanjima teleskopa u infracrvenom području spektra.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ivančica Bogdanović Radović

Institucija: IRB

Naslov teme: Fokusiranje ionskog snopa iz akceleratora na submikrometarske dimenzije

Sadržaj teme:

Za fokusiranje ionskog snopa iz akceleratora na Institutu Ruđer Bošković standardno se koristi optički mikroskop i scintilator koji svijetli u obliku presjeka ionskog snopa (tipično se koriste protoni energije 2 MeV-a). Fokusiranje ionskog snopa na dimenzije ispod 1 mikrometra otežano je zbog ograničenja razlučivanja optičkog mikroskopa. Kako bi omogućili optimalno fokusiranje ionskog snopa i na tim submikrometarskim dimenzijama, u sklopu diplomskog rada bi se izradio sklop koji bi putem računalne kontrole upravljao cijelim procesom. Pretraživanjem (scanning) snopa u obliku slova L, preko horizontalnog i vertikalnog ruba neke pravilne mikroskopske strukture, a putem mjerenja x i y ovisnosti intenziteta emisije sekundarnih elektrona, dobivali bi se kvantitativni podaci o trenutnom profilu snopa. Ovi podaci bi se iskoristili za postepene promjene struja u elektromagnetskim kvadrupolnim lećama, što bi nakon niza iteracija dovelo do optimalno fokusiranog ionskog snopa. Uz razvoj same računalne kontrole, u sklopu diplomskog rada bi se izvršila i usporedba kvalitete fokusiranja raznih konfiguracija fokusirajućih kvadrupola kao što su dublet, triplet i kvintuplet.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Damir Bosnar

Institucija: PMF

Naslov teme: Optimizacija modela pozitronske emisijske tomografije (PET)

Sadržaj teme:

Na Fizičkom odsjeku izgrađen je demonstracijski PET sustav (Positron Emission Tomography) od 48 BaF2 detektora. Jedna od karakteristika sustava je mogućnost određivanja razlike vremena proleta (ToF) emitiranih gama zraka kod pozitronske anihilacije, što se koristi kod najnovijih kliničkih PET sustava za smanjivanje šuma i poboljšanja kvalitete slike. Za kvalitetno određivanje vremenske razlike u detekciji gama zraka potrebni su kvalitetni i dobro optimizirani diskriminatori. U diplomskom će se ispitati signali iz detektora i optimizirati diskriminatori za postizanje najbolje vremenske rezolucije. Rekonstruirat će se slika od nekoliko pozitronskih izvora različite aktivnosti.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Damir Bosnar

Institucija: PMF

Naslov teme: Karakterizacija silicijskih detektora za istraživanje svojstava kaonskih atoma i QCD

Sadržaj teme:

Zagrebačka grupa sudjeluje u pripremi eksperimenta SIDDHARTA (Silicon Drift Detectors for Hadronic Atom Research by Timing Application) u Laboratori Nazionali di Frascati, Rim, Italija. U eksperimentu koji treba početi 2015. godine istraživat će se svojstva određenih kaonskih atoma (deuterij, helij): elektron u orbiti je zamijenjen kaonom koji u prijelazu iz viših u niža energijska stanja emitira X-zrake koje će se detektirati sustavom silicijskih detektora. Informacije o energijama prijelaza i širine stanja daju fundamentalne informacije o svojstvima jakih interakcija na niskim energijama između kaona i jezgre te QCD, za detalje vidjeti J. Zmeskal, Prog. Part. Nucl. Phys. 61 (2008) 512. U eksperimentu će se za detekciju X-zraka upotrijebiti sustav silicijskih detektora i pripadajuće elektronike čije karakteristike treba odrediti u laboratorijskim ispitivanjima (energijska razlučivost, vremenska razlučivost, šum, temperaturna ovisnost itd.). Karakterizacija detektora vršit će se u laboratoriju na Fizičkom odsjeku i Laboratori Nazionali di Frascati, Rim u okviru EU-FP7 projekta. Za dodatne informacije: bosnar@phy.hr

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Damir Bosnar

Institucija: PMF

Naslov teme: Mjerenje energije gama zraka kod raspada orto-pozitronija

Sadržaj teme:

Elektron i pozitron mogu tvoriti nestabilno vezano stanje. Ovisno o spinu vezanog stanja moguć je raspad na dvije gama zrake (para-pozitronij) odnosno tri gama zrake (orto-pozitronij) s različitim vremenima života i vjerojatnostima raspada. U diplomskom će se sustavom BaF2 detektora detektirati raspad orto-pozitronija i odrediti energija emitiranih gama zraka za određene kutove emisije.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Hrvoje Buljan

Institucija: PMF

Naslov teme: Pseudomagnetska polja za fotone

Sadržaj teme:

Zanima nas dizajn i izračun svojstava fotoničkih sustava kod kojih se mogu stvoriti umjetni magnetski efekti. Potrebno je znanje Klasične elektrodinamike i elementarno poznavanje rješavanja Maxwellovih jednadžbi.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Hrvoje Buljan

Institucija: PMF

Naslov teme: Pseudomagnetske sile za neutralne hladne atome

Sadržaj teme:

Istražuju se sile kojima laseri djeluju na neutralne atome. Zbog Dopplerovog efekta sile ovise o brzini atoma te se mogu koristiti za npr. hlađenje atomskih oblaka. Nas zanima stvaranje pseudomagnetskih sila (zovemo ih sintetičke Lorentzove sile) na neutralne atome u realističnim alkalijevim hladnim plinovima, te potpis tih sila na dinamiku atomskih oblaka. Potrebno je naučiti rješavati optičke Blochove jednadžbe, koristiti Ehrenfestov teorem, te rješavati Fokker-Planckovu jednadžbu.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Saša Ceci

Institucija: IRB

Naslov teme: Istraživanje korelacije između oblika rezonantnog udarnog presjeka i faze reziduuma pola amplitude raspršenja

Sadržaj teme:

Nedavno smo utvrdili da je minimalno izmjenjena Breit-Wignerova formula prikladna za opis više rezonantnih pojava u nuklearnoj fizici i fizici elementarnih čestica od rho mezona do Z bozona. Izmjena se sastoji u jednom dodatnom parametru koji je povezan s deformacijom zvonolikog oblika rezonantnog udarnog presjeka. Pronašli smo i objasnili uočena česta odstupanja između dva tipa parametara: Breit-Wignerovih parametara i polarnih parametara.

U ovom diplomskom radu testiramo korelaciju između oblika rezonantnog udarnog presjeka i faze reziduuma pola amplitude raspršenja koja je uočena u predhodnom istraživanju za $\Delta(1232)$, $N^*(1440)$ te Z bozon. Provjerit ćemo pojavljuje li se ona i u drugim dobro poznatim rezonancijama, te analizirati moguće razloge zašto se ona ne pojavljuje (ako se ne pojavljuje). Ukoliko se pokaže da je ova korelacija pravilo a ne iznimka, pokušat ćemo pronaći teorijsko objašnjenje za nju. Ovo istraživanje je direktan nastavak našeg ranijeg istraživanja pa imamo gotove sve programe i rutine.

Određivanje rezonantnih parametara izvodi se prilagodbom (fitanjem) teorijske nelinearne funkcije od otprilike 10 parametara na eksperimentalne podatke - točke s pogreškama. Obično je za jednu rezonanciju potrebno u kratkom vremenu napraviti od 100 do 1000 takvih prilagodbi pa je poželjno znanje programiranja. Mi koristimo, ali nismo ograničeni na programski jezik FORTRAN i aplikaciju za simboličko matematičko programiranje Mathematica.

Literatura: - udžbenici su dostupni kod voditelja, a istraživanje se temelji na radu Ceci et al, Phys. Rev. Lett. 111, 112004 (2013). - eksperimentalne podatke dobivamo iz PDG baze, baze SAID Sveučilišta u Washingtonu, ili direktno od autora objavljenih radova

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Saša Ceci

Institucija: IRB

Naslov teme: Fizikalna svojstva nukleonskih rezonancija

Sadržaj teme:

Nedavno smo utvrdili da je minimalno izmjenjena Breit-Wignerova formula prikladna za opis više rezonantnih pojava u nuklearnoj fizici i fizici elementarnih čestica od rho mezona do Z bozona. Izmjena se sastoji u jednom dodatnom parametru koji je povezan s deformacijom zvonolikog oblika rezonantnog udarnog presjeka. Pronašli smo i objasnili uočena česta odstupanja između dva tipa parametara: Breit-Wignerovih parametara i polarnih parametara.

U ovom diplomskom radu primjenjujemo izmjenjenu formulu na rezonancije za koje dobro znamo sve parametre (i polarne i Breit-Wignerove) iz literature kako bismo provjerili neke teorijske slutnje iz ranijeg radu i, po mogućnosti, unaprijedili numeričke detalje procedure određivanja parametara.

Određivanje rezonantnih parametara izvodi se prilagodbom (fitanjem) teorijske nelinearne funkcije od otprilike 10 parametara na eksperimentalne podatke - točke s pogreškama. Obično je za jednu rezonanciju potrebno u kratkom vremenu napraviti od 100 do 1000 takvih prilagodbi pa je poželjno znanje programiranja. Mi koristimo, ali nismo ograničeni na programski jezik FORTRAN i aplikaciju za simboličko matematičko programiranje Mathematica.

Literatura: - udžbenici su dostupni kod voditelja, a istraživanje se temelji na radu Ceci et al, Phys. Rev. Lett. 111, 112004 (2013).

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Saša Ceci

Institucija: IRB

Naslov teme: Određivanje svojstava rezonancija na model-neovisan način

Sadržaj teme:

Nedavno smo utvrdili da je minimalno izmjenjena Breit-Wignerova formula prikladna za opis više rezonantnih pojava u nuklearnoj fizici i fizici elementarnih čestica od rho mezona do Z bozona. Izmjena se sastoji u jednom dodatnom parametru koji je povezan s deformacijom zvonolikog oblika rezonantnog udarnog presjeka. Pronašli smo i objasnili uočena česta odstupanja između dva tipa parametara: Breit-Wignerovih parametara i polarnih parametara.

U ovom diplomskom radu primjenjujemo izmjenjenu formulu na čestice koje se pojavljuju kao rezonancije u raspršenjima elektrona i pozitrona. Posebnu pažnju posvetit ćemo rezonancijama u blizini otvaranja drugih kanala raspršenja - kao što su Upsilon(4S) ili Upsilon(10360), te na rezonancije koje se preklapaju, poput rho(770) i omega(782). Dosad smo već analizirali rho(770) i Upsilon(11020) tako da je ovo prirodno proširenje našeg istraživanja (što znači da svi programi već postoje i dobro su provjereni).

Određivanje rezonantnih parametara izvodi se prilagodbom (fitanjem) teorijske nelinearne funkcije od otprilike 10 parametara na eksperimentalne podatke - točke s pogreškama. Obično je za jednu rezonanciju potrebno u kratkom vremenu napraviti od 100 do 1000 takvih prilagodbi pa je poželjno znanje programiranja. Mi koristimo, ali nismo ograničeni na programski jezik FORTRAN i aplikaciju za simboličko matematičko programiranje Mathematica.

Literatura: - udžbenici su dostupni kod voditelja, a istraživanje se temelji na radu Ceci et al, Phys. Rev. Lett. 111, 112004 (2013). - eksperimentalne podatke dobivamo iz PDG baze ili od autora objavljenih radova

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Maro Cvitan

Institucija: PMF

Naslov teme: Podudaranje fizike crnih rupa i fizike relativističkih fluida

Sadržaj teme:

U određenom režimu AdS/CFT korespondencije pojavi se podudaranje između gravitacijske fizike crnih rupa u AdS volumenu i fizike relativističkih fluida na rubu tog volumena. Literatura: Phys.Rev.Lett. 103 (2009) 191601; L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fluid Mechanics, Pergamon, New York (1959).

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Maro Cvitan

Institucija: PMF

Naslov teme: Izrada interaktivnih zadataka iz programiranja

Sadržaj teme:

Cilj je dizajnirati nekoliko tipova interaktivnih zadataka iz određenog programskog jezika (C/C++, Java, Python, ...). Za svaki tip interaktivnog zadatka potrebno je napraviti program koji će generirati zadatke tog tipa u zadanom formatu odabranom tako da bude prikladan za korištenje u postojećem sustavu za e-učenje (Merlin/Moodle). Takvi zadaci mogu poslužiti u nastavi kao pomoćno sredstvo studentima pri učenju osnovnih elemenata programiranja: izraza, operatora, pokazivača petlji i sl. Također mogu poslužiti i za provjeru znanja. Tema je pogodna za više diplomskih radova.

Smjerovi: prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Maro Cvitan

Institucija: PMF

Naslov teme: Gravitacijski Chern-Simons članovi

Sadržaj teme:

Na postojeći gravitacijski Lagrangian dodamo još jedan član: gravitacijski Chern-Simons. Pitanje je postoje li restrikcije na konstantu vezanja tog člana? Dati pregled pristupa u literaturi: JHEP 1210 (2012) 077 [arXiv:1207.6969]; Annals Phys. 140 (1982) 372-411. Također razmotriti kako se u tom slučaju mijenja definicija entropije crnih rupa. Literatura: Class. Quant. Grav. 24 (2007) 737 [hep-th/0611141]; JHEP 07 (2011) 085, [arXiv:1104.2523].

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Marko-Tomislav Cvitaš

Institucija: IRB

Naslov teme: Poluklasična metoda instantona u molekularnoj dinamici

Sadržaj teme:

Kvantni računi molekulske dinamike često su numerički prezahtjevni i za sustave od svega nekoliko atoma, zbog čega se pribjegava aproksimativnim metodama. Jedna od takvih je poluklasična instanton metoda, koja je nedavno upotrebljena za opis cijepanja osnovnih rovibracijskih stanja molekula zbog tuneliranja i za izračun brzina kemijskih reakcija. Metoda se bazira na izračunu dominantnog doprinosa kvantnoj particijskoj funkciji molekularnog sustava, u formulaciji baziranoj na integralu po stazama, koji dolazi od nestabilne klasične periodične putanje s minimalnom euklidskom akcijom. Numerički najzahtjevniji dio proračuna otpada na pronalazak te periodične putanje. Nedavno smo osmislili pristup (u 2D) pri kojem minimiziramo "skraćenu" akciju i za njenu minimizaciju primjenjujemo niz metoda razvijenih za pronalazak staza minimalne energije (NEB, FIRE, string, ...), što dovodi do ubrzanja i do 2 reda veličine. Tema diplomskog rada jedna je od slijedećih: 1) Primjena gornjeg pristupa na izračun cijepanja stanja u klasterima vode u svrhu usporedbe efikasnosti različitih minimizatora na realističnom sustavu, te njihova eventualna modifikacija. 2) Proširenje gornjeg numeričkog pristupa na izračun brzine kemijskih reakcija. 3) Povezivanje našeg programa s nekim od komercijalnih ab-initio programa za izračun elektronske energije, paralelizacija algoritma, te demonstracija ab-initio pristupa.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Nazif Demoli

Institucija: IFS

Naslov teme: Karakterizacija i primjena prostornog svjetlosnog modulatora na bazi tekućih kristala tipa LCoS

Sadržaj teme:

Prostorni svjetlosni modulator na bazi tekućih kristala LCoS (Liquid Crystal on Silicon) modulira amplitudu i fazu upadne svjetlosti u refleksiji. LCoS je upravljani kompjutorom u svojstvu drugog monitora, a zahvaljujući svojim karakteristikama (razlučivanje: 1920 x 1080 piksela, dimenzija piksela: 6.4 μm) pogodan je za brojne primjene, posebno, za optičku rekonstrukciju digitalnih holograma. Da bi upotreba LCoS-a bila efikasna, treba izmjeriti njegove karakteristike. Zadatak diplomskog rada je izabrati metodu za mjerenje amplitudno-faznih karakteristika LCoS-a, izmjeriti karakteristike za sve konfiguracije ulaznih i izlaznih polarizacija modulirane svjetlosti, odabrati optimalne konfiguracije za razne primjene te demonstrirati primjenu LCoS-a na nekoliko primjera.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Nazif Demoli

Institucija: IFS

Naslov teme: Utjecaj uređenosti zapisa na smetnje u digitalnoj holografiji

Sadržaj teme:

Počeci holografije karakterizirani su upotrebom koherentnih izvora svjetlosti i visoko-razlučivih foto-emulzija. Za snimanje holograma korišten je, u takvoj klasičnoj holografiji, foto-materijal s razlučivanjem 1-2 reda veličine većim od razlučivanja foto-materijala koji se primjenjuju u standardnoj fotografiji. Razvojem digitalne holografije, foto-materijal je zamijenjen matričnim foto-osjetljivim sensorima (kao što je CCD senzor), a optička rekonstrukcija je zamijenjena numeričkom obradom. Time je postupak snimanja holograma postao brži i fleksibilniji, ali je uređenost i slabo razlučivanje matričnih senzora uzrokovalo niz problema kao što su: smetnja nultog reda difrakcije, speckle i alijasing. U okviru diplomskog rada trebalo bi u potpuno identičnim uvjetima snimiti holograme pomoću, s jedne strane, CCD senzora (digitalna holografija) i, s druge strane, crno-bijelog standardnog filma (klasična holografija, ali s nisko-razlučivim foto-materijalom). Usporedbom dobivenih rezultata treba prodiskutirati utjecaj uređenosti zapisa na smetnje u digitalnoj holografiji.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Nazif Demoli

Institucija: IFS

Naslov teme: Određivanje parametara mikrotvrdoće materijala pomoću digitalne holografske interferometrije

Sadržaj teme:

Digitalna holografija je postupak bilježenja i rekonstruiranja fazne informacije koju nosi predmetni snop svjetlosti, uz upotrebu CCD senzora umjesto holografske foto-ploče (što je obilježje klasične holografije). Digitalni hologram je, dakle, slika spremljena u memoriji računala koja nosi informaciju o kontrastu i fazi valne fronte koja dolazi s površine predmeta. Ako snimimo dva holograma površine predmeta, jedan prije i drugi nakon izazvane deformacije, zbrajanjem tih holograma dobivamo interferogram koji rekonstruiran prikazuje osim same slike predmeta također i pruge nastale na mjestu deformacije. Tako dobivamo holografsku interferometriju, tehniku s brojnim primjenama u raznim područjima ljudske djelatnosti (primjerice: ispitivanja bez razaranja, biomedicinska ispitivanja, ispitivanja dinamičkih pojava i vibracijskih modova i sl.). U Laboratoriju za koherentnu optiku u tijeku je izrada holografskog mikroskopa s mogućnošću primjene Vickersove piramide te potpuno novog pristupa mjerenju parametara mikrotvrdoće materijala. Zadatak diplomskog rada bio bi podesiti eksperimentalni uređaj (prilično zahtjevno) istražiti 3D profile utisnuća u raznim materijalima te odrediti pripadne parametre mikrotvrdoće.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Igor Gašparić

Institucija: IRB

Naslov teme: Neutronske detektore za eksperimente s egzotičnim jezgrama

Sadržaj teme:

Proučavanje atomskih jezgara s velikom asimetrijom u broju protona i neutrona upotpunjuje razumijevanje nuklearne sile i karakteristika jezgara širom karte nuklida sve do granica njihova postojanja. Osim u nuklearnoj fizici ova su istraživanja neophodna za opisivanje i objašnjavanje astrofizičkih procesa poput nukleosinteze u eksplozijama zvijezda ili dinamike neutronske zvijezde. Budući da su te jezgre vrlo nestabilne, eksperimentalno se mogu proučavati samo na modernim postrojenjima za proizvodnju snopova radioaktivnih jezgara. Predložena tema diplomskog rada usko je vezana s realizacijom trenutno najopsežnijeg znanstvenog projekta FAIR (<http://www.fair-center.eu/>), točnije njegove nuklearne komponente NuSTAR, odnosno detektora neutrona NeuLAND (New Large-Area Neutron Detector, <http://www.fair-center.de/fileadmin/fair/experiments/NUSTAR/Pdf/TDRs/NeuLAND-TDR-Web.pdf>). Detekcija brzih neutrona u nuklearnim reakcijama korisno je oruđe u proučavanju jezgara, osobito onih bogatih neutronima. Budući da su neutroni električno neutralni, izrada neutronske detektora velike efikasnosti i iznimne prostorne i vremenske moći razlučivanja predstavlja osobiti izazov. Detektor NeuLAND će se sastojati od scintilacijskih šipki koje je potrebno sustavno testirati. Uz ponašanje samog detektorskog materijala, također je potrebno testirati novu elektroniku za očitavanje te optimizirati njezin rad. Student će steći znanja i vještine u problematici djelovanja neutrona na materiju, osnovama izospinske fizike i njenu relevantnost za astrofiziku, upoznati se sa scintilacijskim plastikama, ultrabrzom elektronikom, te postupcima obrade velike količine podataka što otvara sjajne mogućnosti za nastavak rada u eksperimentalnoj nuklearnoj fizici.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Matko Glunčić

Institucija: PMF

Naslov teme: Dinamički modeli filotaksije

Sadržaj teme:

Filotaksični uzorci javljaju se kod vaskularnih biljaka kada biljka na rastućem vrhu stvara niz sličnih botaničkih elemenata, kao što su listovi, sjemenke, latice ili ljuske. Najčešći ovakav uzorak je onaj u kojem su elementi organizirani u dvije obitelji spirala koje se rotiraju u suprotnim smjerovima. Broj spirala u svakoj od ovih obitelji su uzastopni brojevi Fibonaccijeva niza u kojem je svaki član suma prethodna dva. U ovom istraživanju studenti će razviti teorijski dinamički model koji uključuje vremensku evoluciju filotaksičnog uzorka. Pomoću modela pokušat će odgovoriti na sljedeća fundamentalna pitanja: Zašto je između svih mogućih regularnih spiralnih uzoraka, Fibonaccijeva spirala favorizirana? Koji su ostali uzorci teorijski mogući, te koji su mehanizmi tranzicije između različitih uzoraka?

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Matko Glunčić

Institucija: PMF

Naslov teme: Istraživanje kolektivnog djelovanja staničnih motora

Sadržaj teme:

Molekularni motori, djelujući silama na mikrotubule, reguliraju položaj diobenog vretena, položaj centrosoma tijekom interfaze, te upravljaju oscilatornim gibanjem jezgre u profazi mejoze. Općenito je zanimljivo kako populacija motora zajedničkim djelovanjem uzrokuje ova usklađena gibanja. U ovom istraživanju teorijski ćemo proučavati dinamiku raspodjele dineina, koji pokreću oscilatorno gibanje jezgre, tijekom profaze mejoze u stanicama kvasca. Ove oscilacije su nužne za sparivanje kromosoma, rekombinaciju, te održivost spora. Studenti će raditi na razvoju teorijskog modela (statistička fizika i klasična mehanika) koji će uključivati dinamiku raspodjele dineina. Rezultati će nam omogućiti razumijevanje fizikalnih procesa koji dovode do oscilacija jezgre u stanici. Također, studenti će razviti stohastičku kompjutersku simulaciju za različit broj motora kako bi provjerili utjecaj fluktuacija broja motora na oscilacije jezgre.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Davorka Herak

Institucija: PMF

Naslov teme: Odabrani geofizički koncepti u nastavi fizike za srednje škole

Sadržaj teme:

Razmotrit će se nekoliko geofizičkih pojava koje se mogu koristiti u nastavi fizike za srednje škole (poput: struktura Zemlje, hlađenje Zemlje, prijenos topline u Zemlji, rasprostiranje valova potresa, magnetsko polje Zemlje, itd.) uz upotrebu temeljnih fizikalnih zakona i koncepata. Na kraju će se napraviti audio-vizualni prikaz svih navedenih geofizičkih pojava.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Davor Horvatić

Institucija: PMF

Naslov teme: Obrada rezultata mjerenja pomoću programskog jezika R

Sadržaj teme:

Programski jezik R postao je standard u obradi statističkih podataka. Pošto se radi o programu otvorenog koda idealan je za korištenje u edukaciji. Student bi pri izradi diplomskog rada dao potpuni pregled korištenja navedenog programskog jezika u fizikalnom praktikumu, od unosa/učitavanja podataka, osnovne statističke obrade, grafičkog prikaza podataka do naprednih tema poput nelinearne regresije. Diplomski bi nakon toga mogao poslužiti kao temelj za izgradnju priručnika kojeg studenti mogu koristiti prilikom obrade podataka u praktikumu te tako naučiti programski jezik čije poznavanje mogu iskoristiti kako u kasnijem istraživačkom radu tako i potencijalnim primjenama u području primijenjene fizike.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Davor Horvatić

Institucija: PMF

Naslov teme: Vizualizacija dinamičkih sustava pomoću programskog jezika Python

Sadržaj teme:

Programski jezik Python omogućuje laku izradu i vizualizaciju dinamičkih sustava u fizici. VPython i PyCX predstavljaju idealan okvir u kojem profesori fizike mogu prirediti, na jednostavan način, vizualizaciju raznih fizikalnih fenomena iz mehanike ili elektromagnetizma. Navedeni paketi pogodni su za višepatformsku upotrebu te ne zahtijevaju kompliciranu instalaciju pošto se baziraju na provjerenim proširenjima poput NumPy, SciPy, matplotlib i NetworkX paketa. Ideja diplomskog rada je pokazati na klasičnim primjerima postupak vizualizacije i animacije svih detalja fizikalnog procesa te tako napraviti i jednostavan priručnik koji može pomoći nastavnicima da na taj način obogate nastavni sat fizike.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Davor Horvatić

Institucija: PMF

Naslov teme: Utjecaj pogrešaka pozicioniranja na izračun doze kod adjuvantnog zračenja

Sadržaj teme:

Voditelj rada: dr.sc. Vedran Rajevac, KBC "Sestre milosrdnice", Klinika za tumore, Ilica 197
Suvoditelj: doc.dr.sc. Davor Horvatić

Izrada radioterapijskog plana zračenja zahtijeva detaljno poznavanje fizikalnih procesa prijenosa energije ionizirajućeg zračenja na tvari, izbor algoritama koji omogućuju dovoljno točan i prihvatljivo brz proračun.

Volumen pacijenta odnosno geometrija u kojoj se radi proračun je zadana u obliku CT slojeva debljine 2 mm. Liječnik na slojevima obilježi konture ciljnih volumena, rizičnih organa te zadaje uvjete u obliku frakcionirane terapijske doze na ciljne volumene (PTV, CTV) te dozna ograničenja. Cijeli volumen je podijeljen na prostorne elemente (voxel), kockice brida 2 mm. Za svaku kockicu se zna kolika je njena prosječna elektronska gustoća i kojem tkivu ili u planu obilježenom volumenu pripada. Fizičar izrađuje plan zračenja, usmjeravajući odabrane terapijske snopove tako da se u terapijskom volumenu postigne zadana homogena apsorbirana doza, a u drugim tkivima unutar dozvoljenih granica. Planovi zračenja izrađeni su na komercijalnom programu XiO, tvrtke CMS Elekta. Primijenjen je algoritam konvolucije sa superpozicijom. Doza u nekom volumnom elementu se sastoji od doze primljene od atenuiranog primarnog snopa i doze nastale raspršenjem iz okolnih volumena što se izračunava konvolucijom. U proračunu se uvažavaju različite elektronske gustoće pojedinih volumnih elemenata. Doprinosi su u korelaciji sa gustoćom tkiva i srednjim atomskim brojem.

Međutim, u procesu terapije javlja se još jedna nesigurnost – pogreška koja se javlja kod postavljanja pacijenta za zračenje (set up pogreška) koja može biti sistematska ili slučajna, a može iznositi od nekoliko milimetara do nekoliko cm. Diplomski rad se bavi utjecaja takve pogreške na moguće rezultate liječenja. Pogreška namještanja je simulirana pomakom izocentra u tri dimenzija za po 2.5 mm u intervalu od -30 mm do +30 mm. Na taj način je generirano 72 plana zračenja, te se postupak ponavlja za 5 pacijentica. Za izdvajanje i obradu podataka potrebnih za usporedbu planova korištene su pogodnosti programskog jezika Python.

U diplomskom radu se proučava utjecaj pogreške pozicioniranja na izračun doze kod adjuvantnog zračenja dojke. Adjuvantno zračenje je vrsta liječenja kada u organizmu više nije prisutan tumor te je svrha njegova provođenja minimizacija vjerojatnosti da se tumor vrati. Usporedba kvalitete plana zračenja je načinjena usporedbom dozno volumnih histograma (DVH).

U izradi ovoga radu koristi se znanja kako fizike tako i informatike, ne samo zbog izračuna doze već i prilikom izrade diplomskog rada potrebno je izdvojiti podatke iz sustava za planiranje pomoću programskog jezika Python. Zbog toga je potrebno da kandidat(-ica) ima potrebno znanje kako fizike tako i informatike.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Davor Horvatić

Institucija: PMF

Naslov teme: Osnovni principi kvantne kriptografije

Sadržaj teme:

Koristeći razvoj moderne fizike i njena primjenjiva otkrića u računalnoj znanosti, želja je približiti učenicima potrebu za poznavanjem fizikalnih pojava, ali dati i teoretski uvid u ne tako daleku budućnost koja će nam biti svakodnevnica.

Ljudi su oduvijek tražili načine kako prenijeti poruku od pošiljatelja do primatelja, a da pri tome njen pravi sadržaj bude dostupan samo osobama koje žele razmijeniti informaciju. Razvojem tehnologije razvijala se i metodologija kriptiranja. Isto tako pojavom računala i digitalizacije komunikacije potreba za složenijim i sigurnijim načinom komunikacije, javlja se moderna kriptografija. Moderna kriptografija temelji se na metodologiji simetričnih ključeva (DES, Data Encryption Standard). Najčešći problem ove metode je način prijenosa ključa. Postoji i asimetrični kriptografski sustavi koji koriste matematički povezane ključeve; javan ključ i privatni (tajni) ključ. Privatni ključ ostaje kod vlasnika i on je tajan, a javan ključ je javno dostupan svima. Oba se ključa mogu koristiti dvosmjerno, tj. za šifriranje i dešifriranje poruka. Kada se ključevi jednom iskoriste za šifriranje poruke, isti se ključevi ne mogu ponovno koristiti za dešifriranje. Međutim i ova metoda ima svoja ograničenja i nesigurnosti. Razvojem kvantne fizike, pojavile su se nove mogućnosti kriptiranja poruke između primatelja i pošiljatelja. Korištenjem raznih fizikalnih metoda, stvaraju se simetrični ključevi u obliku kvantnog stanja. Najčešće se koriste "konjugirane opservable", npr. linearno i cirkularno polarizirana svjetlost.

Ideja diplomskog rada je prezentirati razvoj kriptografije, prezentirati slabosti današnje kriptografije te obraditi sve principe i prednosti kvantne kriptografije. Diplomski je primjeren za studente smjera prof. fizike i informatike.

Smjerovi: prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Amon Ilakovac

Institucija: PMF

Naslov teme: Proširenja standardnog modela sa česticama na niskoj skali

Sadržaj teme:

Analizirat će se modeli koji imaju dodatne stupnjeve slobode na niskoj skali s obzirom na Standardni model elektroslabog međudjelovanja i sa teorijskog aspekta i sa stanovišta fenomenologije izvan standardnog modela.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Milko Jakšić

Institucija: IRB

Naslov teme: Neutronska mikroskopija

Sadržaj teme:

Jedna od vrlo učinkovitih metoda za proizvodnju neutrona je zračenje mete litija snopom protona iz akceleratora pri čemu dolazi do nuklearne reakcije ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$. U sklopu diplomskog rada trebalo bi istražiti mogućnost da se fokusiranjem protonskog snopa na metu ${}^7\text{Li}$, a s energijom protona neposredno iznad praga ove reakcije (1.881 MeV), dobije usmjeren snop neutrona 'kolimiran' unutar stošca definiranog kinematikom reakcije. Za izradu rada bi se koristio fokusirani snop protona iz 1.0 MV Tandetron akceleratora na IRB-u, a glavni cilj rada bi bilo razvijanje učinkovitog načina detekcije proizvedenih neutrona kao i mjerenje dimenzija snopa neutrona proizvedenih u različitim eksperimentalnim uvjetima. Za tu svrhu će se u sklopu eksperimentalnog dijela rada ispitati i najprikladniji načini detekcije neutrona.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Ivan Kokanović

Institucija: PMF

Naslov teme: Metalna stakla i nanokristalinične slitine

Sadržaj teme:

Student će proučavati način pripreme i strukturu metalnih stakala i nanokristaliničnih slitina. U okviru teme istražiti će se difrakcijom X zraka struktura odabranih metalnih stakala te njihova kristalizacija diferencijalnom kalorimetrijom kad se metalna stakla podvrgnu određenim brzinama grijanja do temperatura iznad temperature kristalizacije. Student će istražiti temperaturnu ovisnost otpornosti pripremljenih metalnih stakala i nanokristaliničnih slitina. Student će se upoznati s teorijama slabe lokalizacije, elektron-elektron interakcije i spinskih fluktuacija.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ivan Kokanović

Institucija: PMF

Naslov teme: Magnetska svojstva mono kristala $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$

Sadržaj teme:

Student će istražiti magnetska svojstva visokotemperaturnog supravodiča mono kristala $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$. Istražit će se temperaturna ovisnost magnetizacije monokristala u području temperatura od 10 K do sobne temperature. Student će upoznati tehnike proizvodnje visokotemperaturnog supravodljivog $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ monokristala i dopiranja kristala kisikom.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike

Mentor: dr. sc. Marko Kralj

Institucija: IFS

Naslov teme: Dvodimenzionalni materijali nakon grafena

Sadržaj teme:

U posljednjih 10 godina dvodimenzionalni materijal grafen plijeni pažnju istraživača širom svijeta, povezujući specijalizacije unutar fizike čvrstog stanja, ali i na interdisciplinarnim razinama preko gotovo svih područja od fizike do medicine. Fascinantna elektronska, optička i mehanička svojstva tog jedan atomski sloj debelog materijala, podloga su za više desetaka budućih revolucionarnih primjena (elektronika, senzori, optoelektronika, spintronika, baterije, fotovoltaići, filtriranje, sekvencioniranje DNA,...). Najnovija istraživanja se intenzivno okreću i prema "nasljednicima" grafena, širokoj paleti dvodimenzionalnih materijala, gdje se ističu halkogeni prijelaznih metala, sa MoS₂ kao najprominentnijim primjerom. Takvi materijali su u mnogo čemu privlačniji od grafena za primjene u elektronici, jer se radi o materijalima s poluvodičkim svojstvima (za razliku od grafena koji nije poluvodič). Cilj ovog diplomskog rada je u kontroliranim vakuumskim uvjetima razviti sintezu jednog sloja MoS₂ na podlozi od epitaksijalnog grafena. Na taj način, formirat će se heterostruktura dva tehnološki relevantna materijala. Metode za karakterizaciju tih uzoraka biti će tehnike fotoemisijske spektroskopije te pretražne tunelirajuće mikroskopije.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Nikša Krstulović

Institucija: IFS

Naslov teme: Laserska sinteza nanočestica u tekućinama

Sadržaj teme:

Nanočestice se danas koriste na površinama i u volumenima kao funkcionalni elementi (npr. za unaprijeđenje učinkovitosti pohranjivanja energije), te kao bioaktivno sredstvo u biološkim mikro- i nano-sustavima (kao biomarkeri, u terapijske svrhe, za dostavu aktivnog sredstva u stanice, za dijagnostiku). Učinkovitost primjene i razvoja ove klase materijala uvelike ovisi o čistoći samih nanočestica. Za razliku od klasičnih načina sinteze nanočestica (putem kemijskih metoda gdje je problem prisutnosti nečistoća koje dolaze od prekursora kemijskih reakcija i raznih aditiva, ili putem kondenzacije u plinskim fazama gdje je čest problem agregacije u mikroobjekte i slabe raspršenosti) laserska ablacija u tekućinama omogućuje sintezu nanočestica velike čistoće (nanočestice se sastoje samo od materijala mete). Laserska ablacija u tekućinama omogućuje sintezu nanočestica širokog spektra materijala (metali, polimeri, keramika, poluvodiči, slitine) što nije slučaj s klasičnim tehnikama. Nadalje, prednost je također što je eksperimentalni postav vrlo jednostavan, dok se sintetizirane nanočestice mogu dodatno tretirati laserskim pulsevima čime se postiže veća raspršenost u otopini, veća stabilnost, manja i uža raspodjela po veličinama, itd. U ovome radu proučavat će se nanočestice ključne za primjenu u nanobiologiji; od zlata, srebra, titana, bakra, polimera. Karakterizacije će se vršiti pomoću klasične fotoapsorpcije u UV-VIS dijelu spektra, istaloženih filmova tehnikom refleksije X-zraka, po potrebi Raman spektroskopijom i fotoapsorpcijom X-zraka. Također će se uzorci karakterizirati optičkim mikroskopom, mikroskopom atomskih sila (AFM) kao i transmisijskim i skenirajućim elektronskim mikroskopom (TEM i SEM). Za bolje razumijevanje procesa nastanka nanočestica putem laserske ablacije vršit će se i optička emisijska spektroskopija plazme koja nastaje prilikom upada laserskog pulsa na metu (laserski inducirana 'breakdown' spektroskopija). Također će se proučavati utjecaj tretmana uzorka dodatnim laserskim pulsevima bilo nakon sinteze ili u smislu dvostruke laserske ablacije kada se očekuje dodatna deagregacija, dodatno oblikovanje i bolja raspršenost u tekućinama. U smislu optimizacije, mjerenja će se vršiti nanosekundnim laserima s raznim valnim duljinama (308, 532 i 1064 nm), energijama, tokovima energija, itd.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Nikša Krstulović

Institucija: IFS

Naslov teme: Laserski proizvedene sudarne plazme

Sadržaj teme:

Laserski proizvedene plazme (LPP) nastaju procesom laserske ablacije kada se laserski puls fokusira na površinu mete. Tada se iznad površine mete formira oblak vruće i guste plazme koji evoluiru u prostoru i vremenu, te se radijativno hladi. Kako se plazmeni oblak širi, tako se i sadržaj plazme mijenja. Općenito prilikom laserske ablacije metu prvo napuštaju elektroni, potom ioni, atomi i molekule, a na kraju nano- i mikročestice (nastaju ili direktno iz mete ili procesima kondenzacije u ablacijskom oblaku). Ako se LPP širi u nekom pozadinskim plinu, zbog sudarnog međudjelovanja, moguće je i formiranje novih molekula od interesa. Da bi se svi ovi vrlo kratki procesi detektirali i pratili potrebna je pogodna i visokorazlučiva tehnika. U našem laboratoriju koristimo vrlo osjetljivu lasersku apsorpcijsku spektroskopiju pomoću optičkog rezonatora, LASPOR (engl. Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS) koja omogućuje analizu LPP s razlučivanjem od 10 ns i u optičkom dijelu spektra. Ideja je primijeniti CRDS na laserski proizvedene sudarne plazme (LPSP). LPSP nastaje tako da se laserski snop za ablaciju rascijepa na dva istovjetna snopa koji upadaju na površinu mete i međusobno su udaljeni 1-10 mm. Tako nastanu dvije međusobno ukrštene LPP. U području njihova međusobnog sudara, ovisno o parametrima ablacije i gustoće ablacijskog oblaka, dolazi do interpenetracije jedne plazme u drugu s zanemarivim međudjelovanjem ili do formiranja tzv. stagnacijskog sloja koji je karakteriziran visokim stupnjem sudarnog međudjelovanja ablacijskih oblaka. Parametar koji određuje stupanj interpenetracije, odnosno stagnacije naziva se 'sudarni parametar' i on ovisi o temperaturi, gustoći i stupnju ionizacije plazme. U ovome projektu istraživat će se LPSP raznih mete od šireg znanstvenog interesa kao što su Ti, Sn, In, Fe, itd. Rad podrazumijeva određivanje i optimizaciju sudarnog parametra, te praćenje prostorno(2D)-vremenskog odvijanja LPSP; određivanja sastava, brzina i gustoća pojedinih konstituenata LPSP (ioni, atomi, molekule - posebno u stagnacijskom sloju). CRDS mjerenja bit će potpomognuta i kompatibilnim emisijskim mjerenjima u širokom spektralnom području, kao i analizom deponiranih filmova. Primjene LPSP i posebno stagnacijskog sloja usmjerene su prema razvoju izvora svjetlosti za fotolitografiju nove generacije i pripadne metrologije (LPP kao izvor ekstremno ultraljubičastog zračenja i X-zraka), razvoju medija pogodnog za dobivanje visokih harmonika pomoću snažnih TW fs lasera (koherentni izvori X-zraka u as području - ultrabrzi laseri Xzraka), pulsne laserske depozicije tankih filmova, laboratorijskih eksperimenata i modeliranja astrofizikalnih procesa, izvora X-zraka za pogonjenje fuzije gorivih ćelija, izvora iona u akceleratorima za potrebe znanstvenih, medicinskih i industrijskih istraživanja, u laserski induciranoj 'breakdown' spektroskopiji, itd.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Krešimir Kumerički

Institucija: PMF

Naslov teme: Računalni pristup izračunavanju Feynmanovih dijagrama

Sadržaj teme:

Izračunavanje kvantnomehaničkih amplituda u fizici elementarnih čestica obično uključuje izvrijednjavanje tzv. Feynmanovih dijagrama. To je, unutar zadanog modela međudjelovanja, u načelu algoritamska procedura podložna automatizaciji na računalu. Postoji nekoliko računalnih kodova za tu svrhu ali su oni ili (a) samostojeći programi specijalizirani za masivne izračune tisuća dijagrama ili (b) traže okruženje komercijalnih programa poput Mathematice. U diplomskom radu bi se implementirali neki potrebni algoritmi (npr. algebra Diracovih matrica) za ovakve račune unutar Python/Sage programskog okruženja (možda putem povezivanja s postojećom C++ GiNaC bibliotekom). To bi onda omogućilo interaktivni rad na manjim računima ove vrste unutar sustava za računalnu algebru. Za studente smjera prof. fizike i informatike naglasak je na računalnim aspektima implementacije zadanog algoritma i nije nužno poznavanje kvantnomehaničkih aspekata fizike Feynmanovih dijagrama.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Ivan Kupčić

Institucija: PMF

Naslov teme: Račun memorijske funkcije u poddopiranim supravodljivim kupratima

Sadržaj teme:

Jedno od najvažnijih pitanja u istraživanju niskodimenzionalnih vodljivih sustava je do koje mjere se standardni koncepti iz teorije Fermijevih tekućina mogu primijeniti ako je vodljivost elektrona jako anizotropna a lokalne korelacije su jake. Iskustvo je pokazalo da se mnoga transportna i elektrodinamička svojstva mogu objasniti, barem u najgrubljoj aproksimaciji, ako se inverzno relaksacijsko vrijeme zamijeni s kompleksnom frekventno ovisnom veličinom koju nazivamo memorijska funkcija.

U ovom radu će se koristiti formalizam jednadžbi gibanja za retardirane korelacijske funkcije da se odredi struktura memorijske funkcije u poddopiranim supravodljivim kupratima. Dobiveni rezultati će se upotrijebiti da se objasni temperaturna ovisnost DC vodljivosti.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ivan Kupčić

Institucija: PMF

Naslov teme: Kvantne oscilacije u poddopiranim supravodljivim kupratima

Sadržaj teme:

Generalno je prihvaćeno mišljenje da je supravodljivost u visokotemperaturnim supravodičima koherentna pojava koja uključuje koherentna jednočestična stanja s Fermijeve površine. To znači da jake lokalne interakcije na atomima bakra značajno reduciraju gustoću stanja elektrona, ali ne narušavaju koherentni karakter tih stanja. Kvantne oscilacije u magnetootpornosti koje su nedavno zapažene na temperaturama reda 1 K nezavisni su dokaz koherentne Fermijeve površine.

U ovom radu će se izvesti izraz za normalnu magnetootpornost $\rho_{xx}(H_z)$ u poddopiranim kupratima te ispitati na koji način standardni uvjeti kvantizacije u prisustvu statičkog magnetskog polja utječu na različite elemente u $\rho_{xx}(H_z)$.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Mihael Makek

Institucija: PMF

Naslov teme: Razvoj detektora za sPHENIX/ePHENIX eksperiment

Sadržaj teme:

Prvo desetljeće PHENIX eksperimenta na Relativističkom sudarivaču teških iona (RHIC) rezultiralo je višestrukim potvrdama otkrića kvark-gluon plazme, te su uočena brojna zanimljiva svojstva ovog stanja materije. U predstojećem razdoblju pristupit će se još detaljnijem ispitivanju svojstava kvark-gluon plazme prije svega putem mlazova. Da bi takva opažanja bila moguća PHENIX eksperiment bit će značajnije nadograđen u tzv. sPHENIX eksperiment ugradnjom novih detektorskih sustava. Takva nadogradnja poslužit će i kao temelj za sljedeću fazu, ePHENIX eksperiment, u kojoj će se opažati sudari elektrona i teških iona. U okviru diplomskog rada student će biti uključen u razvoj detektorskih sustava, uključujući simulacije pomoću programa GEANT4 i/ili rad u laboratoriju na sastavljanju i ispitivanju detektorskih komponenti i elektronike. U okviru ovog rada moguća je suradnja sa Weizmann Institutom u Izraelu. Preporuča se dobro poznavanje rada na računalu, a znanje engleskog jezika je obavezno.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Mihael Makek

Institucija: PMF

Naslov teme: Elektromagnetske probe kvark-gluon plazme

Sadržaj teme:

Kvark-gluon plazmu stvaramo u sudarima teških iona na ultra-relativističkim sudarivačima čestica poput LHC-a ili RHIC-a. U tim sudarima stvara se visok pritisak i temperatura, dovoljni da materija ih hadronske faze prijeđe u fazu kvark-gluon plazme u kojoj kvarkovi nisu vezani u hadrone, a čitava materija pokazuje kolektivne efekte. Elektromagnetske probe poput fotona ili elektron-pozitron parova mogu dati bogate informacije o svojstvima kvark-gluon plazme i evoluciji sudara, budući da nisu podložne jakoj interakcije s ostatkom materije, te stoga nose izvorne informacije o stanju materije u vremenu njihove emisije.

Diplomski rad u okviru ove teme uključuje analizu podataka PHENIX eksperimenta na RHIC-u, u kojem se pomoću sudara Au+Au na energijama 200 GeV i 62 GeV proučavaju spektri fotona i elektron-pozitron parova. Student bi tijekom izrade diplomskog upoznao principe rada raznih tipova detektora za opažanje čestica, metode analize i simulacije (programski paket root), te bi bio uključen u ovo vrlo dinamično i aktualno područje istraživanja.

Ova tema namijenjena je studentima istraživačkog smjera, preporuča se dobro poznavanje rada na računalu, a znanje engleskog jezika je obavezno.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Mihael Makek

Institucija: PMF

Naslov teme: Digitalno procesuiranje signala u fizici visokih energija

Sadržaj teme:

Tema obuhvaća sljedeće: - upoznavanje principa rada scintilacijskih i poluvodičkih detektora - rad sa digitalizatorima impulsa - razvoj i usavršavanje algoritama za vremensko okidanje - razvoj i usavršavanje algoritama za rekonstrukciju energija - prilagodba algoritama za različite tipove detektora

OPIS: U sklopu diplomskog rada detaljno bi se upoznali principi rada scintilacijskih i/ili poluvodičkih detektora, digitalizatora impulsa i standardne elektronike u eksperimentalnoj fizici visokih energija. Rad bi se u izvodio s opremom dostupnom na Fizičkom odsjeku, to su: scintilacijski detektori (plastični, LSO, BaF₂, NaI, CsI), poluvodički detektori (Si, Ge), digitalizator impulsa (flash ADC), te osobno računalo.

Cilj rada je razvoj algoritama za digitalno procesuiranje signala. Algoritme treba temeljiti na onima koji su već u uporabi u postavljenim demonstracijskim eksperimentima ili literaturi, među njima izabrati najpogodnije i usavršiti ih za pojedine tipove detektora. Osim toga cilj je razvijati algoritme koji će omogućiti zadržavanje kvalitete mjerenja pri visokim učestalostima događaja. Očekuje se da će rezultati rada omogućiti poboljšanje energijske i vremenske razlučivosti i općenito kvalitete mjerenje u već postavljenim i budućim eksperimentima.

Opseg i sadržaj diplomskog rada moguće je prilagoditi studentima svih smjerova. Za izradu diplomskog rada u okviru ove teme preporuča se (iako nije obvezno): poznavanje osnova programiranja u C++ i poznavanje engleskog jezika.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Mihael Makek

Institucija: PMF

Naslov teme: Razvoj komore za kompresiju i hlađenje snopa miona

Sadržaj teme:

Diplomski rad bi se izvodio u sklopu eksperimenta MAGE (Muonium Antimatter-Gravity Experiment) na ETH Zürich. Jedan od ciljeva ovog eksperimenta je spektroskopija atoma mionija, što bi omogućilo određivanje gravitacijske konstante miona. Za preciznu spektroskopiju potrebno je proizvesti uzorak mionija visoke kvalitete, za što je preduvjet dobivanje snopa hladnih pozitivnih miona. To se namjerava postići zaustavljanjem miona u kriogenoj komori sa supratekućim helijem, a svojstva dobivenog snopa pratit će se opažanjem pozitrona nastalih raspadom miona.

Cilj rada je sudjelovanje u razvoju i konstrukciji kriogene komore za hlađenje i kompresiju snopa miona. To uključuje simulacije elektromagnetskih polja u komori pomoću programa COMSOL, te optimizaciju konfiguracije električnog polja s ciljem smanjenja proboja. Osim toga cilj je i razvoj sustava za opažanje pozitrona, te pripadne elektronike i sustava za prikupljanje podataka. Uz rad u laboratoriju radit će se i simulacije pomoću programa GEANT4.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Tomislav Marketin

Institucija: PMF

Naslov teme: Određivanje spektra antineutrina iz beta-raspada

Sadržaj teme:

Dobro poznavanje spektra antineutrina proizvedenih u nuklearnim reaktorima je važan faktor u istraživanju oscilacija neutrina u reaktorima. Snazi nuklearnog reaktora doprinosi fisija 4 atoma: U235, U238, Pu239 i Pu241. Distribucija produkata fisije pokriva širok raspon jezgara od doline stabilnosti do vrlo nestabilnih jezgara bogatih neutronima. Beta raspadi nestabilnih produkata fisije proizvode elektrone i antineutrine, a čiji su spektri bitni kod istraživanja oscilacija neutrina u reaktorima. Međutim, mnoge tako dobivene jezgre su vrlo egzotične i nije ih moguće proučavati postojećim eksperimentalnim pogonima, te je nužno osloniti se na teorijski opis nuklearne strukture. Stoga, dosadašnji su se postupci temeljili na konverziji mjenenog spektra elektrona u spektar antineutrina. Cilj ovog rada je reproduciranje eksperimentalnog spektra elektrona i dobivanje spektra antineutrina teorijskim pristupom, oslanjajući se na mikroskopski model nuklearne strukture temeljen na relativističkom nuklearnom funkcionalu gustoće energije. Iz dobivenih rezultata biti će moguće procijeniti doprinos zabranjenih prijelaza ukupnim spektrima.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Tomislav Marketin

Institucija: PMF

Naslov teme: Istraživanje beta-raspada u egzotičnim jezgrama

Sadržaj teme:

Nukleosinteza teških elemenata jedno je od najvećih nerazjašnjenih pitanja u modernoj fizici. To je vrlo kompleksan fenomen u kojem sudjeluju razni procesi, od kolapsa supernove na makroskopskoj skali do nuklearnih reakcija na mikroskopskoj skali. Iz aspekta nuklearne fizike, ključan utjecaj imaju beta raspadi koji određuju vremensku skalu na kojoj se nukleosinteza odvija, pomiču distribuciju mase prema težim elementima te doprinose toku neutrona u kasnim fazama nukleosinteze putem odgođene emisije. Kako sadašnja eksperimentalna postrojenja nisu u mogućnosti odrediti svojstva većine jezgara koje sudjeluju u r-procesu, nužno je koristiti teorijske spoznaje. Modeli temeljeni na relativističkom funkcionalu gustoće energije su posebno prikladni za ovakva istraživanja zbog primjenjivosti na proizvoljno teške i egzotične jezgre te daju konzistentan opis karakteristika jezgara u svim dijelovima nuklearne karte. Cilj diplomskog rada je poboljšavanje opisa slabih procesa unutar nestabilnih jezgara u svrhu postizanja vrlo preciznog opisa vremena poluživota i vjerojatnosti odgođene emisije neutrona.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Blaženka Melić

Institucija: IRB

Naslov teme: Higgsov mehanizam u Standardnom modelu i izvan njega

Sadržaj teme:

ATLAS i CMS ekperimenti na CERNu su 2012. godine otkrili novu česticu mase oko 126 GeV i koja je po svim dosadašnjim analizama konzistentna s Higgsovim bozonom. Higgsov bozon je najjednostavnija manifestacija Brout-Englert-Higgs mehanizma spontanog narušenja simetrije i generiranja masa čestica za čije predviđanje je dodjeljena i prošlogodišnja Nobelova nagrada za fiziku. Cilj diplomskog rada bi bio upoznavanje s Higgsovim mehanizmom, Goldstonovim teoremom, teorijskim postavkama i ograničenjima na svojstva Higgsove čestice u Standardnom modelu, kao i osnovni račun jednostavnih raspada Higgosa pomoću kojih je i otkrivena ta čestica. Obzirom da postoje teorijski razlozi za možebitno postojanje više Higgsovih čestica, analiziralo bi se poopćenje Higgsovog mehanizma u najjednostavnijem proširenju Standardnog modela koje, za razliku od standardnog mehanizma uključuje dva Higgsova dubleta, te neki fenomenološki aspekti takvog poopćenja.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Blaženka Melić

Institucija: IRB

Naslov teme: Fizika okusa i neleptonski dvočestični raspadi B mezona

Sadržaj teme:

Današnja fizika okusa karakterizirana velikim brojem preciznih rezultata, kako teorijskih, tako i eksperimentalnih vezanih uz raspade B, D i K mezona, vrlo dobro potvrđuje sliku okusa i CP narušenja opisanu Standardnim modelom. U tom opisu značajno mjesto zauzimaju rezultati vezani uz neleptonske dvočestične raspade, kao npr. $B \rightarrow \pi \pi$. Iako su takvi raspadi uzrokovani slabim interakcijama, dominantnost neperturbativnih jakih interakcija je razlog da su takvi procesi prilično komplicirani, jer nužno uključuju "meku" QCD dinamiku, odnosno izmjenu mekih gluona, koja se ne može direktno računati, iako je ona vrlo važna za razumijevanje unutrašnje strukture mezona i interakcija među hadronima u konačnom stanju. Stoga, da bi opisali te raspade koristimo se efektivnim hamiltonijanom slabih raspada koji nam omogućuje da analiziramo neleptonske dvočestične raspade razmatranjem utjecaja četverokvarkovskih operatora i njihovih koeficijenata koji uključuju "tvrde" QCD korekcije u određenom raspadu. Cilj diplomskog rada bi bio fenomenološka analiza dvočestičnih nešarmantnih raspada B mezona tipa $B_{\{u,d,s\}} \rightarrow \pi \pi, \pi K, K K$, analizom različitih topologija raspada u kontekstu izospinske i narušene SU(3) okusne simetrije i utjecaja međudjelovanja konačnih stanja. Obzirom brojna eksperimentalna mjerenja tih raspada, kao i najnovija vezana za LHCb eksperiment na CERN-u, teorijski izračuni omjera grananja raspada neleptonskih B mezona kao i direktnog narušenja CP simetrije u tim raspadima su vrlo važni da bi mogli govoriti o potvrdi Standardnog modela ili eventualno o pojavljivanju nove fizike.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Blaženka Melić

Institucija: IRB

Naslov teme: Širina raspada top kvarka

Sadržaj teme:

Top kvark je najteži kvark unutar Standardnog modela. Obzirom da je njegova masa veća od mase W-bozona, dominantni mod raspada je onaj u W-boson i b-kvark te je ukupna širina raspada top kvarka je dobro opisana parcijalnom širinom raspada $t \rightarrow W b$. Određivanje širine top kvarka služi kao test Standardnog modela i stoga je potrebno njeno precizno teorijsko određivanje uključivanjem raznih korekcija računu na osnovnom nivou. Cilj diplomskog rada bi bio račun širine raspada top kvarka na osnovnom nivou uspoređivanjem različitih metoda, kao i jednostavna analiza korekcija na nivou prvom do slijedećeg. Kako je u hadronskim sudarima proizvedeni top kvark gotovo 100% polariziran, moguće je analizirati i polarizaciju konačnog W-bozona, odnosno leptonsku angularnu distribuciju u procesu $t \rightarrow W b \rightarrow l \nu_l b$. Poznavajući tu distribuciju, moguća je detaljna studija mehanizma raspada top kvarka u Standardnom modelu kao i izvan njega.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Stjepan Meljanac

Institucija: IRB

Naslov teme: Nekomutativni prostori i poopćene simetrije

Sadržaj teme:

Kombiniranjem postulata opće teorije relativnosti i Heisenbergovog principa neodređenosti vodi na neodređenost u mjerenju samih koordinata položaja i postojanje minimalne duljine. Prirodni okvir za opisivanje prostor vremena na malim skalama duljine je nekomutativna geometrija. Student bi se upoznao s fizikom na nekomutativnim prostorima, posebice deformacijama prostora Minkowskog i poopćenim Poincareovim simetrija. Razmatrali bi se koncepti minimalne/Planckove duljine, poopćene relacije neodređenosti, deformirane jednadžbe gibanja i moguće primjene u fizici na Planckovoj skali.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Stjepan Meljanac

Institucija: IRB

Naslov teme: Feynmanova formulacija kvantne mehanike pomocu integrala po putevima

Sadržaj teme:

R. Feynman je još kao doktorski student 1948. iznio svoju formulaciju kvantne mehanike u vidu tzv. integrala po putevima (path integrals). Formulacija kvantne mehanike pomocu integrala po putevima je opis kvantne teorije koja generalizira klasični princip djelovanja u kojem se zamjenjuje jedinstvena klasična trajektorija sistema sa sumom, tj. funkcionalnim integralom, preko beskonačno mnogo trajektorija pomoću kojih se onda izračunava kvantna amplituda. Jedna od glavnih prednosti ove formulacije naspram uobičajene kanonske kvantizacije jest što u njoj nema operatora niti Hilbertovog prostora, te se u njoj prostor i vrijeme potpuno ravnopravni što omogućava vrlo lagan prijelaz na relativistički opis. Ideja je da student savlada nerelativističku kvantnu mehaniku u okviru integrala po putevima kroz dobro poznate primjere koje je upoznao kroz dodiplomski studij. Ovisno o ambicijama studenta moguće je proširiti temu u smjeru relativističke teorije polja, baždarnih teorija ili statističke fizike.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Stjepan Meljanac

Institucija: IRB

Naslov teme: Klasična i kvantna mehanika nerelativističkog Snyderovog modela

Sadržaj teme:

Snyderov model je primjer nekomutativnog prostora s minimalnom duljinom. Invarijantan je na Lorentzove transformacije i kao takav se može shvatiti kao realizacija postulata „doubly“ specijalne teorije relativnosti. Ideja je proučiti nerelativističke posljedice ovog modela, kako klasične tako i kvantne. Posebice bi bio naglasak na primjeru slobodne čestice i harmoničkog oscilatora.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Matko Milin

Institucija: PMF

Naslov teme: Nuklearne reakcije izazvane radioaktivnim snopom ^7Be

Sadržaj teme:

Tehnički razvoj postrojenja za proizvodnju radioaktivnih nuklearnih snopova omogućio je proučavanje donedavno nemjerljivih nuklearnih reakcija, izazvanih beta-destabilnim projektilima. Jedan takav projektil je i jezgra ^7Be , interesantna i zbog neobične strukture i zbog astrofizičkog značaja (sudjeluje u nukleosintezi i u zvijezdama i u ranom Svemiru). Cilj rada je dobivanje eksperimentalnih podataka za raspršenja i reakcije izazvane projektilom ^7Be na litijevim, ugljikovoj i zlatnoj meti, sa snopom energije 45 MeV-a. Analiza dobivenih podataka izvršila bi se upotrebom standardnih programskih paketa ROOT i Python (tj. PyROOT). Očekuju se rezultati zanimljivi i s aspekta nuklearne strukture (lakah jezgara) i sa stanovišta samog mehanizma reakcija.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Matko Milin

Institucija: PMF

Naslov teme: Sinteza elemenata u nastavi fizike

Sadržaj teme:

Kemijski elementi kao koncept provlače se i kroz osnovnoškolsku i kroz srednjoškolsku nastavu fizike i kemije, bez doticanja vrlo jednostavnog, a važnog pitanja: kako su pojedini elementi nastali? Te zašto su neki elementi u prirodi zastupljeni i desetak redova veličine puta manje od nekih drugih? Cilj diplomskog rada je popisati sve scenarije nastanka (i nestanka) elemenata tijekom evolucije Svemira, te kroz jednostavne račune (na nivou srednjoškolske matematike) pokazati neke detalje nukleosinteze u ranom Svemiru, zvijezdama i eksplozivnim pojavama. Rezultati mogu poslužiti kao izvor primjerenih fakultativnih sadržaja u nastavi fizike, kao i niza zanimljivih informacija o elementima koje bi učenicima pružale jedinstven uvid u moderna znanstvena istraživanja.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Slobodan Milošević

Institucija: IFS

Naslov teme: Vakuumska radionica za škole

Sadržaj teme:

Nedavno je u suradnji Hrvatskog vakuumskog društva i Instituta za fiziku postavljena demonstracijska vakuumska radionica namijenjena osnovnim i srednjim školama (<http://www.cro-vacuum.hr/vrhvd.html>). Namjera HVD-a je razviti dostupan „Vakuumski komplet za demonstracijske pokuse“ za primjenu u nastavi i radu sa zainteresiranim učenicima. Cilj ovog diplomskog rada je metodička razrada osnovnih demonstracijskih pokusa i praktična razrada osnovnih dosad postavljenih eksperimentalnih postava u smislu mobilnog kompleta. Također obradit će se osnovni pojmovi vezani uz vakuum i vakuumske tehnologije, prikladno osnovnoškolskom odnosno srednjoškolskom uzrastu. Rad će se provoditi u Multimedijском laboratoriju Instituta za fiziku.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Slobodan Milošević

Institucija: IFS

Naslov teme: Efekti plazmene igle u režimu različitih tlakova i vrste plinova

Sadržaj teme:

Tematika diplomskog rada vezana je uz atmosferske plazme bazirane na jednoj elektrodi. Cilj je istražiti kako dolazi do formiranja plazmene igle. U tu svrhu promatrat će se nastajanje snopa plazme u ovisnosti o tlaku i vrsti plina uz električnu i spektroskopsku karakterizaciju izvora. Ispitat će se i mogućnost stvaranja plazmene igle potpomognute laserski proizvedenom plazmom. Rad obuhvaća, pored upoznavanja i pregleda odgovarajuće literature, upoznavanje i korištenje, vakumskih uređaja, pulsnih ns Nd-YAG lasera i ekscimerskog lasera s laserom na organske boje, optičkih uređaja za analizu i detekciju svjetlosti (minijaturnih spektrometara s optičkim vlaknom, standardni spektrometri sa CCD detektorom), metode cavity ringdown spektroskopije, elektroničkih uređaja za vremensko i prostorno praćenje i obradu signala, kompjutersku obradu i analizu podataka (LabView) modeliranje fizikalnih procesa u eksperimentu, itd. Efekti se očekuju na razini promjene dinamike širenja mlaza plazme i na preraspodjeli naseljenosti atoma u određenim elektronskim stanjima za što će se koristiti optička emisijske spektroskopija.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Tamara Nikšić

Institucija: PMF

Naslov teme: Simulacije gibanja zvrka pomoću programskog jezika Python

Sadržaj teme:

Programski jezik Python predstavlja idealan alat, kako za učenje programiranja, tako i za pojašnjavanje osnovnih fizikalnih koncepata u osnovnim i srednjim školama. Jednostavna sintaksa, velik broj gotovih programskih paketa, kao i činjenica da se radi o besplatnom programskom jeziku, čine Python dostupnim širokom krugu nastavnika i učenika. Posebno pogodan za rad u školama je paket VPython koji omogućava jednostavno programiranje grafičkih prikaza rješenja različitih fizikalnih problema, s posebnim naglaskom na animacije.

U okviru predloženog diplomskog rada student bi trebao izraditi numeričke simulacije gibanja simetričnog zvrka na podlozi u polju sile teže koje bi mogao upotrijebiti u radu s učenicima.

Smjerovi: prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Tamara Nikšić

Institucija: PMF

Naslov teme: Primjena metode konačnih amplituda u opisu pobuđenja deformiranih atomskih jezgara.

Sadržaj teme:

Kvazičestična aproksimacija slučajnih faza predstavlja jedan od najčešće korištenih modela za opis kolektivnih pobuđenja u atomskim jezgrama. Veličina kvazičestičnog prostora dosad je ograničavala račune u deformiranim teškim jezgrama. Nedavno predložena metoda konačnih amplituda (FAM-finite amplitude method) omogućava takve račune uz mnogo manje zahtjeve za računalnim resursima. Metoda je uspješno implementirana za proučavanje monopolnih oscilacija deformiranih jezgara u okviru relativističkog modela srednjeg polja. U okviru predložene teme metoda konačnih amplituda bit će upotrijebljena za opis viših multipolnih pobuđenja i/ili pobuđenja s izmjenom naboja s primjenom na astrofizičke procese.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Tamara Nikšić

Institucija: PMF

Naslov teme: Simulacije dinamike kvantnih valnih paketa pomoću programskog jezika Python

Sadržaj teme:

Programski jezik Python predstavlja idealan alat, kako za učenje programiranja, tako i za pojašnjavanje osnovnih fizikalnih koncepata u osnovnim i srednjim školama. Jednostavna sintaksa, velik broj gotovih programskih paketa, kao i činjenica da se radi o besplatnom programskom jeziku, čine Python dostupnim širokom krugu nastavnika i učenika. Posebno pogodna za rad u školama je kombinacija paketa scipy i matplotlib koja omogućava jednostavno programiranje grafičkih prikaza rješenja različitih fizikalnih problema, s posebnim naglaskom na animacije.

U okviru predloženog diplomskog rada student bi trebao izraditi numeričke simulacije dinamike kvantnog valnog paketa u jednostavnim jednodimenzionalnim potencijalima. Time bi učenicima završnih razreda prirodoslovne gimnazije mogao predočiti kvantne efekte kao što je tuneliranje kroz barijeru ili refleksija na barijeri.

Smjerovi: prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Dalibor Paar

Institucija: PMF

Naslov teme: Demonstracijski pokusi u nastavi fizike

Sadržaj teme:

Kroz ovaj diplomski rad istaknut će se uloga pokusa u nastavi fizike. Obradit će se demonstracijski pokusi vezani uz odabranu temu iz osnova fizike i napraviti će se multimedijalna prezentacija pokusa uz detaljno razmatranje fizikalnih aspekata njihove upotrebe u nastavi. U nastavi fizike demonstracijski pokus ima važnu ulogu jer se njime stječe fizičko iskustvo i zorna predodžba o fenomenu koji se razmatra, zbog čega ima ulogu u razvijanju koncepata, testiranju hipoteza i uočavanju zakonitosti. Stoga ovaj diplomski rad mora istaknuti ulogu pokusa u nastavi, te ulogu fizikalne zbirke, kako na Fizičkom odsjeku, tako i na svakom fakultetu i školi gdje se izvodi nastava fizike. U izradi rada koristit će se Zbirka uređaja i demonstracijskih pokusa Fizičkog odsjeka PMF-a koja danas sadrži više tisuća uređaja i knjiga, od kojih su mnogi neprocjenjive vrijednosti.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Dalibor Paar

Institucija: PMF

Naslov teme: Trodimenzionalna fraktalna analiza pojava u kršu

Sadržaj teme:

Fraktalna analiza omogućava analizu uzoraka na temelju njihove makroskopske strukture. Interes primjene te tehnike u fizici okoliša, odnosno u geoznanostima je pridruživanje fizikalnih parametara prirodnim pojavama kvantificiranjem skalno invarijantnih distribucija, čime bi se omogućilo njihovo bolje razumijevanje i praćenje njihovih promjena. U okviru rada student bi razvio računalni program u Pythonu za proračun fraktalne dimenzije u 3D i primijenio ga na odabrane specifične prirodne pojave u hrvatskom kršu koje evidentno imaju fraktalna svojstva. Kako ova tema nije dovoljno obrađena u okviru srednjoškolske nastave, student će razraditi koncepciju nastavnog sata kojom bi se učenika kroz odabrane primjere upoznalo s ovom tematikom.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Dalibor Paar

Institucija: PMF

Naslov teme: Analize vremenskih nizova u fizikalnim procesima

Sadržaj teme:

Proučavanjem prirodnih procesa bilježimo vremensku evoluciju niza fizikalnih varijabli. Usporedbom vremenskih nizova dolazimo do zaključaka o samoj fizikalnoj pojavi odnosno procesima koji mijenjaju vrijednosti varijabli. To je važna tematika, posebice za fiziku okoliša gdje su pojave definirane velikim brojem varijabli. U ovom diplomskom radu će se na konkretnom primjeru fizikalnih mjerenja u špiljama kao prirodnim pojavama definiranim nizom fizikalnih varijabli razmotriti pojedine tehnike analize vremenskih nizova, proračuna vremenskog odmaka, korelacija i dr. Odabrane analize će se izvesti programskim jezikom Python. Osmislit će se koncept nastavnog sata u okviru kojeg bi se istaknula važnost vremenskog praćenja fizikalnih varijabli i njihove interpretacije.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Dalibor Paar

Institucija: PMF

Naslov teme: Multimedijalni elementi u nastavi fizike

Sadržaj teme:

U ovom radu u okviru odabrane teme iz osnova fizike prezentirat će se uloga pojedinih multimedijalnih tehnika (računalne simulacije, video i audio zapisi i dr.) u nastavi fizike. Pri tome će se istaknuti uloga multimedijalnih elemenata u kontekstu demonstracijskog pokusa kao temelja u nastavi osnova fizike. Student će sam izraditi pojedine multimedijalne elemente i predstaviti koncepte njihovog uključivanja u nastavu fizike.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Nils Paar

Institucija: PMF

Naslov teme: Korelacije fizikalnih veličina u okviru energijskog funkcionala gustoće

Sadržaj teme:

Uvođenje istraživanja novih fizikalnih opservabli otvara dva temeljna pitanja u primjeni energijskog funkcionala gustoće u opisu atomskih jezgara: (i) Vodeći računa o trenutnom znanju iz teorijskih modela, koju novu informaciju bi omogućilo mjerenje nove fizikalne veličine? (ii) Kako podaci mjerenja o novim fizikalnim veličinama mogu reducirati neodređenosti trenutno raspoloživih teorijskih modela? Koristeći analizu kovarijanci u okviru energijskog funkcionala gustoće, bit će istražene korelacije različitih fizikalnih veličina odnosno opservabli, u kontekstu novih eksperimentalnih podataka o kolektivnim pobuđenjima atomskih jezgara, posebice dipolne polarizabilnosti, kvadrupolnih pobuđenja, anti-analogne gigantske dipolne rezonancije, niskoležećih dipolnih stanja, itd. U fokusu istraživanja bit će korelacije koje omogućuju određivanje veličine neutronskog omotača u jezgri, kao i strukturna svojstva neutronskih zvijezda. Također će biti istražena evolucija neodređenosti u teorijskom opisu različitih svojstava atomskih jezgara od doline stabilnosti prema egzotičnim jezgrama

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Nils Paar

Institucija: PMF

Naslov teme: Relativistički mikroskopski model nuklearnih masa

Sadržaj teme:

Globalno poznavanje energija vezanja odnosno masa atomskih jezgara od posebnog je značaja u modeliranju astrofizičkih procesa koji doprinose sintezi kemijskih elemenata u svemiru, posebice u r-procesu. Nuklearne mase, odnosno energije separacije nukleona imaju važnu ulogu u opisu (n,gama) reakcija, u (gama, n) fotodisocijaciji jezgara, odnosno u određivanju Q vrijednosti za nuklearni beta raspad. Budući da je područje jezgara od značaja za r-proces velikim dijelom izvan domašaja čak i najnovije generacije ubrzivača radioaktivnih snopova iona, teorijska predviđanja nuklearnih masa omogućuju razumijevanje porijekla najvećeg dijela srednje teških i teških elemenata u svemiru. U okviru ove teme predviđen je razvoj mikroskopskog modela nuklearnih masa zasnovanog na relativističkom energijskom funkcionalu gustoće. Osnovno stanje jezgre, odnosno jednočestična stanja i valne funkcije nukleona bit će određeni u okviru relativističkog Hartree-Bogoliubov modela zasnovanom na konceptu srednjeg polja i nuklearnih korelacija sparivanja, koji će biti proširen za promjenu ne samo u parno-parnim jezgrama nego i neparnim jezgrama koristeći aproksimaciju blokiranih orbitala.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Damir Pajić

Institucija: PMF

Naslov teme: Magnetska svojstva i kritične struje supravodiča MgB₂ dopiranog nanočesticama NiCoB

Sadržaj teme:

Magnezijev diborid jedan je od vrlo perspektivnih supravodiča zbog jednostavne proizvodnje i relativno povoljnih supravodljivih svojstava, uključujući visoku temperaturu prijelaza, pogodna ireverzibilna polja i dovoljno veliku kritičnu struju. Na te parametre može se utjecati dopiranjem i tretmanom prilikom kemijske sinteze. Jedan od načina je dodavanje magnetskih čestica jer bi one trebale pospješiti zapinjanje magnetskih vrtloga te time omogućiti veće kritične struje. Stoga su sintetizirane žice MgB₂ dopiranog česticama NiCoB. U sklopu diplomskog rada obaviti će se mjerenja magnetizacije u ovisnosti o temperaturi i polju ($2K < T < 300K$, $-5T < B < 5T$) u laboratoriju Fizičkog odsjeka pomoću SQUID-magnetometra te će se iz magnetizacije primjenom određenih modela izračunati kritične struje. Rezultati bi trebali ukazati na utjecaj koji temperatura sinteze i količina dopirana imaju na supravodljiva svojstva.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Damir Pajić

Institucija: PMF

Naslov teme: Magnetsko uređenje u metalo-organskoj mreži

Sadržaj teme:

Metal-organski kompleksni spojevi pružaju velike mogućnosti ugađanja različitih svojstava, te predstavljaju sve veći izazov u dizajniranju novih multifunkcionalnih materijala. Metal-organske mreže su posebno zanimljive sa stanovišta magnetizma jer odabirom magnetskih iona i organskih liganada koji ih međusobno povezuju međudjelovanjem superizmjene moguće je ostvariti i dugodosežno magnetsko uređenje. U sklopu diplomskog rada detaljnije će se istražiti magnetski fazni prijelaz u kiralnoj trodimenzionalnoj mreži manganovih iona premoštenih oksalatnom skupinom. U laboratoriju Fizičkog odsjeka provest će se mjerenja magnetizacije pomoću squid-magnetometra ($2K < T < 300K$, $-5T < B < 5T$) i izmjenične magnetske susceptibilnosti pomoću ac-susceptometra ($2K < T < 300K$, $1Hz < f < 1kHz$). Pomoću dobivenih rezultata opisat će se fazni prijelaz i pokušati rekonstruirati vrstu magnetskog uređenja. Takvo istraživanje važno je radi detaljnijeg povezivanja strukturnih i magnetskih značajki ovog novog materijala.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Damir Pajić

Institucija: PMF

Naslov teme: Određivanje raspodjele veličina magnetskih nanočestica iz mjerenja magnetizacije

Sadržaj teme:

Sitne magnetske čestice jednodomske su magnetske strukture te se njihov ukupni magnetski moment usmjerava magnetskim poljem i pojava se zove superparamagnetizam jer se materijal ponaša kao paramagnet, samo je magnetska jedinka mnogo veća od magnetskog momenta atoma (recimo 100 - 100 000 Bohrovih magnetona za nanočestice veličine 2-20 nm). Ovisnost magnetizacije M o magnetskom polju H povezana je s veličinom magnetskog momenta čestice, pa se iz $M(H)$ mjerenja može izračunati taj magnetski moment povezan s volumenom čestice. U stvarnim uzorcima nalazi se ogroman broj čestica različitih veličina od kojih svaka daje karakterističan doprinos u ukupnu $M(H)$ krivulju. Cilj diplomskog rada je iz izmjerenih ovisnosti $M(H)$ izračunati raspodjelu čestica po veličini. Student će konstruirati algoritam te koristeći python, sage, ili neki sličan simbolički jezik riješiti taj problem.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Damir Pajić

Institucija: PMF

Naslov teme: Fizika munja i gromova

Sadržaj teme:

Iako je čest prirodni fenomen, munja ostaje još uvijek nedovoljno objašnjena. Nedavno su ponovno postavljena pitanja o mehanizmu iniciranja munje i njenog širenja. Glavni razlog sporog napretka u razumijevanju munja su nepredvidivost i slaba mogućnost neposrednih mjerenja. U diplomskom radu predstaviti će se napredak u instrumentaciji koji je omogućio današnja istraživanja koja su dovela do boljeg razumijevanja fizike munja. Osim toga, paralelno su otkriveni i neki zanimljivi fenomeni u atmosferi povezani s olujama i munjama, kao što su snopovi gama zraka. Proučavanje munja uključuje mnoge grane fizike, od atmosferske do fizike plazme i kvantne elektrodinamike, te obiluje mnogim neriješenim pitanjima. Radi zaokruživanja pojave, osvrnut će se i na fiziku grmljavine. Diplomski rad temeljit će se na pregledu ove pojave korištenjem najnovije literature, a motivirajući je jedan značajan rad objavljen početkom ove godine.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Kornelija Passek-Kumerički

Institucija: IRB

Naslov teme: Izabrani procesi u Standardnom modelu i Nekomutativnom standardnom modelu

Sadržaj teme:

Današnji ubrzivači čestica (LHC, Tevatron...) omogućuju ispitivanje Standardnog modela (SM) elementarnih čestica kao i mogući uvid u odstupanja od Standardnog modela. Jedne od zanimljivijih mogućnosti predstavljaju teorije koje uvode nekomutativnost između prostor-vrijeme koordinata, te za posljedicu imaju odstupanja od, u komutativnim teorijama uobičajenih, koncepata (npr. Lorentzova simetrija). U literaturi su prisutni razni nekomutativni modeli koji opisuju interakcije elementarnih čestica, i njihova predviđanja je moguće usporediti s eksperimentom.

Ideja rada je upoznavanje s osnovnim postavkama nekomutativnih teorija kao i specifičnog Nekomutativnog standardnog modela (NCSM). Nadalje slijedi izvrednjavanje i usporedba izabranih procesa (u osnovnom redu računa smetnje) u Standardnom i Nekomutativnom standardnom modelu, a koristeći Feynmanova pravila iz literature. U procesu izrade diplomskog rada student savladava osnove računanja Feynmanovih diagrama u oba modela, susreće se s preispitivanjem raznih postavki koje se implicitno podrazumijevaju u komutativnim teorijama no ne vrijede nužno u nekomutativnim, te time učvršćuje i razumijevanje kvantne fizike i fizike Standardnog modela.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Kornelija Passek-Kumerički

Institucija: IRB

Naslov teme: Od partonskih distribucija do generaliziranih partonskih distribucija

Sadržaj teme:

Sastav protona/nukleona i njegov prikladan opis i dalje predstavlja jedan od najvećih teorijskih izazova, kao i vrlo potrebnu ulaznu informaciju za eksperimentalna istraživanja na velikim sudaračima čestica (LHC...). Ideja diplomskog rada je ponoviti i proširiti na dodiplomskom studiju stečeno znanje o dobivanju informacija o strukturi protona iz duboko neelastičnih raspršenja (DIS) i tako dobivenih partonskih distribucija (PDF). Nadalje slijedi upoznavanje sa ekskluzivnim procesima koji nude više informacija te sa generaliziranim partonskim distribucijama (GPD). U osnovnom redu računa smetnje proveo bi se račun duboko virtualnog Comptonovog raspršenja (DVCS) i (ako vrijeme dopusti) duboko virtualne elektroprodukcije mezona (DVEM) i tako reproducirali rezultati iz literature.

U procesu izrade diplomskog rada student se dakle upoznaje sa trenutno dostupnim informacijama i izvorima informacija o strukturi protona te savladava osnove računanja elementarnih Feynmanovih diagrama u okviru perturbativne kvantne kromodinamike.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Nenad Pavin

Institucija: PMF

Naslov teme: Oscilacije kinetohora u metafazi

Sadržaj teme:

Za vrijeme stanične diobe, kromosom se sa dvije kinetohore, vezivna mjesta na kromosomu, veže za mikrotubule koji rastu iz suprotnih polova. Kada se uspostavi ovakva konfiguracija, kinetohore počnu oscilirati oko sredine diobenog vretena. Student će za vrijeme diplomskog rada proučavati mehanizam ovih oscilacija. U teorijskom opisu koji će student razviti, opisati će se sile koje nastaju polimerizacijom i depolimerizacijom mikrotubula, te proteini koji utječu na prijelaz i polimerizaciju u depolimerizaciju. Teorija bi trebala odgovoriti na pitanje koji su uvjeti potrebni da bi ovakve oscilacije mogle nastati te tako dati predikcije koje će naši suradnici provjeriti u laboratoriju.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Nenad Pavin

Institucija: PMF

Naslov teme: Uloga pivotiranja mikrotubula u formiranju složenijih struktura poput svežnjeva mikrotubula i diobenog vretena

Sadržaj teme:

Centralno pitanje stanične biologije je kako nastaje diobeno vreteno, mikro-stroj koji se brine o ispravnoj podjeli genetskog materijala između dvije stanice-kćeri. Nastanak diobenog vretena uključuje ispravnu prostornu raspodjelu mikrotubula te njihovu ispravnu orijentaciju. U ovom interdisciplinarnom istraživanju, korištenjem bazičnih znanja iz statističke fizike i klasične mehanike, teorijski ćemo proučavati ulogu kutnog gibanja mikrotubula. Teorija će uključiti proteine koji povezuju mikrotubule iz suprotnih polova. Student bi za vrijeme diplomskog rada trebao odgovoriti na pitanje kolika mora biti difuzija te kolike moraju biti koncentracije proteina da bi se moglo formirati diobeno vreteno.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Robert Pezer

Institucija: SIM

Naslov teme: Statistička fizika konačnih kvantnih sistema

Sadržaj teme:

Proučavanje i kompjutorsko modeliranje konačnih kvantnih sustava na koje nije primjenjiva klasična termodinamička granica. Utjecaj statistike i dimenzionalnosti. Proučavanje međudjelujućeg višečestičnog sistema uz sparivanje rješavanjem Richardsonovih jednadžbi.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor:	dr. sc. Robert Pezer	Institucija:	SIM
Naslov teme:	Termodinamika interagirajućih plinova		
Sadržaj teme:	Proučavanje i kompjutorsko modeliranje klasičnih fluida u režimu kada se međudjelovanje ne može zanemariti. Računanje particijske funkcije. Sistematsko proučavanje virijalnog razvoja i fizička interpretacija na primjeru pravokutne jame, Sutherlandova i Lennard-Jonesova potencijala. Termodinamičke varijable i jednačba stanja. Prostorne korelacije između čestica uzrokovane međudjelovanjem. Modeliranje faznih prijelaza i kritičnih točaka u faznom dijagramu.		
Smjerovi:	fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike		

Mentor:	dr. sc. Ivica Picek	Institucija:	PMF
Naslov teme:	Neutrinske mase u modelima sa skalarnim partnerima lakog higgasa		
Sadržaj teme:	Uz jedinstven Weinbergov operator dimenzije 5, higgs standardnog modela (SM) omogućuje i tzv. portal u sektor mogućih dodatnih skalarnih polja. Diplomski rad bi se fokusirao na radijativno generiranje neutrinskih masa uz prisutnost dodatnog skotogeničkog skalarnog polja, koje uključuje kandidata za kozmološku tamnu tvar.		
Smjerovi:	fizika (istraživački)		

Mentor:	dr. sc. Ivica Picek	Institucija:	PMF
Naslov teme:	Kozmološke posljedice postojanja lakog higgasa		
Sadržaj teme:	Usprkos odsutnosti simetrije koja bi u standardnom modelu (SM) zaštitila masu Higgsove čestice, na LHC-u je izmjerena njezina neprirodno mala vrijednost $M_H = 126$ GeV. Time Higgsov sektor SM-a već postojećem problemu kozmološke konstante pridodaje problem prirodnosti mase higgasa i dodatni problem stabilnosti vakuuma SM-a. Diplomski rad bi se fokusirao na poopćenja čestičnog SM-a, koja bi ga mogla dovesti u suglasje sa standardnim kozmološkim LambdaCDM modelom.		
Smjerovi:	fizika (istraživački)		

Mentor:	dr. sc. Maja Planinić	Institucija:	PMF
Naslov teme:	Razvoj učeničkog razumijevanja astronomije kroz nastavu fizike		
Sadržaj teme:	<p>U hrvatskoj srednjoškolskoj nastavi učenici astronomiju najčešće ne uče kao zaseban predmet, no neke njene temeljne ideje susreću u drugim predmetima, a najviše u fizici. Neka istraživanja u drugim zemljama pokazuju da učenici često napuštaju srednju školu s vrlo slabim razumijevanjem znanstvene slike svemira i njegove evolucije, položaja Zemlje, Sunca i Sunčevog sustava u svemiru, kao i osnovnih astronomskih pojava vezanih uz život na Zemlji (izmjene dana i noći, godišnjih doba, Mjesečevih mijena itd). S druge strane, astronomija je povezana s nastavom fizike - bilo direktno kroz teme koje se obrađuju, bilo posredno kao kontekst ili predznanje koje se podrazumijeva pri obradi nekih fizikalnih tema. Cilj ovog diplomskog rada bio bi evaluirati učeničko poznavanje i razumijevanje osnovnih ideja iz astronomije na početku i na kraju srednje škole, kao i pokušati utvrditi koliku ulogu u njihovu razvoju ima nastava fizike. Kandidat bi proučio relevantna edukacijska istraživanja iz područja astronomije, konstruirao dijagnostički instrument pomoću već objavljenih, kao i novih zadataka, te proveo testiranje i analizu podataka. Također bi evaluirao dobivene rezultate, kao i nastavne programe i udžbenike iz fizike, te pokušao dati procjenu utjecaja nastave fizike na učeničko razumijevanje astronomije i sugestije za njegovo daljnje poboljšanje. U procesu rada kandidat bi se upoznao s literaturom, tehnikama i rezultatima edukacijskih istraživanja iz fizike i astronomije, te bi produbio svoje razumijevanje povezanosti fizike i astronomije u nastavi.</p>		
Smjerovi:	prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije		

Mentor:	dr. sc. Maja Planinić	Institucija:	PMF
Naslov teme:	Nova tema		
Sadržaj teme:	Novi sadržaj.		
Smjerovi:	fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije		

Mentor:	dr. sc. Mirko Planinić	Institucija:	PMF
Naslov teme:	Nadogradnja ALICE komore s vremenskom projekcijom GEM detektorima		
Sadržaj teme:	<p>Središnji detektor ALICE eksperimenta na CERN-u je komora s vremenskom projekcijom (TPC) koja obavlja praćenje svih nabijenih čestica proizvedenih u pp, p-Pb i Pb-Pb sudarima na LHC-u, zajedno s identifikacijom čestica pomoću dE/dX metode. Očitavanje plinskog pojačanja trenutno radi pomoću mnogožičanih komora. Uskoro će očekivane učestalosti teškoionskih sudara biti 50 kHz što će ponekad zahtijevati pokrenuti ALICE TPC u kontinuiranom načinu očitavanja. U ovoj situaciji mnogožičane komore postaju neupotrebne zbog povratnog toka iona (Ion Back Flow). Iz tih razloga planira se zamijeniti postojeće mnogožičane komore s četverostrukim slojem GEM detektora. Iako ti detektori blokiraju ione, dodatna istraživanja su potrebna da bi povratni tok iona pao ispod 1%. U radu će se istražiti neke mogućnosti eksperimentalnog postava koje bi smanjile povratni tok iona.</p>		
Smjerovi:	fizika (istraživački)		

Mentor: dr. sc. Mirko Planinić

Institucija: PMF

Naslov teme: Nova tema

Sadržaj teme:

Novi sadržaj.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Miroslav Požek

Institucija: PMF

Naslov teme: Istraživanje nabojnih i supravodljivih korelacija u kupratima pomoću nelinearne vodljivosti

Sadržaj teme:

Osим što su još uvijek najvažnija porodica visokotemperaturnih supravodiča, kupratni materijali posjeduju izvanredno bogatstvo elektronski uređenih faza, čija priroda i međusobne interakcije nisu do kraja razjašnjene. U posljednje vrijeme je posebno aktivno istraživanje prugastih uređenja naboja i spina, za koje ima sve više dokaza da su neizostavan dio fizike kuprata. U sklopu ovog rada će se upotrebom nesvakidašnje eksperimentalne tehnike - nelinearne vodljivosti - pokušati odgovoriti na ključno pitanje: kakva je interakcija između nabojnih prugastih uređenja i supravodljivosti i postoji li univerzalna veza između njih. Mjerenje nelinearne vodljivosti podrazumijeva određivanje odstupanja od Ohmovog zakona u nekom uzorku, i ovdje će biti izvedeno beskontaktnom metodom u radiofrekventnom području pobude. Radi se o novoj tehnici koja je još u razvoju, pa će značajan dio rada biti na osmišljavanju i poboljšavanju eksperimenta.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Danko Radić

Institucija: PMF

Naslov teme: Duffingov oscilator i karakterizacija kaosa u faznom prostoru

Sadržaj teme:

Cilj ovog diplomskog rada iz područja nelinearne fizike i dinamičkih sustava je upoznati model i neke aspekte dinamike Duffingovog oscilatora tj. oscilatora u koji je ugrađena nelinearna povratna sila. Napose, kada jednodimenzionalni Duffingov oscilator izložimo sili tjeranja i time proširimo fazni prostor na tri dimenzije, otvorili smo mogućnost pojave kaosa u sustavu i nastanka stranog atraktora u faznom prostoru. Korištenjem analitičkih i numeričkih metoda za analizu dinamičkih sustava, Poincareovih presjeka i tzv. "box-counting" metode za određivanje fraktalne dimenzije objekta, potrebno je karakterizirati nastali atraktor i utvrditi područje parametara u kojem dolazi do pojave kaosa u sustavu.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Danko Radić

Institucija: PMF

Naslov teme: Učinci magnetskog polja na jednoelektronski spektar 2D elektronskog plina

Sadržaj teme:

Cilj ovog diplomskog rada iz područja fizike čvrstog stanja je upoznati učinke magnetskog polja na dvodimenzionalni elektronski plin. Potrebno je izvršiti kvantnomehaničku formulaciju problema elektrona u vanjskom magnetskom polju najprije u modelu slobodnog elektronskog plina i pokazati učinke Landauove kvantizacije elektronskih stanja. Potom se model proširuje na problem elektrona na 2D kristalnoj rešetki. Korištenjem analitičkog i numeričkog modeliranja treba pokazati kvantizaciju magnetskog toka i izračunati elektronski spektar u kojem se javlja samoslična struktura (fraktal - "Hofstadterov leptir") ovisno o jačini vanjskog magnetskog polja. Ambiciozniji student može istražiti i učinke magnetskog polja na elektronski spektar u kvazi-1D sustavima, npr. Bechgaardove soli, s otvorenim Fermijevim površinama.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Danko Radić

Institucija: PMF

Naslov teme: Elektromehanička nestabilnost u nanoelektromehaničkim sustavima

Sadržaj teme:

Nanoelektromehanički sustavi (NEMS) predstavljaju trenutno vrlo aktualno područje fizike kondenzirane materije, posebno grane koja se odnosi na istraživanje nanotehnologija. Vezanje mehaničkih i električnih svojstava, pogotovo s diskriminacijom elektronskog spina u transportu, predstavlja nelinearni problem u spintronici na kojem se temelji tehnologija modernih oscilatora na nano skalama. Cilj ovog diplomskog rada je dati klasični teorijski opis elektromehaničke nestabilnosti u nanoelektromehaničkom sustavu, ugljikove nanocjevčice pričvršćene na mikrokontakte pod prednaponom, u području dozvoljenih fizikalnih parametara. Vezanje električnih (tuneliranje elektrona s distinkcijom spina) i mehaničkih (vibracije nanocjevčice) stupnjeva slobode izvršeno je magnetomotornim vezanjem tj. Lorentzovom silom na nanocjevčicu u vanjskom magnetskom polju. Sustav je potrebno modelirati jednadžbama gibanja harmoničkog oscilatora tjeranog Lorentzovom silom i "rate equations" za tunelirajuće struje spinova koje čine sustav vezanih diferencijalnih jednadžbi. Rješavanjem sustava numeričkim i analitičkim metodama analize dinamičkih sustava treba naći područje parametara u kojem sustav podliježe elektromehaničkoj nestabilnosti tj. nastanku samoekscitiranih oscilacija mehaničkih i električnih obzervabli koje se vide kao gubitak stabilnosti stacionarne fiksne točke i nastanku graničnog kola u faznom prostoru oscilatora.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Anđelo Samsarov

Institucija: IRB

Naslov teme: Reprzentacije Poincare-ove grupe i Landau-Yang teorem

Sadržaj teme:

Poincare-ova grupa (tj. njena grupa natkrivanja) posjeduje četiri vrste grupnih orbita, od kojih su fizikalno najinteresantnije masene i bezmasene orbite. Njene unitarne ireducibilne reprezentacije određene su orbitama i unitarnim ireducibilnim reprezentacijama pripadne stacionarne grupe (engl. little group) koja drži invarijantnom odabranu fiksnu točku. U slučaju masenih reprezentacija, stacionarna grupa je SU(2), dok u slučaju bezmasenih reprezentacija stacionarna grupa odgovara dvostrukoj grupi natkrivanja Euklidove grupe E_2 (grupe translacija i rotacija dvodimenzionalnog prostora). Cilj diplomskog rada je istražiti reprezentacije spomenutih grupa te pomoću dobivenih rezultata izvesti Landau-Yang-ov teorem koji postavlja zabranu na raspad Z^0 bozona u dva fotona.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Anđelo Samsarov

Institucija: IRB

Naslov teme: Diracov oscilator i kvantni Hall-ov efekt

Sadržaj teme:

Kao što je poznato, nosioci naboja u vodiču pod utjecajem magnetskog polja okomitog na tok struje otklanjaju se u smjeru koji je okomit i na magnetsko polje i na tok struje. To vodi do stvaranja razlike potencijala u smjeru poprečnom na tok struje i do električne otpornosti čija je ovisnost o magnetskom polju linearna, pojava poznata kao Hall-ov efekt. Međutim, pokazuje se da u uvjetima niske temperature i jakog magnetskog polja, Hall-ova otpornost ne slijedi više linearnu zavisnost o magnetskom polju. Ta ovisnost koja je za razliku od uobičajenog klasičnog slučaja sada skokovita (diskretizirana), može se objasniti proučavanjem Landau-ovih stanja dvodimenzionalnog kvantnog sistema u prisustvu magnetskog polja. Sama pojava je poznata kao (cjelobrojni) kvantni Hall-ov efekt. No, zanimljivo je da neki nanosustavi (poput npr. grafena) ispoljavaju tzv. polucjelobrojni kvantni Hall-ov efekt. Pokazuje se da pojam Diracovog oscilatora kao i izučavanje pripadnih relativističkih Landau-ovih stanja može pružiti dobar okvir za proučavanje polucjelobrojnog Hall-ovog efekta. Diracov oscilator su prvi put uveli Moshinsky i Sczepaniak dodajući linearni (u koordinatnom vektoru) član uobičajenom Diracovom Hamiltonijanu za slobodnu česticu. Zamisao diplomskog rada je prikazati povijesni tijek koji je vodio ka razumijevanju pojma Hall-ovog efekta te u sklopu toga obraditi temu Diracovog oscilatora. Ovisno o interesu, tema se može skratiti ili proširiti.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Jordi Sancho Parramon

Institucija: IRB

Naslov teme: Numeričke simulacije interakcije svjetlosti s višeslojnim strukturama

Sadržaj teme:

Nanofotonika je aktivno područje istraživanja koje se bavi interakcijama svjetla i materije na nanometarskoj skali. Na Zavodu LAIR Instituta Ruđer Bošković radimo numeričke simulacije interakcije svjetlosti s višeslojnim strukturama. Tema predloženog rada fokusira se na to kako različita svjetlosna pobuđenja, kao što su fokusirano osvjetljenje ili pobuđenja nastala od točkastih dipola, propagiraju u višeslojnim strukturama. Predloženi rad zahtijeva: i) implementaciju ekspanzije ravnih valova takvih pobuđenja u softverski alat razvijen u Matlab-u, te ii) analizu rezultata, osobito s obzirom na mogućnost pobude površinskog plazmona u višeslojnim sustavima.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Jordi Sancho Parramon

Institucija: IRB

Naslov teme: Anizotropija u filmovima s metalnim otočićima

Sadržaj teme:

Filmovi s metalnim otočićima su dvodimenzionalne nakupine metalnih nanočestica, dobivene naparavanjem metala na dielektričnu podlogu. Optička svojstva tih filmova karakterizirana su rezonancijom površinskih plazmona od slobodnih elektrona u nanočesticama. Rezonancija površinskih plazmona ovisi o okolini i morfologiji čestica. Na Zavodu LAIR Instituta Ruđer Bošković aktivno radimo na izradi, karakterizaciji i modeliranju optičkih filmova s metalnim otočićima. Tema diplomskog rada je odrediti anizotropiju u optičkom ponašanju filmova s metalnim otočićima, odnosno utvrditi kako rezonancija površinskih plazmona ovisi o polarizaciji upadne svjetlosti. Rad zahtijeva karakterizaciju uzoraka pomoću spektroskopskog elipsometra, te modeliranje uzoraka kako bi se utvrdio stupanj anizotropije i objasnilo porijeklo anizotropije.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Jordi Sancho Parramon

Institucija: IRB

Naslov teme: Numeričke simulacije interakcije svjetlosti s klasterima nanočestica

Sadržaj teme:

Izračun raspršenja svjetla na nanočesticama se primjenjuje, između ostalog, u astrofizici, medicini i karakterizaciji čestica. Raspršenje ravnog vala na jednoj sfernoj čestici izračunava se u okviru Mieove teorije. Na Zavodu LAIR Instituta Ruđer Bošković, razvili smo proširenja Mieove teorije za: i) proizvoljne vrste osvjetljenja (fokusirani snop s različitim polarizacijama) i ii) više čestica. Diplomski rad će primijeniti ova proširenja na izračune u različitim područjima interesa na kojima radimo, kao što su: pojačanje polja klasterima metalnih nanočestica, pobude dielektričnih rezonancija u silicijskim česticama i elektromagnetske sile među česticama.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Zdravko Siketić

Institucija: IRB

Naslov teme: Kolimiranje ionskog snopa MeV-skih energija pomoću kapilare

Sadržaj teme:

Ionski snop MeV-skih energija i mikrometarskih presjeka uobičajeno se dobiva pomoću fokusiranja kompleksnim sustavima magnetskih kvadrupola. Mnogo jednostavnija metoda dobivanja ionskog snopa malog presjeka zasniva se na korištenju kapilare koja služi kao kolimator. Na novoj komori za testiranje kompleksnih detektora za nuklearnu i fiziku visokih energija, uvođenje kapilare za kolimiranje ionskog snopa (npr. protoni 8-10 MeV-a) omogućilo bi rad u zraku pri čemu bi kapilara bila i mjesto gdje iz vakuumske sustava snop protona izlazi u zrak. U sklopu diplomskog rada izvršilo bi se instaliranje kapilare s ciljem da se dobije što bolja transmisija snopa (optimizacija pozicije). Ujedno bi se napravila mjerenja dimenzije snopa i energetskog rasapa kroz kapilaru za različite ione energija 1-10 MeV.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Hrvoje Skenderović

Institucija: IFS

Naslov teme: Direktno pisanje laserom

Sadržaj teme:

U okviru teme kandidat će ovladati tehnikom i instrumentima potrebnom za mikro i nanostrukturiranje površina pomoću jako fokusiranih laserskih pulseva ultrakratkog trajanja. Ova tehnika omogućava zapisivanje struktura na površinama materijala kao i u unutrašnjosti transparentnih materijala. Visoka preciznost zapisanih struktura se postiže uslijed upotrebe ultrakratkih pulseva koji minimiziraju termalne efekte. Od kandidata se očekuje rad u izradi jednostavnijih struktura, rad na optimizaciji tehnike i objašnjenje osnovnih mehanizama modifikacije materijala pomoću svjetlosti.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Hrvoje Skenderović

Institucija: IFS

Naslov teme: Ultrabrza spektroskopija u kvantnim materijalima

Sadržaj teme:

Kvantni materijali uslijed snažnog međudjelovanja između elektrona ili između elektrona i kristalne rešetke dovode do zanimljivih svojstava poput antiferomagnetizma ili supravodljivosti. Pomoću ultrakrtkih pulseva može se pratiti u relanom vremenu pobuđenje kolektivnih i jednočestičnih modova i njihova relaksacija u osnovno stanje. Najjednostavniji vremenski razlučivi eksperimenti uključuju slanje pumpnog snopa i probnog snopa na uzorak u vremenski kontroliranim razmacima. Detektira se probni puls u ovisnosti o vremenskom razmaku. Promjene u probnom pulsu uslijed djelovanja pumpe odražavaju induciranu tranzijentnu promjenu apsorpcije ili transmisije u uzorku. Makroskopske veličine poput refleksivnosti se povezuju s mikroskopskim stanjima i dinamikom i dovode do detaljnijeg razumijevanja fizike u ispitivanom sistemu. Tijekom diplomskog rada kandidat će se detaljno upoznati s vremenski razlučivim mjerenjima na femtosekundnoj vremenskoj skali i tehnikama koje nam stoje na raspolaganju u laboratoriju. Očekuje se zainteresiranost za eksperimentalni rad, samostalno obavljanje mjerenja i objašnjenje rezultata na jednostavnijim sistemima. Izrada rada pruža kandidatu stjecanje znanja i vještina u oblasti laserske fizike i fizike snažno koreliranih sustava.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Željko Skoko

Institucija: PMF

Naslov teme: Fazne pretvorbe

Sadržaj teme:

Fazna prevorba je transformacija termodinamičkog sustava iz jedne faze ili stanja tvari u drugo. Za vrijeme fazne pretvorbe dolazi do promjene jednog ili više svojstava sustava, često diskontinuirano, i to je izazvano promjenom nekog vanjskog paramtera, kao što su temperatura, tlak ili nešto drugo. Fazne pretvorbe vrlo su česte u prirodi i koriste se u tehnologiji. Dije se u fazne pretvorbe prvog i drugog reda. U okviru diplomskog rada obradit će se teorijski prikaz nekih faznih pretvorbi, te će se odraditi eksperimentalni dio gdje će se fazne pretvorbe u nekim materijalima pratiti metodom rentgenske difrakcije i diferencijalne skenirajuće kalorimetrije

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Željko Skoko

Institucija: PMF

Naslov teme: Simetrije u kristalima

Sadržaj teme:

U kristalografiji simetrija se koristi za karakterizaciju kristala, opis ponavljajućih dijelova molekula i pojednosavljenje prikupljanja i obrade podataka o strukturi materijala. Nadalje, simetrija fizičkih svojstava kristala, kao što su toplinska i optička vodljivos, također mora u sebi sadržavati kristalnu simetriju. Za objekt se kaže da je simetričan u odnosu na transformaciju, ukoliko on izgleda identično početnom obliku nakon primjene operacije transformacije. U kristalografiji, većina simetrija može se opisati operacijama translacije i rotacije. Postoje dvije distinktne klase opisivanja rotacijske simetrije: Hermann-Mauguinova nomenklatura i Schonfiesova nomenklatura. Prva se koristi za opis kristala i kristalne simetrije, dok se druga obično koristi za opisivanje simetrija kod diskretnih molekula, u optičkoj spektroskopiji i kvantnoj mehanici. U okviru diplomskog rada obradit će se osnovni pojmovi simetrije u kristalografiji, uključujući točkaste i prostorne grupe u koje su klasificirani svi kristali. Također, izvest će se eksperimentalni dio na rentgenskom difraktometru i visoko-razlučivom transmisijskom elektronskom mikroskopu gdje će se pokazati neki elementi simetrije za različite kristale.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Željko Skoko

Institucija: PMF

Naslov teme: Termoodskočni (termosalientni) materijali

Sadržaj teme:

Termoodskočni materijali su iznimno zanimljiva klasa materijala, koja je karakterizirana naglom i drastičnom faznom pretvorbom prilikom grijanja/hladjenja, a pri čemu kristalni odskakuju nekoliko cm u visinu od podloge. Ovakvi materijali čine se vrlo perspektivni za proizvodnju aktuatora. Fenomen je iznimno zanimljiv budući da je do sad razjašnjen na svega desetak sustava. U okviru diplomskog rada dati će se prikaz dosad razjašnjenih sustava, te će se pokušati sinteza i strukturna karakterizacija novih materijala s ovim svojstvom.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Vernesa Smolčić

Institucija: PMF

Naslov teme: Astrofizičke značajke iz optičke spektroskopije kvazara

Sadržaj teme:

Kvazari su najsajnije pojave aktivnih galaktičkih jezgara te predstavljaju kozmološki važnu populaciju. U radu će se obraditi teoretska pozadina kvazara, razne tehnike u računalnoj analizi optičkih spektara kvazara te će se proračunati astrofizičke značajke iz spektara reprezentativnog uzorka kvazara.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ivica Smolić

Institucija: PMF

Naslov teme: Spinori u općoj teoriji relativnosti

Sadržaj teme:

Matematički aparat u pozadini opće teorije relativnosti je diferencijalna geometrija. Međutim, tenzorske račune iz četiri realne dimenzije moguće je prevesti u spinorni račun u dvije kompleksne dimenzije. Prednost potonjeg jest u tome što je do niza važnih rezultata moguće doći mnogo jednostavnijim postupkom, te je barem na formalnoj razini uspostavljena veza s jezikom kvantne fizike. U ovom radu bi se, polazeći od Newman-Penroseovog formalizma, analizirala rješenja Einsteinove jednačbe u vakuumu i u prisutnosti elektromagnetskog polja, Petrovljeva klasifikacija prostor-vremena, te Goldberg-Sachsov teorem i njegova poopćenja.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ivica Smolić

Institucija: PMF

Naslov teme: Kosa crnih rupa

Sadržaj teme:

Iako crne rupe nastaju kolapsom složenih, makroskopskih objekata, stacionarne crne rupe su obilježene tek s nekoliko "naboja", poznatih kao "kosa". U slučaju crnih rupa koje su opisane Einsteinovom gravitacijskom jednačbom u prisustvu elektromagnetskog polja, imamo 3 naboja: masu M , zamah J i električni naboj Q . U prisustvu drugih (ne-Abelovih) polja moguć je i dodatni, ali ograničen broj naboja. U novije vrijeme su se pojavili rezultati koji ukazuju na odsustvo kratke kose crnih rupa. Cilj ovog rada je napraviti pregled svih teorema koji daju restrikcije o kosi crnih rupa.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ivica Smolić

Institucija: PMF

Naslov teme: Birkhoffov teorem

Sadržaj teme:

Jedna od posljedica Einsteinove gravitacijske jednačbe jest ta da sferna simetrija povlači nužno postojanje dodatne simetrije u prostor-vremenu, rezultat poznat kao Birkhoffov teorem. Njegova fizikalna pozadina je odsustvo monopolnog i dipolnog gravitacijskog zračenja. U kontekstu raznih proširenja opće teorije relativnosti pronađena su poopćenja ovog teorema, ali i teorije u kojima on ne vrijedi. U ovom radu bio bi napravljen pregled svih rezultata vezanih za Birkhoffov teorem.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Ana Smontara

Institucija: IFS

Naslov teme: Transportna svojstva intermetalnih spojeva PdGa i PdIn

Sadržaj teme:

U okviru diplomskog rada istraživat će se fizikalna svojstva jednog intermetalnog spoja iz obitelji InPd s ciljem da se upotpuni fizikalna slika ovih vrlo zanimljivih katalizatorskih sustava s potencijalnim tehnološkim primjenama. Istraživanja se provode u okviru Europskog centra za kompleksne metalne sisteme (C-MAC) čiji je Institut za fiziku od 2010. godine član. Rezultati istraživanja će se korelirati s nedavno istraživanim sličnim PdGa sustavom (M. Klanjšek, i drugi, Journal of physics. Condensed matter. 24 (2012) , 8; 085703).

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ana Smontara

Institucija: IFS

Naslov teme: Ujecaj tlaka na elektronska svojstva interkaliranog dihalogenida Mn_{1/3}NbS₂

Sadržaj teme:

Dihalogenidi spadaju u slojaste materijale u kojima se kao posljedica kvazi-dvodimenzionalnosti javlja čitav niz zanimljivih efekata kao što je val gustoće naboja, val gustoće spina, supravodljivost, antiferomagnetizam, feromagnetizam itd. Zbog slojevitosti strukture, dihalogenide je moguće interkalirati atomima prijelaznih metala i na taj način mijenjati njihova elektronska svojstva te time inducirati ili potisnuti gore spomenute pojave. Primjena hidrostatskog tlaka može imati vrlo sličan učinak kao i interkaliranje (N. Barišić, et. al., Phys. Rev. B84 (2011) 075157). U okviru rada bi se mjerila transportna svojstva (poglavito termostruja i električna otpornost) na visokim tlakovima Mn_{1/3}NbS₂, sistema koji je posebno zanimljiv zbog magnetskog faznog prijelaza te njegovog potiskivanja uvođenjem tlaka. Istraživanja su nastavak rada na netom završenom UKF(65/10) projektu "New electronic states driven by frustration in layered materials"

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ana Smontara

Institucija: IFS

Naslov teme: Transportna svojstva međuvalentnog ikozaedarskog Au-Al-Yb kvazikristala

Sadržaj teme:

Od svoga otkrića 1982. godine pa do danas, kvazikristali (za čije otkriće je dodijeljena Nobelova nagrada iz kemije 2011. godine) su bili izvor nadahnuća mnogih znanstvenih istraživanja zbog jedinstvene strukture i vrlo zanimljiv svojstava, no i kontroverzi među znanstvenicima jer se do tada vjerovalo da u takve strukture u prirodi zabranjene osnovim fizikalnim zakonitostima. U okviru predložene teme proučavat će se elektronska svojstva nedavno sintetiziranog ikozaedarskog kvazikristala Tsai tipa (K. Deguchi et. al., Nature materials 11(2012) 1013) mjerenjem transportnih koeficijenata (električne otpornosti, termostruje i Hall koeficijenta)

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Damir Starešinić

Institucija: IFS

Naslov teme: Toplinski kapacitet kompleksnih sistema

Sadržaj teme:

Toplinski kapacitet mjeri sposobnost sistema da primi toplinsku energiju na danoj temperaturi. Kako svi stupnjevi slobode u sistemu doprinose toplinskom kapacitetu, mjerenja toplinskog kapaciteta omogućuju ispitivanje pobuđenja u različitim podsystemima poput fononskog, elektronskog, spinskog kao i promjena (faznih prijelaza) u tim podsystemima. Sveobuhvatnost i relativna jednostavnost metode mjerenja toplinskog kapaciteta čine je i dalje jednom od nezaobilaznih metoda u fizici kondenzirane tvari. Einstein je rekao - Ako trebate izabrati samo jednu metodu za ispitivanje nekog sistema, izaberite mjerenje toplinskog kapaciteta. U Laboratoriju za kompleksne sisteme Instituta za fiziku koristimo pulsnu metodu koja omogućava mjerenja toplinskog kapaciteta miligramski malih uzoraka u širokom temperaturnom području od 320 K do 2 K i u magnetskom polju do 9 T. Studenti zainteresirani za izradu diplomskog rada mogu izabrati neke od sistema predviđenih za mjerenja; kvazi jednodimenzionalne kristale s kolektivnim stanjima naboja ili spina, kod kojih fazni prijelaz i niskotemperaturni toplinski kapacitet sličan staklima ovisi o stupnju nereda i o magnetskom polju, intermetalike rijetkih zemalja, $R_5(\text{SixGe}_{1-x})_4$, s gigantskim magnetokaloričkim efektom ili niskodimenzionalne magnetske sisteme u kojima termodinamička svojstva i fazni prijelazi ovisе o magnetskom polju. Također se mogu priključiti i razvoju novih metoda mjerenja frekventne ovisnosti toplinskog kapaciteta ac tehnikom ili mjerenja mikrogramski malih uzoraka. U okviru izrade diplomskog rada pristupnik bi se upoznao s radom s niskim temperaturama i magnetskim poljem, metodama mjerenja i analize toplinskog kapaciteta te osnovama teorije faznih prijelaza i neuređenih sustava odnosno stakala.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Damir Starešinić

Institucija: IFS

Naslov teme: Nelinearni električni transport u sistemima s kolektivnim stanjima

Sadržaj teme:

Kolektivna stanja poput vala gustoće naboja (VGN) ili spina (VGS) koja se javljaju u kvazi jednodimenzionalnim vodičima omogućavaju nove kanale električnog transporta koji dovode do nelinearne vodljivosti u dovoljno velikom električnom polju, periodičnog šuma u nelinearnom režimu, vrlo velike dielektrične konstante na niskim frekvencijama i rezonancije na visokim frekvencijama. Sva ta svojstva posljedica su vezanja kolektivnog stanja na kristalne defekte, tzv. zapinjanja, u međugri sa zasjenjenjem kolektivnog stanja slobodnim nosiocima naboja. Ujedno ta dva mehanizma dovode i do pojave prijelaza na konačnoj temperaturi u novo stanje stakla superstrukture na mezoskopskim prostornim skalama. U Laboratoriju za kompleksne sisteme Instituta za fiziku mjerimo električni transport u širokom području od vrlo malih struja reda pA do vrlo visokih napona od 1000 V, koristeći različite dc, ac i pulsne metode u širokom temperaturnom području od 320 K do 20 K. Studenti zainteresirani za izradu diplomskog rada bavili bi se prvenstveno mjerenjem transporta u vrlo visokim poljima pulsnom metodom u jednom ili više predviđenih sistema; VGN sistema o-TaS₃, K_{0.3}MoO₃ i (TaSe₄)₂I s kontroliranim udjelom defekata, (NbSe₄)₃I i (TMTTF)₂AsF₆ sistema s uređenjem naboja. U okviru izrade diplomskog rada pristupnik bi se upoznao s tehnikama rada na niskim temperaturama, metodom mjerenja i teorijske analize odziva na pulsna pobuđenja, metodama mjerenja i teorijske analize ovisnosti električne vodljivosti o temperaturi i električnom polju te teorijama kolektivnih stanja u anizotropnim kristalima i neuređenih sustava.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i tehnike

Mentor: dr. sc. Denis Sunko

Institucija: PMF

Naslov teme: Jako korelirani elektroni

Sadržaj teme:

Suvremenim istraživanjima u fizici kondenzirane tvari dominiraju materijali neobičnih kombinacija svojstava, koja ukazuju da su elektroni u njima daleko od granice idealnog plina, bio to idealni plin slobodnih čestica (za metale) ili idealni plin magnetskih momenata (za lokalizirane elektrone u magnetskim materijalima). Čini se kao da isti elektroni provode vrijeme u različitim stanjima. Fizikalni pojmovi i pristupi za opis ovakvih sustava, od kojih se neki razvijaju i u Zagrebu, mogu se naučiti proučavanjem pojednostavljenih slučajeva, pogodnih za izradu diplomskog rada. Ti slučajevi obuhvaćaju analitičko ili numeričko opisivanje malih sustava, račun smetnje u posebno odabranim modelima, te varijacione metode.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Denis Sunko

Institucija: PMF

Naslov teme: Kvantne tekućine

Sadržaj teme:

Tekućine s kojima se svakodnevno susrećemo su u takozvanoj hidrodinamičkoj granici, što među ostalim znači da energija iznosa kT može pobuditi mnoštvo mikroskopskih (kvantnih) stanja. Raspršenjem među tim stanjima se uvode nova stanja, te se pojavljuje trenje. No postoji i suprotna granica, u kojoj je pobuđeno tek jedno ili mali broj kvantnih stanja, a tekućina ipak teče. Kako ona to uspijeva? Objašnjenja variraju od slučaja do slučaja, a odnose se na niz zanimljivih i tehnološki važnih stanja materije na niskim temperaturama: supravodljivost, supratekućost helija, kvantni Hallov učinak, Bose-Einsteinova kondenzacija teških atoma, no i "obični" elektronski plin u metalima je u stvari kvantna tekućina, koja tek zbog nekih slučajnosti isprva ne izgleda neobično. Ovo otvara mogućnosti diplomskih radova naizgled različitih usmjerenja, a koje ujedinjava to svojstvo kvantne mehanike, da veliko mnoštvo čestica može zajedno činiti jedno jedino stanje gibanja, u kojem nema trenja.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Denis Sunko

Institucija: PMF

Naslov teme: Kinetička stakla

Sadržaj teme:

Tekućine s kojima se svakodnevno susrećemo su u takozvanoj hidrodinamičkoj granici, što među ostalim znači da su njihovi mali dijelovi svaki za sebe u termodinamičkoj ravnoteži, dok se odstupanja od ravnoteže očituju na velikim udaljenostima i za vremena puno duža, nego je potrebno da jedna sićušna kapljica dođe u ravnotežu. No moguć je i suprotan slučaj, u kojem je gibanje molekula tako ometeno, da se termodinamička ravnoteža ne uspijeva uspostaviti već na nanometarskim skalama, a neravnotežno stanje traje vrlo dugo. Tada govorimo o kinetičkim staklima. Pojmovni aparat stečen na ovakvim sustavima ima iznenađujuće širok raspon primjena, od polimera u zubnim ispunama, do prometnih kolapsa. Svjetskim istraživanjima ustakljivanja dominiraju računalne simulacije, većinom na razini koja je pristupačna i u Zagrebu. Kompleksnost tih simulacija načelno ne nadilazi okvire diplomskog rada, za nekog tko je sklon programiranju.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ana Sušac

Institucija: PMF

Naslov teme: Utjecaj vizualizacije na uspjeh u rješavanju zadataka iz mehanike

Sadržaj teme:

Jedan od prvih koraka u rješavanju zadataka je vizualizacija dane fizikalne situacije. U tom procesu stvaranja mentalne slike posebno korisno može biti crtanje skice. U ovom radu istražiti će se koliko učenici i studenti vizualiziraju situaciju opisanu u tekstu i koliko skiciranje utječe na njihov uspjeh u rješavanju zadataka iz mehanike.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Tatjana Šuš

Institucija: IRB

Naslov teme: Tvorba kratkoživućih rezonancija na SPS energijama

Sadržaj teme:

NA61/SHINE je eksperiment s fiksnom metom na SPS (od engl. Super Proton Synchrotron) ubrzivaču u CERN-u. Program eksperimenta obuhvaća sustavno mjerenje tvorbe hadrona u hadron+hadron, hadron+jezgra i jezgra+jezgra sudarima s ciljem istraživanja kvarkovsko-gluonske plazme te otkrivanja kritične točke jako interagirajuće tvari. Za razumijevanje dinamike jezgra+jezgra sudara od iznimne je važnosti mjerenje produkcije kratkoživućih rezonancija u jezgra+jezgra, te u elementarnim hadron+hadron i hadron+jezgra sudarima. Cilj diplomskog rada je analiza proton+proton i/ili jezgra+jezgra sudara mjerenih u NA61 eksperiment te određivanje udarnih presjeka za tvorbu kratkoživućih rezonancija (K^* , f_0 , ρ_0). Tema je prikladna za izradu više diplomskih radova.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike

Mentor: dr. sc. Tatjana Šuš

Institucija: IRB

Naslov teme: Produkcija Lambda hiperona u p+C sudarima

Sadržaj teme:

T2K (Japan) je neutrinski eksperiment dizajniran da mjerenjem prijelaza mionskog u elektronski neutrino po prvi put odredi veličinu kuta miješanja θ_{13} , te da preciznije izmjeri parametre θ_{23} i $\Delta(m_{23}^2)$ mjerenjem nedostatka mionskih neutrina. Neutrinski snop dobiva se raspadima piona i K mezona nastalim u sudarima primarnog protonskog snopa, energije 30 GeV-a, s grafitnom metom dužine 90 cm. Da bi se ostvarili ciljevi eksperimenta, potrebno je precizno odrediti tok neutrina, što zahtijeva detaljno poznavanje produkcije hadrona u p+C sudarima.

Mjerenja produkcije hadrona u p+C sudarima, na energiji projektila $E_p=30$ GeV-a, rađena su u okviru NA61 eksperimenta na SPS (od engl. Super Proton Synchrotron) ubrzivaču u CERN-u. Cilj diplomskog rada je analizom prikupljenih p+C podataka odrediti diferencijalni udarni presjek za tvorbu Lambda hiperona, putem nabijenog kanala raspada, $\Lambda \rightarrow p + \pi^-$. To će doprinijeti preciznijem određivanju produkcije negativnih piona i protona u p+C sudarima.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Emil Tafra

Institucija: PMF

Naslov teme: Kaotične oscilacije u nelinearnom električnom titrajnom krugu

Sadržaj teme:

U električnom titrajnom krugu uvođenjem nelinearnog elementa (npr. diode) moguće je dovesti električni titrajni krug u režim kaotičnih oscilacija. U ovom radu predviđa se sastavljanje električnog titrajnog kruga na ploči i izbor optimalnih elemenata za postizanje kaotičnih oscilacija. Također se predviđa sastavljanje programa za mjerenje i kontrolu eksperimenta (unutar postojećeg programskog paketa s grafičkim sučeljem), vršenje mjerenja, prikupljanje podataka s digitalnog osciloskopa, analiza eksperimentalnih podataka korištenjem FFT-a, te teorijsko objašnjenje opaženih pojava.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Emil Tafra

Institucija: PMF

Naslov teme: Električna otpornost kod anizotropnih materijala

Sadržaj teme:

Električna otpornost je važno svojstvo materijala, pomoću kojeg se mogu odrediti važne karakteristike materijala (radi li se o izolatoru, poluvodiču ili vodiču, može se odrediti čistoća, i.t.d.). Kod nekih materijala električna otpornost ovisi o smjeru toka električne struje (u odnosu na kristalografske osi) i tada govorimo o anizotropnoj vodljivosti, odnosno o niskodimezionalnim vodičima, ako je otpornost u jednom ili dva smjera znatno manja nego u trećem smjeru. U ovom radu se predviđa eksperimentalno istraživanje promjene električne otpornosti s temperaturom kod anizotropnih materijala, te će se student pritom upoznati s eksperimentalnom aparaturom za mjerenja magnetotransportnih svojstava na niskim temperaturama i s mjerenjem i kontrolom eksperimenta pomoću računala.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Emil Tafra

Institucija: PMF

Naslov teme: Elektrostatsko dopiranje izolatora pomoću ionskih tekućina

Sadržaj teme:

U novije vrijeme ostvaren je značajan napredak u elektrostatskom dopiranju izolatora pomoću ionskih tekućina. Posebno su zanimljivi izolatori $STiO_3$ i $KTaO_3$ perovskitne strukture, kod kojih je elektrostatskim dopiranjem ostvarena dobra vodljivost s visokom pokretljivošću elektrona, te supravodljivost na vrlo niskim temperaturama. Cilj rada je istražiti utjecaj elektrostatskog dopiranja na magnetotransportna svojstva tih i sličnih materijala. Predviđa se mjerenje promjene električnog otpora s temperaturom, električnog otpora u magnetskom polju (magnetootpora) i Hallvog efekta u vrlo jakim magnetskom poljima do 18 T i širokom temperaturnom području od 0.3 K do 300 K. Proučavanjem magnetotransportnih svojstava se mogu odrediti vodljivost materijala, vrsta, koncentracija i pokretljivost nosioca naboja, parametri Fermijeve plohe, a u nekim slučajevima i sam oblik Fermijeve plohe.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Damir Veža

Institucija: PMF

Naslov teme: Lummer-Gehrcke interferometar

Sadržaj teme:

Među interferometrima koji su u upotrebi u istraživanjima iz optike i atomske fizike, Lummer-Gehrcke-ov interferometar (LGI) zauzima posebno mjesto zbog svoje izuzetne jednostavnosti i visoke moći razlučivanja. U prvom dijelu diplomskog rada student će proučiti fizičke osnove rada interferometara općenito (s posebnim osvrtom na LG interferometar), detalje konstrukcije i optička svojstva. U drugom dijelu bit će prikazana najzanimljivija i najvažnija područja primjene LGI. Posebno će biti prikazana upotreba LG interferometra u spektroskopskim istraživanjima fine i hiperfine strukture atomskih linija u atomskoj fizici.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Damir Veža

Institucija: PMF

Naslov teme: Upotreba Peltierovog elementa u diodnim laserima

Sadržaj teme:

U okviru ovog diplomskog rada bit će prikazan rad uređaja za kontrolu temperature laserske diode u diodnom laseru, a koji se osniva na korištenju Peltierovog elementa (PE). U prvom dijelu diplomskog rada student će proučiti fizičke osnove rada PE, detalje konstrukcije i njegova svojstva. U drugom dijelu bit će prikazana najzanimljivija i najvažnija područja primjene, a posebno će biti prikazana upotreba PE u diodnim laserima koji se široko koriste u temeljnim istraživanjima u atomskoj i molekularnoj fizici.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Milan Vrdoljak

Institucija: FSB

Naslov teme: Analiza utjecaja tla na aerodinamičke značajke krila primjenom metode noseće linije

Sadržaj teme:

Metoda noseće linije temeljena na Prandtlovoj teoriji predstavlja jednostavnu metodu za analizu potencijalnog optjecanja noseće površine i njenih aerodinamičkih značajki. Numerička implementacija noseće linije primjenjiva je za krila veće vitkosti, a zbog svoje jednostavnosti primjenjuje se kod preliminarnih proračuna za estimaciju aerodinamičkih koeficijenata sile uzgona i inducirano otpora. Numerička metoda noseće linije prema Weissingeru krilo zamjenjuje nizom potkovičastih vrtložnih niti za koje se rubni uvjeti uspostavljaju u tzv. kontrolnim točkama na krilu. Rubni uvjeti osiguravaju tangencijalnu brzinu u kontrolnim točkama, a uključuju brzine inducirane vrtložnim nitima prema Biot-Savartovom zakonu. Weissingerova metoda, za razliku od originalne Prandtlove, primjenjiva je na krila složene geometrije. Optjecanje krila u blizini tla tijekom polijetanja i slijetanja aviona značajno se mijenja uslijed prisustva tla. Zbog utjecaja tla dolazi do promjene sile uzgona i inducirano otpora pri čemu je bitan efekt smanjenje inducirano otpora, a prisutan je i kod drugih letjelica. Kod aviona polijetanje i slijetanje predstavlja kritičnu fazu leta kada je od posebnog interesa poznavanje promjene značajki optjecanja krila pod utjecajem tla. Numeričku metodu noseće linije moguće je primijeniti za analizu utjecaja tla uvođenjem zrcalne slike vrtloga ispod tla kako bi se na površini tla osigurao rubni uvjet normalne brzine nultog iznosa. U diplomskom radu potrebno je: - napraviti numerički model noseće linije koji će omogućiti analizu krila složene geometrije koja bi uključila strijelu krila, dihedral, prijelom (promjenu strijele i/ili suženja po rasponu krila) i promjenjivi kut uvijanja; - u razvijeni model potrebno je uključiti mogućnost analize utjecaja tla principom zrcalne slike; - rezultate je potrebno usporediti s rezultatima postojećih numeričkih metoda, empirijskim relacijama za estimaciju utjecaja tla te drugim dostupnim rezultatima; - razvijeni numerički model primijeniti u analizi odabranog krila poznate geometrije tijekom polijetanja. Ovim radom student bi pokrio dio područja mehanike fluida, konkretnije prostornog potencijalnog optjecanja aerodinamičkih oblika primjenom vrtložnih niti. Student time dobiva uvid u dio fizike koji je popularan u dobrom dijelu učeničke populacije te time dobiva širok spektar potencijalnih aktivnosti u nastavi fizike. Tema je pogodna za sve smjerove.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Tomislav Vuletić

Institucija: IFS

Naslov teme: Konformacije i dinamika biomakromolekula na površinama i u otopini

Sadržaj teme:

Potreba za brzim sekvenciranjem DNK molekula, u kliničkoj i znanstvenoj primjeni, otvara niz novih, fundamentalnih pitanja u području biofizike. Umjesto vremenski zahtjevnog rada s otopinama, današnje se metode baziraju na stvaranju DNK senzora/čipova. Oni nastaju učvršćivanjem DNK proba na razne podloge (substrate), i na takav način služe kao detektori za određenu vrstu molekula (ciljane molekule) koje prepoznaju DNK probu. S ovime je povezano istraživanje mikroskopijom atomskih sila konformacija i/ili uređenja DNK molekula deponiranih na dobro definiranim, atomski ravnim površinama kao što su tinjac ili pirolitički grafit, što je i tema predloženoga rada. Rad će se odvijati u sklopu bilateralnog projekta naše grupe sa JKU, Linz, Austria, kao i u sklopu našeg UKF projekta i suradnje sa EPFL, Lausanne, Švicarska. Naša grupa na Institutu za fiziku, osim AFMa, uspostavila je različite tehnike kojima se koristi u fizikalnim istraživanjima biomakromolekula, a koje će kandidat imati prilike upoznati. Više informacija na <http://soft.ifs.hr>

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Krešo Zadro

Institucija: PMF

Naslov teme: Nova tema

Sadržaj teme:

Novi sadržaj.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Krešo Zadro

Institucija: PMF

Naslov teme: Jednomolekulski magneti

Sadržaj teme:

Jednomolekulski magneti su nakupine koje sadrže određeni broj magnetskih centara povezanih izmjenom (pr. Mn12-acetat). Vrlo su zanimljivi kako za temeljna istraživanja (makroskopsko kvantno tuneliranje) tako i za moguće primjene. U diplomskom radu će biti dan kratki pregled istraživanja jednomolekulskih magneta od otkrića kvantnog tuneliranja magnetizacije u njima prije dvadesetak godina pa do danas.

Smjerovi: fizika (istraživački), prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije

Mentor: dr. sc. Ivica Živković

Institucija: IFS

Naslov teme: Magnetska dinamika dvoslojnog manganita $\text{La}_{1.4}\text{Sr}_{1.6}\text{Mn}_2\text{O}_7$

Sadržaj teme:

Manganiti su skupina oksidnih spojeva koja pokazuje veoma široku lepezu fizikalnih svojstava. Najpoznatija je pojava kolosalnog magneto-otpota u nekim spojevima, dok se u drugima javljaju razna spinska, nabojna i/ili orbitalna uređenja. Nedavna istraživanja dvoslojnog manganita kemijske formule $\text{La}_{1.4}\text{Sr}_{1.6}\text{Mn}_2\text{O}_7$ pokazala su da za objašnjenje transportnih svojstava odlučujuću ulogu ima formiranje domena i domenskih zidova. Naime, otpornost duž c-osi, koja bi trebala pokazivati aktivacijsko ponašanje preko energetske barijere, ima vrlo sliču temperaturnu ovisnost kao i otpornost unutar ab-ravnine. Pretpostavka je da zbog postojanja domenskih zidova unutar dvosloja dolazi do miješanja otpornosti unutar ab-ravnine i duž c-osi. Tema ovog diplomskog rada je istraživanje dinamike domenskih zidova na monokristalnim uzorcima paralelno i okomito na dvosloj. Mjerit će se ac magnetska susceptibilnost u širokom rasponu frekvencija, sa i bez superponiranog dc magnetskog polja.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Title: Growth of carbon nanotubes by CVD enhanced by RF plasma from Ni catalyst

Description: Optimisation of the growth conditions by varying

- the plasma gas composition (C₂H₄, H₂ or NH₃ and Ar)
- RF discharge power
- the catalyst composition (Ni, Ni-Fe, Ni-C)

Possible methods: analysis of the deposition parameters and obtained carbon-nanotube forests

Student profile: ---

Contact person(s):

Prof Dr Chantal Boulmer-Leborgne, Directrice, GREMI

Additional contact:

Prof. dr. sc. Eva Kovačević,
GREMI, Université d'Orléans,
Orléans, France

E-mail: eva.kovacevic@univ-orleans.fr ,

Title: Numerical modeling of surface area/molecule interactions: Application to nanoporous carbons

Description: The nanotexturés nanoporous carbons are environments that combine high specific surface and good electrical conductivity. The polarization of the carbon surface electrochemically in an aqueous medium may be designed to monitor the ascertained adsorption of these materials, but also promote the desorption properties. Applications being developed within the "energy-environment-Carbones" team focuses on the detection and capture new emerging pollutants (drug residues, pesticides, hormones ...). The objectives are: i) to obtain the reversible trapping micro allowing desorption on-site electrochemically ii) selective electrochemical detection of micropollutants at very low concentrations (ppt). In these applications, the results are influenced by the attractive or repulsive interactions between carbon introduced or surface functional groups and adsorbed species, but also by the porous texture of carbon.

The modeling will be based on the use of the **GCMC method** (Grand Canonical Monte Carlo) suitable for numerical calculations requiring a **massively parallel architecture**. These calculations take into account a large box simulation, it is essential for the study of disordered nanoporous media. As a first step, the algorithms should be written and the implementations will be verified from non-parallel programs available in the laboratory, for chosen models.

The study of the preferential adsorption sites in the case of at surface from the structure model of graphite structures having defects would be treated for the non-polar molecules.

Student profile The subject will be held in the "Carbons, Energy and Environment", in collaboration with researchers involved in the thematic reversible trapping micro electrochemically team. To carry out its subject, the student will use the numerical computation platform of the laboratory (CASCIMODOT Platform).

- Solid knowledge of the C/C++ programming and the development of parallel algorithms (MPI),
- Knowledge of "OPEN MPI C/C++" and Linux system is highly appreciated.

Contact person(s):

Prof. dr. sc. Eva Kovačević,
GREMI, Université d'Orléans,
Orléans, France
E-mail: eva.kovacevic@univ-orleans.fr ,

Title: Study of bimetallic nanoparticles: Thermodynamic effects on the size dependence of nanoparticle structure

Description: From a general point of view, the project intends to answer to one of the main objectives in nanoscience which consists to reveal the nanostructure of bimetallic nanoobjects. The knowledge of the atom arrangement in nanoparticles is essential in order to understand and to tune their functional properties.

The project aims at preparing and characterizing new nanoparticles with potential applications in plasmonic or magnetism coupling different metals such as Pt, Co, Au, Ag.

An ultra high vacuum experimental equipment, especially devoted to the preparation of the nanoparticles will be used. This equipment allows co-deposition or sequenced deposition of the two metals leading to alloyed or core-shell nanostructure.

Taking account of the ultimate size of these objects (2-10nm), studying their structural and chemical characteristics is quite a complex task which will require the use of a combination of well-dedicated techniques. Transmission electron microscopy (HR, HAADF, EFTEM modes), X-ray methods (x-ray diffraction and small angle x-ray scattering), XPS and RBS methods will be used in order to provide complementary information on the chemical order and an accurate description of the structure.

This project is expected to supply valuable experimental information concerning the thermodynamic mechanisms controlling the nanoparticles structure, which can be directly compared with numerical simulations.

Student profile: The student should follow graduate studies in Materials Science, Condensed matter physics, or related discipline. He/she will be first trained to UHV preparation method and to the specific approach required for nanomaterials investigations.

Experimental skills and care will be needed to carry out this project. The student should also have good communication skills to participate in this collaborative work.

Keywords: Nanoparticles, nanoalloys, structure, order/disorder, thermodynamic

Contact: Caroline Andrezza : caroline.andrezza@univ-orleans.fr ,
Laboratory website: <http://www.crmd.cnrs-orleans.fr/>

Additional contact:

Prof. dr. sc. Eva Kovačević,
GREMI, Université d'Orléans,
Orléans, France
E-mail: eva.kovacevic@univ-orleans.fr ,

Mentor: dr. sc. Tihomir Surić

Institucija: IRB

Naslov teme: Modeli emisije visokoenergijskih gama-zraka u relativističkim mlazovima aktivnih galaktičkih jezgara

Sadržaj teme:

Aktivne galaktičke jezgre (AGN) glavni su izvandalaktički izvori visokoenergijskih gama-zraka. AGN su vrlo kompaktni objekti čiji je luminozitet 10.000 puta veći od okolne galaksije. Procesi u kojima nastaje takva ogromna energija različiti su od procesa u normalnim zvijezdama. Pretpostavlja se da je svaka aktivna galaktička jezgra pogonjena supermasivnom crnom rupom, koja se nalazi u njezinom središtu. Oko supermasivne crne rupe nalazi se akrecijski disk, a okomito na ravninu diska izlaze dva nasuprotna mlaza. Mlazovi su uski snopovi ultrarelativističkih čestica i elektromagnetskog zračenja koji se mogu protezati stotinama kiloparseka. Postoje dvije klase emisijskih modela visokoenergijskih gama-zraka u mlazovima: hadronski (ili protonski) i leptonski (ili elektronski). Opažene kratkotrajne varijacije fluksa favoriziraju leptonske modele. U leptonskim modelima gama-zrake nastaju inverznim Comptonovim raspršenjem visokoenergijskih elektrona na fotonima niže energije. Niskoenergijski fotoni u mlazu nastaju sinkrotronskom zračenjem iste populacije elektrona. Stoga leptonski modeli predviđaju korelacije fluksa gama-zraka i X-zračenja, što je opaženo u mnogih blazara (podskupine AGN čiji su mlazovi usmjereni prema Zemlji). Neki modeli predviđaju i vremenska kašnjenja fotona nižih energija (npr. vidljive svjetlosti u odnosu na X-zračenje). U diplomskom bi se radu opisali postojeći modeli i usporedili s nekim opažanjima Čerenkovljevih teleskopa u visokoenergijskom gama-području i satelitskim opažanjima u X-području.

Smjerovi: prof. fizike

Mentor: dr. sc. Roman Brajša

Institucija: Geodetski fakultet,
Opservatorij Hvar

Naslov teme: Modeliranje zračenja Sunčeve atmosfere na sub-mm, mm i cm valnim duljinama

Sadržaj teme:

Na slikama Sunca na submilimetarskim, milimetarskim i centimetarskim valnim duljinama mogu se uočiti područja povećane emisije (visokotemperaturna područja, VTP) i povećane apsorpcije (niskotemperaturna područja, NTP). Termičko zakočno zračenje i žiromagnetsko (ciklotronsko) zračenje su procesi koji mogu objasniti temperature sjaja (mjera jakosti zračenja) dobivene mjerenjima. Koristit će se postupak za računanje temperature sjaja za danu valnu duljinu i model atmosfere, koji integrira jednadžbu prijenosa zračenja za termičko zakočno zračenje. Rezultati dobiveni proračunima za različite objekte na Suncu (aktivna područja, prominencije i koronine šupljine, u odnosu na disk mirnog Sunca) usporedit će se s dostupnim mjerenjima dobivenim različitim radio teleskopima, a napose sustavom radio teleskopa ALMA.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr.sc. Tomislav Suligoj

Institucija: FER

Naslov teme: Transportna svojstva šupljina u nanometarskim germanijskim tranzistorskim strukturama

Sadržaj teme:

Konstantan napredak karakteristika elektroničkih komponenata i sklopova primarno je uzrokovan skaliranjem dimenzija poluvodičkih tranzistorskih struktura. S obzirom da se dimenzije silicijskih tranzistora kao najzastupljenijih poluvodičkih komponenata približavaju svojim fizikalnim ograničenjima, istražuju se mogućnosti implementacije tranzistora u drugim poluvodičkim materijalima. Pri tome se ističe germanij kao kandidat za MOS (engl. Metal-Oxide-Semiconductor) tranzistore p-tipa zbog visoke pokretljivosti šupljina. U okviru ovog rada istražila bi se svojstva germanijskih MOS struktura pri dimenzijama ispod 20 nm gdje kvantni efekti utječu na elektrostatiku tranzistora i transportna svojstva nosilaca naboja. Razvio bi se model pokretljivosti šupljina uzevši u obzir kvantno-mehaničke efekte u niskodimenzionalnoj MOS strukturi i relevantne mehanizme raspršenja nosilaca. Time bi se pokazala ograničenja germanija kao materijala za MOS tranzistore sa ultra-tankim tijelom s jednom ili dvije upravljačke elektrode.

Smjerovi: fizika (istraživački)

Mentor: dr. sc. Tihomir Vukelja

Institucija: PMF

Naslov teme: Einstein i kvant svjetlosti

Sadržaj teme:

U radu bi se obradio razvoj Einsteinove hipoteze kvanta svjetlosti: prikazalo bi se stanje u fizici početkom XX. stoljeća i problemi koji su motivirali uvođenje te hipoteze; potanko bi se analizirali Einsteinovi argumenti iz članka »O heurističkom gledištu o stvaranju i preobrazbi svjetlosti« (1905.) i iz drugih njegovih tekstova kojima je tema kvant svjetlosti; opisala bi se reakcija znanstvene zajednice na hipotezu i okolnosti koje su vodile do njezinog postupnog prihvaćanja.

Smjerovi: prof. fizike, prof. fizike i informatike, prof. fizike i tehnike, prof. fizike i kemije