

## Prijedlozi tema (stanje 09. 01. 2011.)

### Institucije:

PMF-FO: Prirodoslovno-matematički fakultet-Fizički odsjek; IF: Institut za fiziku; IRB: Institut Ruđer Bošković

### Skraćene oznake smjerova:

PF: Profesor fizike; PFI: Profesor fizike i informatike; PMF: Profesor matematike i fizike;

PFK: Profesor fizike i kemije; PFTI: Profesor fizike i tehnike s informatikom

DIF-TH: Diplomirani inženjer fizike-teorijski smjer; DIF-EXP: Diplomirani inženjer fizike-eksperimentalni smjer;

Predlagatelj/ voditelj	Tema	Ustanov a	Prikladno za smjer	Kratki opis teme
Doc. dr. sc. Darko Androić	Analiza podataka prikupljenih elektroprodukcijom stranih jezgara	PMF-FO	DIF-EXP	<p>U fizici srednjih i visokih energija sastavni dio eksperimentalnog postava čine detektori koje skupnim imenom zovemo PID detektori (Particle Identification Detector). Svrha ovih detektora je čestična identifikacija fragmenata fizikalnog procesa koji promatramo i njihova diskriminacija u odnosu na pozadinske reakcije koje nam nisu interesantne.</p> <p>Kroz diplomski rad studenti će se upoznati s principima rada i izvedbom detektora korištenih u eksperimentima elektroprdukcije hiperjezgri na JLab-u. Praktična strana diplomskog rada sastoji se od upoznavanja sa softverskim paketima za analizu podataka i implementaciji računalnih metoda za što učinkovitiju identifikaciju čestica.</p>
Doc. dr. sc. Darko Androić	Metodički oblikovane interaktivne animacije u nastavi fizike	PMF-FO	PF, PMF, PFTI, PFI	<p>Moderna računala omogućavaju visoku kvalitetu simulacija fizikalnih problema. Ova kvaliteta osigurava da se interaktivne animacije koriste u nastavi fizike komplementarno s ostalim tehnikama podučavanja (učenički eksperiment, demonstracijski eksperiment, problemski pristup, numeričko procjenjivanje). No nekritično oslanjanje na simulaciju kao metodu usvajanja vještina i znanja može imati i neželjenih efekata. Upotreba interaktivnih animacija mora imati svoje metodičko opravdanje i uvijek biti u skladu s temeljnim ciljem nastavnog procesa. Ovu zadaću nije uvijek lako ispuniti.</p> <p>U izradi diplomskog rada studenti će pored izrade interaktivne simulacije za odgovarajuću nastavnu temu morati i istražiti metodičke aspekte predložene aplikacije. Pogodne teme su iz područja mehanike, elektriciteta i optike, pa se predviđa mogućnost izrade nekoliko diplomskih radova s ovom tematikom.</p>

Doc. dr. sc. Darko Androić	Metodički pristup koreliranim sadržajima u prirodoslovlju	PMF-FO	PF, PMF, PFTI, PFI, PFK	<p>Konvencionalne metode poučavanja fizike u osnovnim i srednjim školama poštuju pravilo postupnosti usvajanja nastavnih sadržaja i najčešće se u nastavi ilustriraju jednostavnim demonstracijskim pokusima. Ovi pokusi dizajnirani su tako da nastoje uvijek ogoliti samu bit fenomena i odstraniti iz opažanja kompleksnost prirodne pojave radi lakšeg usvajanja propisanih pojmova. S druge strane prirodni fenomeni nisu uvijek jednostavni i transparentni, pa stoga često usvojena znanja ne koreliraju s iskustvom iz svakidašnjeg života. Dizajn školskih pokusa najčešće je lišen svake atraktivnosti, pa je stoga njegova motivacijska vrijednost u nastavi relativno beznačajna. S druge strane Internet vrvi fizikalnim pokusima atraktivna dizajna i kompleksne problematike. Takozvana „Teslina zavojnica“ jedan je takav primjer. Može li se Teslina zavojnica metodički uklopiti u nastavni proces i tako eksploatirati njena vizualna atraktivnost za postizanje konačnog cilja obrazovanja iz područja fizike?</p> <p>U sklopu diplomskog rada eksperimentalno bi se razradila metodička osnovanost ovog pristupa. U natuknicama:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ovisnost električnog polja o udaljenosti</li> <li>- elektromagnetski valovi H. Hertza (proboj iskre u zrak)</li> <li>- skin efekt ( VF struje )</li> <li>- prijenos energije EM valovima.</li> </ul>
Doc. dr. sc. Darko Androić	Metodičko oblikovanje kompleksnih fizikalnih opažanja - Teslina zavojnica	PMF-FO	PF, PMF, PFTI, PFI	<p>Nastavni sadržaji fizike, matematike, kemije, ali i ostalih predmeta koji inkorporiraju prirodoznanstvene koncepte, posjeduju snažnu korelacijsku komponentu. Nažalost edukacijski standardi, kao HNOS na primjer, puno kvalitetnije odrađuju vertikalno (predmetno) usuglašavanje obrazovnih tema od horizontalnog, odnosno korelacijskog, povezivanja koje se zbog složenosti problematike često previđa. Rezultat je svojevrsna segmentacija znanja fokusirana prema određenom obrazovnom predmetu i izostanak dubljeg prirodoznanstvenog razumijevanja svijeta koji nas okružuje.</p> <p>S obzirom na postojeću dvopredmetnost nastavnih smjerova na našem fakultetu ova problematika zaslužuje veoma pažljiv tretman. Postoji niz tematskih cjelina koje je moguće kvalitetnije odraditi kroz sinergični pristup sadržajima koji su korelirani u različitim nastavnim predmetima.</p> <p>Od studenata se očekuje da kroz diplomski rad detektiraju moguće korelirane sadržaje, te da pokušaju osmisliti i predložiti metodički pristup koji ne rezultira segmentacijom prirodoslovnih koncepata i spoznaja</p>

<p>Doc. dr. sc. Darko Androić</p>	<p>Osnovni fizikalni pojmovi i učenički eksperiment u predfizikalnom edukacijskom ciklusu</p>	<p>PMF-FO</p>	<p>PF, PMF, PFI, PFK, PFTI</p>	<p>Edukacijski ciklus nastave fizike započinje u sedmom razredu osnovne škole u dobi koja se smatra pogodnom za usvajanje apstraktnih matematičkih formulacija osnovnih fizikalnih zakona iz područja mehanike i elektriciteta. Nažalost u toj dobi neke (veoma često pogrešne) fizikalne koncepcije već su duboko usadjene u našem mentalnom sklopu. Pojedina konceptualna pitanje iz područja fizike potrebno je zapravo veoma rano (niži razredi osnovne škole i predškolska dob) stimulirati ukoliko želimo maksimalizirati učinkovitost edukacije u posljednja dva razreda osnovne škole.</p> <p>U diplomskom radu sistematizirat će se edukativni sadržaji korelirani s nastavom fizike zastupljeni u nižim razredima osnovne škole (najčešće sadržaji predmeta priroda i društvo, odnosno priroda). Nadalje na bazi učeničkog eksperimenta pokušat će se neke edukativne teme iz područja mehanike i elektriciteta adaptirati za učenike nižih razreda osnovne škole.</p>
<p>Doc. dr. sc. Darko Androić</p>	<p>Implementacija učeničkog eksperimenta u školski intranet</p>	<p>PMF-FO</p>	<p>PFI, PFTI</p>	<p>Moderna računala omogućuju provođenje eksperimentalnih komponenti nastave tehnikama koje se do sada nisu koristile u klasičnoj nastavi. Naime rezultati i najbanalnijeg mjerenja ne moraju iz prve biti toliko očiti promatraču (učeniku) kako se to od njega konvencionalno očekuje. Video tehnologija danas je pristupačna i u tehnološkom i u cjenovnom aspektu, te se može implementirati u eksperimentalnoj fazi nastavnog procesa. Pored mogućnosti višestrukog opetovanja promatranog efekta radi boljeg uočavanja fizikalnih pravilnosti video tehnika omogućava i dublji uvid u dinamičke aspekte promatranih pojava.</p> <p>Komercijalna rješenja za ove namjene najčešće prelazi materijalne mogućnosti školskih ustanova, pa se njihovoj sustavnoj upotrebi teško možemo nadati u skorije vrijeme. Stoga se kao rješenje nameće povezivanje školskih računala u lokalnu mrežu, putem koje bi svi učenici mogli međusobno dijeliti i analizirati rezultate određenog eksperimenta.</p> <p>Diplomski rad bi trebao obuhvaćati napatke i postupke za konfiguraciju lokalne mreže (opis potrebnog hardvera, softverske postavke, itd.) s ciljem omogućavanja učenicima da međusobno dijele i analiziraju podatke nekog eksperimenta. Također, u okviru diplomskog rada, student bi trebao osmisliti fizikalni pokus prilagođen učenicima osnovnih i srednjih škola, koji bi ilustrirao sve prednosti ovakvog pristupa praktičnom radu.</p>

Doc. dr. sc. Darko Androić	Osnovni termodinamički pojmovi u nastavi fizike	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFK, PFTI	<p>Edukacijski ciklus nastave fizike započinje u sedmom razredu osnovne škole u dobi koja se smatra pogodnom za usvajanje apstraktnih matematičkih formulacija osnovnih fizikalnih zakona. Nažalost u toj dobi neke (veoma često pogrešne) fizikalne koncepcije već su duboko usađene u našem mentalnom sklopu. Pojedina konceptualna pitanje iz područja fizike potrebno je zapravo veoma rano (niži razredi osnovne škole i predškolska dob) stimulirati ukoliko želimo maksimalizirati učinkovitost edukacije u posljednja dva razreda osnovne škole.</p> <p>U diplomskom radu sistematizirat će se edukativni sadržaji korelirani s nastavom fizike iz područja termodinamike zastupljeni u nižim razredima osnovne škole (pojmovi temperature, topline i sl.). Nadalje na bazi učeničkog eksperimenta pokušat će se neke edukativne teme iz područja termodinamike adaptirati za učenike nižih razreda osnovne škole.</p>
Dr. sc. Tome Antičić	Analiza stranih rezonancija na NA49 eksperimentu	IRB	DIF-EXP	<p>Za razumijevanje fizike proton-proton i olovo-olova sudara važno je detaljno poznavati spektre stranih rezonancija. NA49 eksperiment na CERN-u jedan je od vodećih eksperimenata za takvu vrstu fizike. Točno poznavanje geometrije svih dijelova ovog eksperimenta nužno je za dobivanje preciznih rezultata. Diplomski rad sastojao bi se od razvoja matematičkih metoda za bolje određivanje NA49 geometrije u cilju preciznije analize produkcije stranih čestica. Analizirati će se eksperimentalni podatci i usporediti sa simuliranim podacima prije i poslije uspostave nove geometrije.</p>
Dr.sc. Ivica Aviani	Metodička obrada gibanja analizom video zapisa	IF	PFI	<p>Tema diplomskog rada ima za cilj razvoj nastavnih metoda koje fokusiraju nastavni proces na učenika i njegovo razumijevanje gibanja, te na približavanje fizike učeniku na interaktivan, atraktivan i njemu razumljiv način. Opis gibanja spada u temelje fizike, ali je za učenike složen i apstraktan zbog niza zadataka koje moraju savladati. Novi „open-source“ program za video analizu gibanja [1] omogućava izvođenje svih potrebnih zadataka. Uz snimanje gibanja, odabir koordinatnog sustava, baždarenje, mjerenje, omogućeno je istodobno praćenje gibanja na filmu i odgovarajuće točke na grafu funkcije koja opisuje to gibanje, čime se gibanje zorno povezuje s njegovim matematičkim i grafičkim opisom. Planiramo snimanje vlastitih pokusa, metodičku obradu video materijala, izradu pripadnih modela gibanja i provjeru učinkovitosti ovih metoda u nastavi.</p> <p>[1] D.Brown et al., Innovative Uses of Video Analysis, Phys. Teach. 47, 145 (2009)</p>

Prof. dr. sc. Emil Babić	Procesi magnetiziranja mekih feromagnetika	PMF-FO	DIF-EXP	Jednostavni oblik glavnih domena u mekim feromagnetskim vrpčama (amorfni i nano-kristalnim) čini opis njihove magnetizacije u cikličkom magnetskom polju razmjerno jednostavnim (pomak domenskih zidova kojim se smanjuje volumen nepovoljno usmjerenih domena). To omogućava proučavanje zapinjanja domenskih zidova preko utjecaja površinskih polja (dobivenih npr. tokom struje duž vrpce), korištenjem modela razvijenog u našem laboratoriju. DDiplomand(ica) bi proučavao(la) utjecaj intrinzičnih (već postojećih) i umjetnih (namjerno uvedenih) centara zapinjanja domenskih zidova na magnetske histereze (parametre kao što su koercitivno polje itd.) izabranih novih feromagnetika koristeći široko područje amplituda i frekvencija magnetizirajućih polja.
Prof.dr.sc. Emil Babić	Mjerenje magnetske histereze mekih feromagnetika	PMF-FO	PFM	Student(ica) će se upoznati s magnetskim svojstvima tvari, posebno pojavom feromagnetizma koja je konceptualno i glede primjene iznimno važna. Eksperimentalni dio rada se sastoji u potankom istraživanju procesa magnetizacije u amorfnoj Fe <sub>73,5</sub> Cu <sub>1</sub> Nb <sub>3</sub> Si <sub>15,5</sub> B <sub>7</sub> feromagnetskoj vrpci. Mjerenjem magnetskih histereza u širokom rasponu magnetizirajućih polja (0-420 A/m) i fekvencija (1.1-213 Hz) student(ica) će raščlambom ovisnosti maksimalne magnetizacije, remanentne magnetizacije i koercitivnog polja o spomenutim parametrima zaključiti o mehanizmu magnetizacije i histereznih gubitaka u istraživanom materijalu.
Prof.dr.sc. Emil Babić	Utjecaj dopiranja ugljikom na supravodljivost MgB <sub>2</sub>	PMF-FO	DIF-EXP	Zbog dvo-vrpčane supravodljivosti svojstva MgB <sub>2</sub> jako ovise o primjesama koje utječu na raspršenja elektrona unutar i/ili između vrpci. Osobito je jak utjecaj ugljika koji se ugrađuje na položaje bora te jako povisuje gornje kritično polje i posredno kritičnu struju MgB <sub>2</sub> što je povoljno za praktične primjene. Prikladan način dopiranja MgB <sub>2</sub> ugljikom je korištenjem karbohidrata pa će student mjereći kritične struje i polja dopiranih uzoraka u 16T magnetu (pripremljenih na FO ili dobivenih suradnjom) evaluirati potencijal izabranog dopanda za praktične primjene.
Prof.dr.sc. Emil Babić	Utjecaj magnetskih nanočestica na supravodljivost MgB <sub>2</sub>	PMF-FO	DIF-EXP	Povoljna temperatura supravodljivog prijelaza i druga svojstva čine MgB <sub>2</sub> zanimljivim za primjene. Pri tome je poteškoća slabo zapinjanje magnetskih vrtloga u čistom MgB <sub>2</sub> što vodi do jakog sniženja kritične struje porastom magnetskog polja i temperature. To se može popraviti uvođenjem nanočestica, osobito magnetskih nanočestica koje bi sukladno računima trebale jako pojačati zapinjanje vrtloga u MgB <sub>2</sub> . Student će ispitivati utjecaj dopiranja nanočesticama (pripremljenim na FO) na kritične struje i polja uzoraka MgB <sub>2</sub> . Ovisno o obliku uzoraka koristit će magnetska (SQUID magnetometar, K. Zadro) ili transportna mjerenja (16T magnet E. Babić).

Dr.sc. Dinko Babić	KALIBRACIJA DOZIMETRIJSKOG SUSTAVA ZA ODREĐIVANJE OSOBNOG DOZNOG EKVIVALENTA Hp(10)	IMI	DIF-EXP	Pri određivanju osobnog doznog ekvivalenta Hp(10), osoba profesionalno izloženih ionizirajućem zračenju, uporabom termoluminiscentnih (TL) dozimetara, točnost i pouzdanost izmjerenog rezultata značajno ovisi o ispravnoj i redovitoj kalibraciji korištenog mjernog sustava. Kalibracija sustava je kompleksan proces koji uključuje kalibraciju TL dozimetara u akreditiranom sekundarnom standardnom dozimetrijskom laboratoriju, apsolutnu kalibraciju čitača TL dozimetara te kalibraciju iradijatora TL dozimetara. Cijeli proces je dio vlastite mjerne metode za određivanje Hp(10) koja se koristi u ovlaštenom ispitnom laboratoriju. U sklopu diplomskog rada će biti proveden ciklus kalibracije dozimetrijskog sustava za određivanje osobnog doznog ekvivalenta Hp(10), opisani parametri koji utječu na stabilnost sustava, određeni kalibracijski faktori te provedena provjera uspješnosti postupka.
Prof.dr.sc. Slaven Barišić	Lokalno baždarno invarijantna teorija visoko temperaturnih kupratnih supravodiča	PMF-FO	DIF-TH	Visoko temperaturna supravodljivost kupratnih supravodiča doseže približno 138 K. Asocirana je s elektronskim ponašanjem dopiranih CuO <sub>2</sub> ravnina s jakim kulonskim odbijanjem U dvaju šupljina na bakru, u skladu s činjenicom da su nedopirani materijali antiferomagnetski Mottovi izolatori. Prijelaz dopiranjem iz izolatorskog stanja u visokotemperaturno stanje praćen je natjecanjem nabojnog i spinskog nereda s različitim efektima koherencije, što se pridjeljuje velikom U. Granica beskonačnog U vodi u lokalno baždarno invarijantne teorije, čija se svojstva danas uvelike ispituju u različitim područjima fizike, a koje u visokotemperaturnoj supravodljivosti nalaze primjenu podložnu detaljnim eksperimentalnim provjerama i zadivljujućim tehnološkim perspektivama. Istraživanja u ovom laboratoriju uspješno razdvajaju učinke kvantne koherencije i kvantnog nereda, te je cilj predloženog diplomskog rada ulaženje u te rezultate uz moguću dopunu nekih njihovih jednostavnijih vidova.
Doc.dr.sc. Mario Basletić	Magnetootpor i Hallov efekt tankih filmova CuMnxIry legura	PMF-FO	DIF-EXP	U diplomskom radu će se eksperimentalno proučavati magnetotransportna svojstva (otpor, magnetootpor, Hallov efekt) razrijeđenih CuMnx te CuMnxIry legura u obliku tankih filmova, dobivenih tehnikom rasprašivanja ('sputtering'). Anomalni Hallov efekt CuMnx sustava posljedica je asimetričnog ('skew') raspršenja, a u ternarnim legurama s iridijem je Hallov efekt povećan zbog dodatnog asimetričnog raspršenja uslijed spin-orbit interakcije. Dobiveni rezultati bit će uspoređeni sa teorijskim proračunima te rezultatima dobivenim na metalnim uzorcima.
Doc.dr.sc. Mario Basletić	Magnetotransportna svojstva kao metoda karakterizacije materijala - magnetootpor	PMF-FO	DIF-EXP	Mjerenjem električnog otpora u magnetskom polju (magnetootpora) otvara mogućnosti za eksperimentalnu detekciju niza novih svojstava materijala (anizotropija magnetootpora - različita magnetska uređenja; Shubnikov-de Haas oscilacije - određivanje parametara Fermijeve plohe nekog materijala, a u određenim slučajevima i sam oblik Fermijeve plohe; gigantski i kolosalni magnetootpor itd.). Predviđa se eksperimentalno istraživanje kutne ovisnosti magnetootpora različitih materijala (vodiči, poluvodiči, oksidne heterostrukture, itd.) u jakim magnetskim poljima do 18T i temperaturnom opsegu od 300mK do 300K.

Dr. sc. Zoran Basrak	Monokristalni i polikristalni dijamanti kao detektori za mjerenje vremena preleta	IRB	DIF-EXP	Zbog velike pokretljivosti elektrona i šupljina, ali i drugih osobitih svojstava dijamant se pokazao potencijalno dobar medij za detekciju brzih nabijenih čestica. Od dijamanta se očekuje visoka učinkovitost detekcije čestica u proletu koje prolaskom kroz dijamant gube mali dio početne energije uz izvrsnu brzinu prikupljanja naboja, odnosno postizanje vrlo brzog signala. Takav brzi signal bi mogao biti iskorišten kao signal starta kod određivanja masa nabijenih čestica metodom vremena proleta. U diplomskom radu treba provjeriti upotrebljivost monokristalnog, odnosno polikristalnog dijamanta kao tzv. start detektora za mjerenje postupkom vremena proleta. Za predviđena mjerenja potrebna je rezolucija vremenskog signala (širina signala na polovici maksimuma) bolja od 50 ps. U svrhu testiranja dijamantskih detektora kandidatu će biti na raspolaganju unikatna ultra brza elektronika razvijena u Institutu GSI u Darmstadtu. Mjerenja će se vršiti snopovima protona i teških iona, a kandidat treba sudjelovati u pripremi, izvođenju i obradi rezultata testiranja za oba tipa dijamantskih kristala.
Prof. dr. sc. Ivo Batistić	Neuređeni nanomagnetni	PMF-FO		U radu bi se izračunala fizikalna svojstva sustava od 10-20 nasumično raspoređenih spinova čije međudjelovanje ovisi o međusobnoj udaljenosti (kao npr. u RKKY međudjelovanju). Proračun bi se sastojao u izračunu vlastitih vrijednosti i vektora odgovarajućeg spinskog hamiltonijana, te korištenja tih rezultata za proračun unutrašnje energije, specifične topline, susceptibilnosti i ostalih svojstava na konačnoj temperaturi.
Prof. dr. sc. Ivo Batistić	Brownovo gibanje čestice u harmoničkom potencijalu	PMF-FO	DIF-TH	U radu bi bila dana teorija Brownovog gibanja čestice koja se nalazi u vanjskom polju harmoničkog potencijala. Teorija bi obuhvatila opis gibanja kako na velikim tako i na kratkim vremenskim skalama. Dobiveni rezultat usporedit će se s najnovijim eksperimentalnim mjerenjima. Izrada rada traži vrlo složene integracije u kompleksnoj ravnini s funkcijama koje imaju rezove.
Prof. dr. sc. Ivo Batistić	Primjene zračenja crnog tijela	PMF-FO	PFK	U diplomskom radu će se obraditi zračenje crnog tijela, povjesni osvrt, matematički formalizam. Zatim će biti dani mnogobrojni primjeri primjene, od astrofizike, kemije do njegove primjene u medicini.
Prof. dr. sc. Ivo Batistić	Gibanje elektrona u neuređenim sustavima	PMF-FO	DIF-TH, PFI, PFTI	U jako neuređenim sustavima gibanje elektrona se može opisati pomoću Mottove teorije preskakanja promjenjivog doseg (varijable range hopping). U radu bi se radile numeričke simulacije bazirane na master jednadžbi koje bi trebale potvrditi aproksimativni rezultat Mottove teorije dobiven analitičkim računom.

Prof. dr. sc. Ivo Batistić	Relacijske baze podataka i normalne forme	PMF-FO	PFI	U redu bi se obradile relacijske baze podataka i normalne forme. Planira se također izrada programa koji bi analizirao ulazne podatke i kao rezultat ispisao u kojoj su normalnoj formi ti podaci
Prof. dr. sc. Ivo Batistić	Iononski spektar benzenove molekule u Keatingovom modelu	PMF-FO	DIF-TH, PFI, PFTI, PFK, PMF, PF	Unutar Keatingova modela izračunao bi se fononski spektar benzenove molekule. Zavisno od smjera, mogli bi se promatrati samo planarna titranja sa i bez vodikovih atoma. Radni dio diplomskog bi se sastojao od pronalaženja izraza za elastičnu energiju uzimajući u obzir elastičnu energiju rastezanja veza i elastičnu energiju rastezanja kuteva među vezama (Keatingov model). Iz tog izraza bi se konstruirala dinamička matrica čije se vlastite vrijednosti kvadrati frekvencije.
Prof. dr. sc. Goranka Bilalbegović	Teorija funkcionala gustoće za atome lantanida	PMF-FO	DIF-TH	Teorija funkcionala gustoće je metoda čijom se primjenom u računalnim simulacijama danas istražuju kristali, nanostrukture, molekule, atomi i jezgre. Tako se često dobivaju informacije o složenim kvantno-mehaničkim sustavima u fizici, kemiji i biologiji do kojih se ne može doći primjenom analitičkih metoda ili u eksperimentalnim istraživanjima. Lantanidi postaju sve značajniji materijali za primjene u nanotehnologiji. Atomi lantanida su složeni kvantni višečestični sustavi. Zbog toga su materijali koji sadrže atome lantanida nedovoljno teorijski istraženi. Za diplomski rad se predlaže analiza atoma nekih lantanida primjenom numeričkih metoda teorije funkcionala gustoće.
Prof. dr. sc. Goranka Bilalbegović	Istraživanje kondenziranih tvari na računalnom gridu: teorija funkcionala gustoće	PMF-FO	PFI	Teorija funkcionala gustoće je danas vrlo uspješni model za opisivanje interakcija i procesa u kondenziranim tvarima. Da bi se primjenom teorijskih metoda došlo do rezultata koji su usporedivi s eksperimentima često moramo koristiti jaka računala i mnogo procesora. Zbog toga se sve više koristi e-grid kao planetarna mreža heterogenih računalnih procesora koji su povezani odgovarajućom programskom podrškom. Za diplomske radove se predlaže razvoj i primjena grid aplikacija iz područja modeliranja kondenziranih tvari na CRO NGI (Croatian National Grid Infrastructure), kao i na sustavima međunarodnih grid virtualnih organizacija.

Prof. dr. sc. Goranka Bilalbegović	NMR, NQR i EPR osobine kondenziranih tvari: teorija funkcionala gustoće	PMF-FO	DIF-TH	Nuklearna magnetska rezonancija (NMR), nuklearna kvadrupolna rezonancija (NQR) i elektronska paramagnetska rezonancija (EPR) su metode identifikacije i istraživanja materijala koje se mnogo koriste u fizici, kemiji, biologiji te medicini. Rezultate tih mjerenja često nije lako interpretirati te su zbog toga teorijske metode u ovom području vrlo značajne. Metode razvijene u teorijskoj kemiji rade sa specifičnim konačnim i malim sustavima i zbog toga nisu najefikasnije u objašnjenju rezultata eksperimentalnih mjerenja kondenziranih tvari u laboratorijima fizičara. U novije vrijeme se razvijaju metode u okviru teorije funkcionala gustoće pomoću kojih se mogu izračunati NMR, NQR i EPR parametri različitih materijala i to njihovog volumena, površina i nanostruktura. U diplomskim radovima se predlaže razvoj i primjena metoda GIPAW (gauge including projector augmented wave) i metoda orbitalne magnetizacije.
Prof. dr. sc. Goranka Bilalbegović	Istraživanje astrofizičkih materijala: teorija funkcionala gustoće	PMF-FO	DIF-TH	Istraživanja Svemira koja su rezultat rada svemirskih teleskopa, direktnih mjerenja na planetima i satelitima Sunčevog sustava i odgovarajućih eksperimenata u laboratorijima na Zemlji, daju mnogo zanimljivih rezultata o ponašanju kondenziranih tvari pod uvjetima koji su postojali ili postoje u Svemiru. Takvi se rezultati mogu analizirati računalnim modeliranjem metodama teorije funkcionala gustoće. U diplomskim radovima se predlaže izračunavanje strukturnih, elektronskih i optičkih osobina anorganskih, organskih te bioloških materijala koji su značajni za astrofizičke i astrobiološke procese.
dr sc. Katica Biljaković	Karakterizacija tankih filmova sistema s valovima gustoće naboja	IFS	DIF-EXP, PF, PFI	Kolektivno stanje vala gustoće naboja (VGN) javlja se u pojedinim kvazi-jednodimenzionalnim vodičima kao posljedica anomalne odzivne funkcije jednodimenzionalnog elektronskog plina. VGN iskazuje mnoga neobična svojstva poput nelinearne vodljivosti u malom 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 VGNa na vanjske „smetnje“ poput kontakta, površine kristala, topoloških defekata ili nečistoća. U okviru šire međunarodne suradnje pokrenuli smo proizvodnju i karakterizaciju tankih filmova VGN sistema dobivenih metodom pulsne laserske depozicije (PLD). Izrada kvalitetnih filmova omogućila bi proučavanje utjecaja fizičkih dimenzija na svojstva VGN sistema, što je naročito interesantno u području dimenzija ispod 1 um koje su usporedive s duljinom koherencije VGNa. U našem laboratoriju mjerimo transportna svojstva (linearna i nelinearna vodljivost) tankih filmova VGN sistema Rb0.3MoO3 u ovisnosti o temperaturi i električnom polju. Pri tome se određuje temperatura VGN prijelaza, aktivacijska energija, temperaturna histereza i kritično polje za nelinearno vođenje. Na temelju rezultata mjerenja ocjenjuje se kvaliteta tankih filmova u odnosu na polazni sistem, te se usporedbom s drugim rezultatima (SAXS, AFM, femtosekundna spektroskopija) optimiziraju parametri za nove serije izrade.

dr sc. Katica Biljaković	Toplinski kapacitet krutina	IFS	DIF-EXP, PF, PFI	<p>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 podsistemima poput fononskog, elektronskog, spinskog kao i promjena (faznih prijelaza) u tim podsistemima. Sveobuhvatnost i relativna jednostavnost metode mjerenja toplinskog kapaciteta čine je i dalje jednom od nezaobilaznih metoda u fizici kondenzirane materije.</p> <p>U našem laboratoriju uspostavljena je metoda mjerenja toplinskog kapaciteta malih uzorka u magnetskom polju s nosačem uzoraka koji omogućava brza i pouzdana mjerenja u standardiziranim uvjetima. Uzorci koje mjerimo su s jedne strane kvazi jednodimenzionalni kristali s kolektivnim stanjima poput vala gustoće naboja, kod kojih istražujemo niskotemperaturne doprinose toplinskom kapacitetu koji su neočekivano slični staklima. S druge strane mjerimo kaljena metalna stakla kod kojih se iz fononskog i elektronskog doprinosa na niskim temperaturama može procijeniti Debyeova temperatura i gustoća elektronskih stanja na Fermijevom nivou.</p>
Dr.sc. Ivančica Bogdanović Radović	Mjerenja niskih struja snopova iona MeV-skih energija	IRB	DIF-EXP	<p>Jedan od najvažnijih eksperimentalnih parametara kod metoda koje koriste ionske snopove iz akceleratora, a koji bitno utječe na eksperimentalnu grešku mjerenja, je mjerenje vrijednosti struje iona koja dolazi na materijal mete tijekom eksperimenta. Greške mjerenja osobito su velike kod niskih struja iona, kao što je to slučaj kod ionske mikroprobe gdje se snop iona MeV-skih energija fokusira na submikrometerske dimenzije. U takvim uvjetima tipične struje snopa koje stižu na metu u vakuumskoj komori su manje od 10 pA. Direktno mjerenje struje u kompliciranom eksperimentalnom postavu s nizom detektora na bliskoj udaljenosti od mete, nedovoljno je pouzdano, a osobito ukoliko se radi o snopu teških iona pri čemu se s površine mete emitira i velik broj sekundarnih elektrona. Cilj diplomskog rada bilo bi osmišljavanje i izrada sustava za indirektno mjerenje ionske struje putem mjerenja broja raspršenih iona s pločice koja rotira i povremeno prekida ionski snop. Zbog ovisnosti Rutherfordovih udarnih presjeka o energiji iona, rednom broju atoma snopa i atoma mete, a imajući u vidu granice važenja Rutherfordove teorije, biti će potrebno odabrati pogodan materijal i debljinu mete, kao i detekcijski sustav, koji bi omogućio mjerenje čim većeg područja iznosa struja. Nakon gradnje sustava kao i provedene kalibracije, biti će potrebno ustanoviti pouzdanost mjerenja struja različitih vrsta iona kao i njihovih energija.</p>
Prof.dr.sc. Damir Bosnar	PET (Positron Emission Tomography) model	PMF-FO	DIF-EXP, PF, PFI	<p>Izgradit će se PET model od 48 BaF2 detektra i odgovarajuće elektronike te razviti programski paketi za rekonstrukciju slike. PET model moći će simulirati rad i svojstva komercijalnih PET sustava, posebno PET sustave s uporabom vremena proleta (ToF PET).</p> <p>Na ovu temu moguće je više diplomskih radova: izgradnja detektorskog sustava, programski paketi za procesiranje i spremanje podataka, programski paketi za rekonstrukciju slike, ispitivanje novih detektora i elektronike u PET sustavima.</p>

Prof. dr. sc. Damir Bosnar	Elektronska raspršenja na jezgrama i nukleonima.	PMF-FO	DIF-EXP	U eksperimentima na elektronskom ubrzivaču MAMI Mainz uporabom elektronskog raspršenja na jezgrama i nukleonima istraživat će se svojstva jezgara i hadrona.
Prof. dr. sc. Damir Bosnar	Ispitivanje scintilacijskih niti sa silicijevim fotomultiplikatorima za detekciju nabijenih čestica	PMF-FO	DIF-EXP	U suvremenim eksperimentima nuklearne fizike, fizike elementarnih čestica te astrofizike potrebni su detektori za preciznu registraciju putanja čestica. Jedan od novijih vrsta detektora su i detektori sastavljeni od niza scintilacijskih niti (scintillating fibres). Scintilacijske niti sastoje se od scintilacijskog materijala omotanog tankim zaštitnim slojem. Promjer niti je do nekoliko milimetara, a može biti različitih duljina, do nekoliko metara. Scintilacijski materijal kod prolaska čestice emitira svjetlosni puls, koji se klasičnim fotomultiplikatorima ili nedavno razvijenim silicijevim fotomultiplikatorima pretvara u električni puls kojeg je moguće procesirati nuklearnom elektronikom. Silicijevi fotomultiplikatori, aktivnog promjera do nekoliko milimetara, a sastavljeni od sustava lavinskih fotodioda (avalanche photodiodes, APD) koje rade u Geigerovom modu, su posebno interesantni jer mogu biti rabljeni i u magnetskim poljima, gdje klasični fotomultiplikatori ne funkcioniraju ispravno. Ova karakteristika ih čini posebno korisnima u mnogim eksperimentima u kojima je prisutno magnetsko polje, kao i za neke moguće medicinske aplikacije napr. ujedinjeni PET i MRI sustav. U diplomskom radu, za potrebe planiranih istraživanja svojstava interakcija hadrona i jezgara u eksperimentima elektronskih raspršenja na jezgrama (Mainz Microtron, MAMI, Mainz, Njemačka) te kaonskih apsorpcija u jezgri (Daphne, Frascati, Italija) ispitat će se svojstva određenih scintilacijskih niti i silicijevih fotomultiplikatora. Posebno će se ispitati stabilnost rada i načini eliminacije šuma, propagacija i slabljenje signala u dugačkim scintilacijskim nitima i mogućnosti određivanja vremena registriranja signala. Mjerenja će se vršiti u laboratoriju na Fizičkom odsjeku, a moguće je sudjelovanje i na mjerenjima u MAMI i Daphne.

Prof. dr. sc. Damir Bosnar	Scintilacijske niti za detekciju teških nabijenih čestica	PMF-FO	DIF-EXP	U suvremenim eksperimentima nuklearne fizike i fizike elementarnih čestica te astrofizike potrebni su detektori za preciznu registraciju putanja čestica. Jedan od novijih vrsta detektora su i detektori sastavljeni od niza scintilacijskih niti (scintillating fibres). Scintilacijske niti sastoje se od scintilirajućeg materijala omotanog tankim zaštitnim slojem. Promjer niti je do nekoliko milimetara, a može biti različitih duljina, do nekoliko metara. Scintilacijski materijal kod prolaska čestice emitira svjetlosni puls, u ovom slučaju od jednog do nekoliko stotina fotona, koji se klasičnim fotomultiplikatorima ili nedavno razvijenim silicijevim fotomultiplikatorima pretvara u električni puls kojeg je moguće procesirati nuklearnom elektronikom. U diplomskom radu, za potrebe planiranih istraživanja svojstava interakcija hadrona i jezgara u eksperimentima kaonskih apsorpcija u jezgri (Daphne, Frascati, Italija) ispitat će se svojstva određenih scintilacijskih niti za detekciju teških nabijenih čestica – pion, kaon. Posebno će se ispitati propagacija i slabljenje signala nakon detekcije nabijene čestice u dugačkim scintilacijskim nitima i mogućnosti određivanja razlike vremena kod registriranja signala na krajevima niti te pripadna prostorna razlučivost. Mjerenja će se vršiti u laboratoriju na Fizičkom odsjeku, a moguće je sudjelovanje i na mjerenjima u Laboratori Nazionli di Frascati, Italija.
Prof. dr. sc. Damir Bosnar	Klasični eksperimenti nuklearne fizike realizirani suvremenim detektorima i elektronikom- Rutherfordovo raspršenje; Vrijeme života miona; Comptonovo raspršenje.	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFTI, PFK	Neki od klasičnih eksperimenata nuklearne fizike, kao što su Rutherfordovo raspršenje, Comptonovo raspršenje, mjerenje života I brzine miona, bit će izvedeni uporabom modernih detektora I elektroničkih jedinica.
Prof. dr. sc. Damir Bosnar	Programski paket za analizu podataka u mjerenjima s vertikalnom posmičnom komorom	PMF-FO	PFI	Mnogožičane proporcionalne komore su vrlo precizni detektori za registriranje putanje čestica u mjerenjima nuklearnih reakcija. Na Fizičkom odsjeku PMF-a izgrađena je demonstracijska vertikalna posmična komora. U okviru diplomskog rada razvit će se programski paket za prikupljanje i analizu podataka u mjerenjima ovim detektorom.

Dr. sc. Vuko Brigljević	Identifikacija elektrona na velikim luminozitetima na LHC-u	IRB	DIF-EXP	Veliki hadronski sudarivač (LHC) započet će s radom 2008. godine. Postizanje nominalnog luminoziteta, $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , očekuje se tek nakon nekoliko godina rada. Za dodatni rast luminoziteta bit će potrebna nadogradnja LHC kojom bi se postigao dodatni red veličine u luminozitetu. Rastom luminoziteta povećava se i broj istodobnih proton-proton sudara, a time i broj čestica koje prolaze kroz detektor. To predstavlja dodatne poteškoće za identifikaciju čestica. U ovom radu proučit će se utjecaj većeg luminoziteta na identifikaciju elektrona u CMS detektoru. Elektroni se identificiraju kao nabijeni trag u centralnom silicijskom detektoru i uski pljusak u elektromagnetskom kalorimetru. Puno veći broj čestica u konačnom stanju može otežati rekonstrukciju tragova u centralnom detektoru, dok veća aktivnost oko elektrona u kalorimetru može utjecati na oblik pljuska. Korištenjem Monte Carlo simulacija proučit će se učinkovitost postojećih algoritama identifikacije elektrona te će se predložiti nužne promjene. Učinkovitost predloženih rješenja ispitat će se na procesu $pp \rightarrow WZ + 3e$ .
Prof.dr.sc. Hrvoje Buljan	Nelinearna dinamika jednodimenzionalne bozonske kvantne tekućine	PMF-FO	PFI	Sustav od $N$ bozonskih atoma na vrlo niskim temperaturama u kvazi-jednodimenzionalnoj geometriji može se aproksimativno opisati sa jednostavnom nelinearnom jednadžbom koja opisuje evoluciju gustoće bozonske tekućine. U okviru diplomskog rada planira se numeričko rješavanje te nelinearne jednadžbe i analiza slobodne ekspanzije atoma iz različitih početnih uvjeta.
Prof.dr.sc. Hrvoje Buljan	Neravnotežna dinamika Lieb-Liniger plina	PMF-FO	DIF-TH	U okviru teme tražimo rješenja vremenski ovisne Schrodingerove jednadžbe koja opisuje bozonski plin u jedno-dimenzionalnom (1D) prostoru. Bozoni međudjeluju kratkodosežnim kontaktnim interakcijama. Takav se 1D sustav naziva Lieb-Liniger plin. Efektivno jednodimenzionalni bozonski plinovi nedavno su eksperimentalno realizirani (najčešće koristeći atome rubidija u atomskim valovodima) pa postoji motivacija za pronalaženje gore navedenih rješenja.
Prof.dr.sc. Hrvoje Buljan	Kvantna čestica u u jednodimenzionalnom potencijalu niza Diracovih delta-funkcija	PMF-FO	PF, PFI, PMF	U okviru diplomskog rješava se Schrodingerova jednadžba u jednodimenzionalnom potencijalu koji čini niz Diracovih delta funkcija. One mogu biti različitih jakosti i raznih uređenja (npr. periodički postavljene ili neuređene). Rješenja se nalaze koristeći transfer matrice. Jednostavnim množenjem transfer matrica za odgovarajući potencijal mogu se simulirati razni drugi potencijali te paradigme poput Blochovih valova u periodičkom potencijalu, Andersonove lokalizacije u neuređenom potencijalu itd.

Dr. sc. Andreja Gajović / Prof.dr.sc Ivan Kokanović	Ramanova spektroskopija strukturnih faznih prijelaza u perovskitnim materijalima	IRB	DIF-EXP	<p>Važan segment naših Raman spektroskopskih istraživanja su strukturni fazni prijelazi uzrokovani promjenom vanjskih uvijeta (npr. temperatura, tlak) ili intrinzičnih svojstava materijala (npr. veličina čestica, oblik čestica, (ne)stehiometrija, dopiranje). Jedna od tema je istraživanje strukturnih faznih prijelaza u perovskitnim materijalima, koji su često praćeni i faznom promjenom njihovih feroelektričnih ili feromagnetskih svojstava.</p> <p>U diplomskom radu bi se istraživali feroelektrici perovskitne strukture, kao prototip BaTiO<sub>3</sub>, različitih strukturnih i morfoloških modifikacija (prah različitih dimenzija čestica, te nanožice odnosno nanoštapići). Ramanovom spektroskopijom bi se detektirala prisutnost različitih kristalnih struktura ovisno o dimenzijama i morfologiji materijala, posebno tetragonske faze s omjerom dužina kristalnih osi c/a 1 koju je teško ili nemoguće prepoznati difrakcijskim tehnikama. Pratila bi se, također, promjena svojstava ramanskih vrpca s promjenom temperature, te bi se uočavali strukturni fazni prijelazi.</p> <p>Rad obuhvaća upoznavanje Ramanove spektroskopije uz korištenje novog ramanskog sistema (2006) s multikanalnim detektorom, te rad u mikro-Raman konfiguraciji uz optimizaciju uvjeta snimanja ovisno o materijalu koji se istražuje. Prilikom ramanskih eksperimenata in situ na različitim temperaturama upoznat će se rad višenamjenske „Linkam“ temperaturne ćelije (-190 – 600 °C). Analiza dobivenih podataka bi se izvodila kompjuterskom obradom spektara (LabSpec, Origin) uz primjenu principa vibracijske spektroskopije te konzultiranjem dostupne literature.</p>
Davor Gracin	Spektralna distribucija dielektrične funkcije nano-kristalnog silicija	IRB	DIF-EXP	<p>Zbog malih dimenzija, nano-kristali pokazuju drugačiju distribuciju elektronskih i vibracionih stanja od makroskopskih kristala a svojstva im u određenoj mjeri ovise i o matrici u koju su uronjeni. U temi koja se predlaže, ispitivat će se silicijevi kristali nano-metarskih dimenzija uronjeni u matricu amornog silicija .Eksperimentalni dio rada će se sastojati u određivanju spektralne distribucije koeficijenta apsorpcije i indeksa lom za nanokristale različitih dimenzija. Očekivana svojstva kao što su porast širine zabranjenog pojasa i promijene u distribuciji koeficijenta apsorpcije diskutirati će se u okviru poznatih modela koji opisuju "kvantne točke". Mjerenja će se vršiti na uzorcima pripremljenim kemijskom depozicijom potpomognutom plazmom. Također, diskutirat će se mogućnost primjene ovakvog materijala u tanko-slojnim fotonaponskim solarnim ćelijama.</p>
prof.dr.sc. Amir Hamzić	Magnetotransportna svojstva kao metoda karakterizacije materijala - Hallov efekt	PMF-FO	DIF-EXP	<p>Hallov efekt je jedna od bitnih fizikalnih pojava koja se koristi za detaljnu karakterizaciju električnih svojstava nekog materijala, jer omogućuje određivanje koncentracije nosioca naboja (i njihov tip - elektroni ili šupljine) te iznos njihove električne pokretljivosti. Predviđa se eksperimentalno istraživanje Hallovog efekta različitih materijala (vodiči, poluvodiči, oksidne heterostrukture, itd.) u jakim magnetskim poljima do 18T i temperaturnom opsegu od 300mK do 300K.</p>

Prof. dr. sc. Amon Ilakovac	Renormalizacija i renormalizacijska grupa standardnog modela	PMF-FO	DIF-TH	Tema bi obuhvaćala dijelove slijedećih točaka: 1. Loop integrali na nivou jedne petlje u d-dimenzijском prostoru. Dimenzijska regularizacija divergencija. 2. Renormalizacija parametara teorije. Račun konačnih dijelova amplitude. Račun konačnih amplituda. Renormalizacija QED, QCD i standardnog modela. 3. Primjena divergentnih članova u određivanju renormalizacijskih grupnih jednadžbi (RGE). Numeričko rješavanje RGE. Određivanje parametara modela kao funkcije energije uz zadane početne uvjete. Informacije o metodama određivanja početnih uvjeta.
Prof.dr.sc. Amon Ilakovac	Anomalni magnetski moment miona	PMF-FO	DIF-TH	Daje se eksperimentalni i teorijski status anomalnog magnetskog momenta miona. Radi se proračun anomalnog magnetskog momenta miona u prvom redu računa smetnje.
Prof. dr. sc. Amon Ilakovac	Simetrije u fizici elementarnih čestica	PMF-FO	DIF-EXP, DIF-TH, PF, PFI, PMF; PFK, PFTI	Tema obrađuje aspekte simetrije i primjene tih simetrija u fizici elementarnih čestica. Npr. okusne simetrije, simetrija boje, baždarna simetrija ili općenitije interne simetrije kao što su nabojna, barionska, leptonska, izaospinska, C-paritetna; diskretne Lorentzove simetrije (pariet, T-inverzija) itd. Ideja je obraditi jednu od tih tema sa eksperimentalnog i/ili teorijskog stanovišta i dati sadašnji status razmatranog problema u literaturi.
dr.sc. Mile Ivanda	Struktura i optička svojstva nanostrukturnog silicija dobivenog kemijskim metodama	IRB	DIF-EXP, PFI	Nanostrukturni porozni silicij predstavlja novi materijal s posebnim električnim i optičkim svojstvima na osnovu kojih bi se mogao razviti vrlo osjetljivi biološki ili kemijski senzor. Svrha ovih istraživanja je određivanje najpovoljnijih uvjeta za preparaciju poroznog silicijevog tankog filma koji bi se koristio za izradu kemijsko-biološkog senzora. Diplomski rad bi se radio u Laboratoriju za molekulsku fiziku Zavoda za fiziku materijala, IRB, koji raspolaže s svom potrebnom opremom za njegovu izradu. Metodom rasta tankih filmova kemijskom depozicijom iz plinske faze pod niskim tlakom (LPCVD) deponirali bi se tanki filmovi silicija s debljinom od 4 do 8 mikrometara na podloge kristalnog silicija i kvarca na temperaturama radnog plina od 850 oC. Nakon toga filmovi bi se podvrgnuli elektrokemijskom jetkanju u razrijeđenoj HF kiselini, pri čemu bi se varirala koncentracija kiseline HF i vrijeme jetkanja. Na ovaj način dobili bi se tanki filmovi silicija s različitim silicijskim nanostrukturama. Ramanovom i infracrvenom spektroskopijom, pretražnom elektronskom mikroskopijom, apsorpcijskom spektroskopijom i elipsometrijom istraživala bi se strukturalna i optička svojstva deponiranih filmova. Sadržaj teme ovog diplomskog rada je takvog karaktera da će student moći diplomirati u roku od 3 mjeseca nakon što mu bude prihvaćena tema na Vijeću Fizičkog odsjeka PMF-a.

Dr.sc. Milko Jakšić	Litografija protonskim snopom	IRB	DIF-EXP	Ozračivanjem nekih vrsta polimera induciraju se promjene (npr. pucanje kemijskih veza) u materijalu koji se naknadnim kemijskim jetkanjem može iskoristiti za litografske postupke. Za razliku od elektrona koji se vrlo brzo raspršuju ispod površine materijala te se stoga mogu koristiti samo za tanke površinske 2D litografske postupke, protoni energije nekoliko MeV-a zadržavaju svoj smjer te na taj način mogu biti korišteni za litografiju dubokih struktura, debelih i nekoliko desetaka mikrometara. U ovom radu će se pomoću protonske mikroprobe i 1.0 MV tandem akceleratora na Institutu Ruđer Bošković, protonskim snopom različitih energija izraditi mikroskopske 3D strukture u (PMMA – Poly-methyl-methacrylate) materijalu, koristeći fokusirane snopove protona različitih doseg.
Prof. dr. sc. Dubravko Klabučar	Kvantna kromodinamika: fizika kvarkova, gluona i hadrona	PMF-FO	DIF-TH	Kvantna kromodinamika kvarkova i gluona (QCD) je na teorijskoj razini slična elektrodinamici, ali dovodi do znatno složenijih fenomena. Nobelove su nagrade dodijeljene za kromodinamiku u perturbativnom režimu, ali je neriješena ostala neperturbativna kromodinamika. Upravo je ona ključna za razumijevanje kako gluoni vežu kvarkove u hadronske čestice - mezone i barione. To naravno uključuje protone i neutrone, pa je hadronska fizika direktno povezana i s fizikom njihovih kompozita - atomskih jezgara. Dva najvažnija neperturbativna efekta kromodinamike su: 1. potpuno zatočenje kvarkova i gluona, fenomen koji još uvijek ne razumijemo, te 2. dinamičko lomljenje kiralne simetrije, koje već dobro razumijemo, posebno u okviru Schwinger-Dysonovog pristupa teoriji polja (koji je u nekim aspektima vrlo ukratko prikazan na <a href="http://www.phy.hr/~klabucar">www.phy.hr/~klabucar</a> ). Dinamičko lomljenje kiralne simetrije pokazuje kako gluoni od fundamentalnih kvarkovskih polja generiraju konstituentne kvarkove, ujedno razjašnjavajući inače misteriozne pojave hadronskog spektra. Time se može razumjeti veza raznih fenomenoloških modela hadrona (od konstituentnih kvarkovskih modela do mezonskih solitona) s fundamentalnom kvantnom kromodinamikom. To otvara široki spektar mogućnosti za diplomatske radove iz fizike elementarnih čestica, jer im teme mogu - ovisno o individualnim sklonostima studenata - varirati od raznih aspekata fundamentalnog pristupa kvantnoj kromodinamici do raznih modelskih računa.
Prof. dr. sc. Ivan Kokanović	Utjecaj dopiranja vodikom na temperaturu supravodljivog prijelaza Zr-3d metalnih stakala	PMF-FO	DIF-EXP,PF, PFI,PMF,PP FK, PFTI	Metalna stakla Zr-3d pripremljena su štrcanjem taljevine na rotirajući kotač. Istraživat će se utjecaj dopiranja vodikom na transportna svojstva i temperaturu supravodljivog prijelaza metalnog stakla. Dopiranjem vodika metalno staklo se restrukturira tako da se u nastalom materijalu povećava neuređenje amorfne strukture uz moguće vezanje vodika s atomima Zr što u konačnici utječe na promjenu transportnih svojstva i promjenu temperature supravodljivog prijelaza dopiranog metalnog stakla.

Prof. dr. sc. Ivan Kokanović	Utjecaj termičkog napuštanja na transportna svojstva Zr- 3d amorfnih slitina	PMF-FO	DIF-EXP,PF ,PFI,PMF,PP FK, PFTI	Metalna stakla Zr-3d pripravljena su štrcanjem taljevine na rotirajući kotač. Istraživat će se utjecaj termičkog napuštanja na transportna svojstva metalnog stakla. Zagrijavanjem iznad kristalizacijskih temperatura metalno staklo se restrukturira tako da nastali materijal poprima djelomično kristalnu ili potpuno kristalnu strukturu uz moguće izdvajanje alfa Zr modifikacije što u konačnici utječe na promjenu transportnih svojstva nastale djelomično kristalizirane slitine.
Prof. dr. sc. Ivan Kokanović	Hallov efekt u metalima	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PPFK, PFTI	Istraživat će se normalni Hallov efekt u metalima, otpornost, magnetootpor kao i koncentracija naboja.
Prof. dr. sc. Ivan Kokanović	Supravodljivi materijali	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PPFK, PFTI	U okviru teme bit će dan povjesni pregled razvoja supravodljivih materijala. Kroz diplomski rad studenti će se upoznati s osnovnim principima supravodljivosti. Proučit će se uzrok privlačnog međudjelovanja, Bardeen-Cooper-Schriefferova mikroskopska teorija supravodljivosti, Cooperov par, osnovno BCS stanje, energijski procijep, supravodiči I i II vrste.
Dr. sc. Marko Kralj	Međudjelovanje grafena sa metalnom površinom: utjecaj na svojstva Diracovih fermiona	IF	DIF-EXP	Grafen, ravan sloj ugljikovih atoma uređenih u dvodimenzionalnu strukturu pčelinje saće osnovni je građevni element već poznatih ugljik-temeljenih materijala (fulerena, nano-cjevčica i grafita), ali je i sam jedan od najvažnijih materijala u trenutnim istraživanjima u fizici čvrstog stanja i najperspektivniji materijal u nano-tehnologiji. Nosioci naboja u grafenu, tako zvani Diracovi fermioni, rezultat sp <sup>2</sup> hibridizacije u mreži atoma ugljika, odgovorni su za vrlo primamljiva svojstva grafena u primjeni. Grafen-bazirana elektronika će kao sastavni dio imati metalne kontakte na grafenskim komponentama i stoga je problem međudjelovanja grafena sa metalnim površinama visoko na listi prioriteta u istraživanjima funkcionalnih grafenskih nano-struktura. U ovom radu motiv je ispitati elektronska i strukturna svojstva slojeva grafena pripremljenih dekompozicijom ugljikohidrata na metalnim površinama. Primjenit će se metode kutno razlučive fotoelektronske spektroskopije (ARPES) i pretražne tunelske mikroskopije (STM), koje daju informacije o elektronskoj strukturi na makroskopskoj i lokalnoj skali. Usporedbom dobivenih rezultata sa teorijom čvrste veze za grafen koji nije u međudjelovanju sa podlogom dobit će se informacije od praktične važnosti za razumijevanje grafen-metal kontakata.

Dr. sc. Marko Kralj	Moduliranje dvodimenzionalnog elektronskog plina periodičkim nizom stepenica	IF	DIF-EXP	<p>Niskoindeksne (111) površine plemenitih metala Ag, Au, i Cu podupiru postojanje gotovo-slobodnoelektronskog stanja lokaliziranog u uskom površinskom sloju, tako zvana površinska stanja. Sječanjem kristala pod malim kutom u odnosu na (111) ravninu, uvodi se periodički niz stepenica u takav sustav. Ovisno o razmaku između stepenica, koji se kontrolira kutom sječanja, moguće je modulirati prirodu i jakost utjecaja periodičkog niza stepenica i terasa na površinska elektronska stanja. Cilj ovog rada je odrediti utjecaj stepenica na površinsko stanje bakra. Uzorak će se pripremati u uvjetima ultra-visokog vakuuma i njegova struktura će se provjeravati metodom difrakcije elektrona niskih energija (LEED). Na temelju kvalitete difrakcijske slike, optimizirati će se procedura pripreme Cu(223) uzorka, u svrhu dobivanja što idealnijeg niza stepenica uniformne širine (očekivana vrijednost 1 nm). Površinsko stanje će se karakterizirati kutno razlučivom fotoelektronskom spektroskopijom (ARPES), koja će omogućiti proučavanje elektronske disperzije stanja u smjerovima okomito i paralelno s nizom stepenica. Osnovni fizikalni koncepti koji će se razraditi u ovom radu su gotovo-slobodnoelektronski plin, te anizotropni superperiodički potencijal.</p>
Dr. sc. Ivan Kupčić	Raspršenje vidljive svjetlosti na kristalima s valovima gustoće naboja	PMF-FO	DIF-TH	<p>Raspršenje X-zraka i vidljive svjetlosti dvije su važne eksperimentalne metode u istraživanju metal-izolator faznih prijelaza u kvazi-jednodimenzionalnim sustavima s valovima gustoće naboja (VGN). Za razliku od eksperimenata s X-zrakama, čija se analiza tradicionalno temelji na Landauovom makroskopskom modelu za sustav elektrona i fonona koji međudjeluju, u sustavnoj analizi rezultata ramanskih eksperimenata s vidljivom svjetlošću zahtijeva se mikroskopski pristup. U ovom radu koristit će se mikroskopski model i formalizam jednadžbi gibanja za opis elektron-fonon sustava. Razmatrat će se metal-izolator fazni prijelaz u nesumjerljivim VGN sustavima s idealnim ugnježđenjem Fermijeve plohe, koristeći aproksimaciju srednjeg polja. Odredit će se izborno pravilo za Raman-aktivne modove, frekvencija Raman-aktivnog kolektivnog amplitonskog moda te intenzitet i poluširina signala.</p>
doc. dr. Krešimir Kumerički	Holografija protona i Bethe-Heitlerovo raspršenje	PMF-FO	DIF-TH	<p>Elektroprodukcija fotona raspršenjem na protonu tj. proces <math>e + p \rightarrow e + p + \gamma</math> omogućuje jedinstven pogled na strukturu protona. Amplitudi procesa istovremeno doprinose i komptonско raspršenje i Bethe-Heitlerovo raspršenje. Amplituda Bethe-Heitlerovog raspršenja, koja bi se detaljno analitički izvela i numerički proučila u ovom radu, ima zanemarivo male teorijske neodređenosti pa se tako može upotrijebiti kao referentna amplituda (slično kao kod hologrfskog efekta) koja putem kvantnomehaničke interferencije omogućuje pristup i intenzitetu i fazi teorijski problematičnijeg komptonskog raspršenja.</p>

Dr.sc. Tarzan Legović	Modeli mutualizma	IRB	DIF-TH	<p>Modeliranje interakcije među populacijama pristupom djelovanja masa neovisno su proučavali američki fizičar A. Lotka i talijanski matematičar i fizičar V. Volterra. Prepostavili su da se populacije potrošača i resursa mogu tretirati kao čestice koje međudjeluju u homogeno mješanom plinu ili tekućini i, pod tim uvjetima, stopa susreta između potrošača i resursa (stopa reakcije) je proporcionalna produktu njihovih masa (zakon o djelovanju masa). Dinamika interakcije između populacija se opisuje diferencijalnim jednadžbama.</p> <p>Diferencijalne jednadžbe koje opisuju dinamiku populacija su nelinearne, s koeficijentima koji variraju u različitim modelima od konstanti, periodičkih ili neperiodičkih funkcija do stohastičkih vrijednosti. Kod mutualizma sve populacije koje interagiraju imaju korist od te interakcije pa su prvi modeli davali rezultate tako da populacije rastu u beskonačnost ako prejako međudjeluju.</p> <p>Cilj radnje je proučiti najbolje postojeće modele i izvući principe koji su karakteristični za kooperativne zajednice. Analizirati će se dinamika modela mutualističkih zajednica koristeći analitičke i numeričke metode analize fizikalnih sustava opisanih diferencijalnim jednadžbama što uključuje dinamiku, identifikaciju stacionarnih stanja, singularitete te njihove stabilnosti i fizikalnosti. Radnja bi trebala dati odgovor do koje mjere postojeći modeli opisuju populacije koje surađuju.</p>
Prof.dr.sc. Srećko Lončarić	Kvantifikacija apsolutnih koncentracija radioaktivnosti pomoću jednofotonske emisijske kompjuterizirane tomografije (SPECTA-a).	KBC Zagreb	DIF-EXP	<p>Jednofotonska emisijska kompjuterizirana tomografija (SPECT) važna je dijagnostička metoda u nuklearnoj medicini. Za razliku od klasičnih planarnih snimaka prostorne distribucije radiofarmaka unutar ljudskog tijela, izračunati (tj, rekonstruirani) tomografski presjeci pružaju 3D informaciju izbjegavajući utjecaj preklapajućih struktura. Na kvalitetu slike i određivanje aktivnosti (Bq/cm<sup>3</sup>) utječe prostorno ovisna rezolucija, gušenje i Compton-ovo raspršenje zračenja u tkivu ispitanika. Za korekciju se koriste slike dobivene CT uređajem (SPECT/CT). U diplomskom radu koristiti će se novi SPECT/CT uređaj u Zavodu za nuklearnu medicinu i zaštitu od zračenja bolnice Rebro. Korištenjem fantoma ispitat će se i parametrizirati utjecaji raznih faktora koji utječu na kvantifikaciju aktivnosti.</p>

Prof.dr. sc. Mladen Martinis	Vizualizacija N- čestičnih gravodinamičkih simulacija	PMF-FO	DIF-TH, DIF-EXP	<p>U diplomskom radu se uspoređuju rezultati gravodinamičkih N-čestičnih simulacija sa 2dfGR katalogom crvenih pomaka galaktika. Zaključak u radu se temelji na primjeni K-minus estimatora na promatrane raspodjele galaktika, koji pravilno, za razliku od ostalih, uzima u obzir efekte ruba ispitivanih područja. Vizualna inspekcija raspodjela je važna komponenta analize.</p> <p>Primjetilo se da postojeće kozmološke simulacije ne uspijevaju u potpunosti reproducirati sve detalje 2dfGRS kataloga, odnosno raspodjele struktura na velikoj skali.</p> <p>U diplomskom radu bi se izradila i demonstrirala softverska oprema za vizualizaciju dinamike N-čestičnih raspodjela.</p> <p>Primjena K-minus estimatora na raspodjele poznatih fraktalnih dimenzija omogućuje kritičku usporedbu dostupnih rezultata simulacija sa 2dfGRS katalogom.</p>
Dr. sc. Stjepan Meljanac	Supersimetrična kvantna mehanika	IRB	DIF-EXP, DIF-TH	<p>Supersimetrija povezuje bozonske i fermionske stupnjeve slobode kombinirajući ih u superpolja koja osiguravaju elegantniji opis prirode. Algebra povezana sa supersimetrijom je stupnjevana Lie-va algebra koju zatvaraju kombinirane komutacijske i antikomutacijske relacije. Supersimetrična kvantna mehanika daje uvid u faktorizacijsku metodu pomoću koje je moguće kategorizirati nerelativističke i relativističke probleme sa analitički rješivim potencijalima te naći pripadne svojstvene energije i valne funkcije kao i matrice raspršenja. Rješivost većine egzaktno rješivih modela osigurana je tzv. svojstvom invarijantnosti oblika te egzistencijom supersimetričnih partner-potencijala. Za potencijale koji nisu egzaktno rješivi supersimetrija omogućava razvitak jakih aproksimacijskih metoda pomoću kojih možemo dobiti približna rješenja mnogih interesantnih kvantnomehaničkih problema.</p> <p>U svrhu razmatranja posljedica koje proizlaze iz deformacije proširene supersimetrične kvantne mehanike potrebno je istražiti deformaciju pripadne univerzalne omotačke superalgebre, koja se može provesti pomoću Abelovog operatora twistiranja. Stupnjevana superalgebra, koja leži u osnovi supersimetrične kvantne mehanike, može se dovesti u vezu sa fermionskom Heisenbergovom algebrom.</p>
Dr. sc. Stjepan Meljanac	Teorija polja na nekomutativnom prostoru	IRB	DIF-TH	<p>Diplomski rad bi trebao sažeto prikazati uvod u teoriju polja s osobitim osvrtom na skalarnu teoriju polja i baždarske teorije na nekomutativnom prostoru.</p>

Dr. sc. Stjepan Meljanac	Minimalna duljina i modifikacija Specijalne teorije relativnosti	IRB	DIF-EXP, DIF-TH	<p>Nedavni nalazi koji potječu iz astrofizike, kao i istraživanja provedena u okviru kvantne gravitacije sugeriraju postojanje nove fundamentalne konstante, tzv. Planckove skale, koja postavlja ograničenja na minimalnu duljinu koja se može mjeriti, čime se u konačnici postavlja granica na lokalizaciju događaja. No međutim, ispostavlja se da je fundamentalna uloga koju Planckova skala ima na strukturu prostor-vremena problematična sa aspekta Specijalne teorije relativnosti, poglavito je u nesuglasju sa FitzGerald-Lorentz-ovom kontrakcijom duljine. Naime, dok s jedne strane princip relativnosti zahtijeva da svi zakoni fizike, a time specijalno i zakon koji Planckovoj skali pridružuje fundamentalnu ulogu u strukturi prostor-vremena, moraju biti isti u svim inercijalnim sustavima, s druge strane, prema FitzGerald-Lorentzovoj kontrakciji duljine, opažaci u različitim inercijalnim sustavima pridružit će različite vrijednosti istoj fizikalnoj duljini. Unatoč opisanoj diskrapanciji, moguće je formulirati Specijalnu teoriju relativnosti na način koji zaobilazi nekonzistentnosti koje dolaze do izražaja na vrlo malim udaljenostima, tj. kada je valna duljina usporediva sa Planckovom duljinom. To je moguće provesti modifikacijom postulata Specijalne relativnosti tako da se, pored brzinske skale <math>c</math> (<math>= 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}</math>), uvede još jedna dodatna fundamentalna invarijanta, Planckova duljina, koja ima fizikalnu interpretaciju minimalne duljine unutar koje je moguće lokalizirati neki događaj i koja također ne ovisi o sustavu promatranja. Posljedica toga je narušenje Lorentzove simetrije te modifikacija Lorentzovih transformacija, kao i nova činjenica da brzina svjetlosti neće više biti jednaka fundamentalnoj konstanti <math>c</math>, nego će ovisiti o valnoj duljini, tj. energiji.</p> <p>Simetrija koja leži u osnovi modificirane specijalne teorije relativnosti, koja uključuje dvije fundamentalne fizikalne konstante, je deformirana Poincareova simetrija i ona se može opisati u terminima kvantnih algebri, poglavito u terminima Hopfove algebre.</p>
Doc.dr.sc. Tamara Nikšić	Upotreba sustava za e-učenje u nastavi	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFTI	Predviđeno je upoznavanje studenta sa sustavima za e-učenje dostupnim na Carnet-u i SRC-u, usporedba komercijalnih (WebCT) i nekomercijalnih (Moodle) platformi kao i mogućnosti prenošenja sadržaja s jedne platforme na drugu. U okviru diplomskog rada, student bi trebao dizajnirati kratki kurs sa sadržajem iz fizike, matematike ili infomatike prilagođen učenicima osnovnih i srednjih škola.
Doc.dr.sc. Tamara Nikšić	Upotreba programskog jezika Python u nastavi fizike	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFTI	<p>Zbog svoje jednostavnosti Python je idealan programski jezik za demonstracije osnovnih fizikalnih zakona na računalu. Njegovo proširenje VPython omogućava učenicima izradu 3D simulacija čime njihova motivacija za aktivnijim sudjelovanjem u nastavi znatno raste. Dodatna prednost programskog jezika Python je činjenica da je potpuno besplatan i dostupan na svim platformama.</p> <p>U okviru diplomskog rada, student bi se trebao upoznati s mogućnostima programskog jezika Python i napraviti nekoliko demonstracijskih programa prilagođenih učenicima osnovnih i srednjih škola.</p>

Doc.dr.sc. Dalibor Paar	Izazovi digitalnih tehnologija u nastavi fizike	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFK, PFTI	Razvoj informatičkih tehnologija otvara brojne mogućnosti, od načina izvođenja nastave fizike, do aktivnog sudjelovanja učenika u nastavi i praćenja njihovog napretka. U ovoj temi bi se kroz odabranu fizikalnu temu razmotrile mogućnosti upotrebe digitalnih tehnologija u nastavi, s naglaskom na razumijevanje od strane učenika i povećanje zainteresiranosti učenika u nastavi fizike u školama.
Doc.dr.sc. Dalibor Paar	Demonstracijski pokusi zbirke Fizičkog odsjeka	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFK, PFTI	Zbirka uređaja i demonstracijskih pokusa Fizičkog odsjeka danas sadrži više tisuća uređaja i knjiga, od kojih su mnogi neprocijenjive vrijednosti. U okviru ovog diplomskog rada uz odabir uređaja, odnosno demonstracijskog pokusa iz zbirke napravila bi se njihova multimedijalna prezentacija uz detaljno razmatranje fizikalnih aspekata njihove upotrebe u nastavi. 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.
Prof. dr. sc. Nils Paar	Astrofizički procesi u evoluciji supernove	PMF-FO	DIF-TH	U okviru ove teme predviđen je teorijski opis niza procesa koji se odvijaju tijekom eksplozivne evolucije supernove tipa IIa i igraju značajnu ulogu u nukleosintezi kemijskih elemenata u r-procesu. Istraživanja uključuju razvoj teorijskog formalizma za opis uhvata elektrona, neutrina, i beta raspada atomskih jezgri u uvjetima konačne temperature karakteristične u fazi koja prethodi kolapsu jezgre supernove tipa IIa. S obzirom da teorijski opis ovakvih procesa zahtjeva intenzivne numeričke proračune, u okviru ove teme predviđen je razvoj modernih metoda paralelnog programiranja zasnovanih na protokolu "Message Passing Interface" (MPI). Proračuni će biti izvedeni na novom klaster računalu instaliranom 20.3.2009. na Fizičkom odsjeku u okviru Centra za napredno računarstvo PMF-a, koji raspolaže sa ukupno 216 procesorskih jedinica.
Prof. dr. sc. Nils Paar	Primjena metoda paralelnog računanja na klaster sustavima	PMF-FO	DIF-TH	Ova tema uključuje razvoj modernih metoda paralelnog računarstva u okruženju klaster sustava za značajnim brojem procesorskih jedinica. Komunikacija između različitih jedinica klaster računala bit će provedena putem protokola "Message Passing Interface" (MPI), koji predstavlja standard za komunikaciju između procesa koji se odvijaju izvođenjem paralelnog programa na sustavima sa distribuiranom memorijom. Razvoj novih metoda i njihova primjena bit će provedeni na novom klaster računalu instaliranom 20.3.2009. na Fizičkom odsjeku u okviru Centra za napredno računarstvo PMF-a, koji raspolaže sa ukupno 216 procesorskih jedinica.

Prof. dr. sc. Nils Paar	Raspršenje elektrona i nuklearna struktura	PMF, FO	DIF-TH	<p>Raspršenje elektrona na atomskim jezgrama daje vrlo precizni uvid u strukturalna svojstva kao što su veličina jezgre i distribucija naboja. U principu, elektron je bolja nuklearna proba nego alfa čestice u Rutherfordovom raspršenju, jer je točkasta čestica i može penetrirati u jezgru. U okviru predložene teme, predviđen je razvoj novog fizikalnog modela za opis raspršenja elektrona na atomskim jezgrama, u kojem će prijelazi u pobuđena stanja jezgre biti opisani u okviru relativističke kvazičestične aproksimacije slučajnih faza. Osnovno stanje jezgre, odnosno jednočestični nivoi i valne funkcije bit će određeni u okviru relativističkog Hartree-Bogoliubov modela, odakle će biti izgrađen skup dvo-kvazičestičnih pobuđenja koja doprinose u izračunu udarnih presjeka za raspršenje elektrona. Osim razmatranja raspršenja elektrona na stabilnim jezgrama, planirano je i istraživanje potencijalno novih efekata u raspršenju elektrona na nestabilnim nuklearnim sustavima, odnosno istraživanje mogućnosti postojanja novih egzotičnih kolektivnih modova pobuđenja. Ova tema je prikladna za izradu više diplomskih radova.</p>
Prof. dr. sc. Nils Paar	Kolektivno gibanje u atomskim jezgrama	PMF, FO	DIF-TH	<p>Predviđen je razvoj i primjena modernih mikroskopskih modela za numeričko rješavanje problema međudjelovanja većeg broja fermionskih čestica temeljenih na relativističkom energijskom funkcionalu gustoće. Tema uključuje istraživanje jednog od kolektivnih modova pobuđenja u atomskim jezgrama i njegovu interpretaciju uz pomoć novih relevantnih eksperimentalnih podataka sa svjetskih akceleratora, dobivenih npr. raspršenjem fotona, protona, i alfa čestica na jezgrama ili u relativističkim sudarima teških iona. Ekstremne vrijednosti izospina egzotičnih jezgri daleko od stabilnosti, kao i njihovo slabo vezanje, otkrivaju nove strukturne fenomene kao što je neutronska "halo" i neutronska omotač, koji igraju važnu ulogu u razumijevanju nuklearnog problema mnoštva čestica i njihovog međudjelovanja. Jedan od mogućih smjerova istraživanja predložene teme bit će i potraga za novim dinamičkim fenomenima u egzotičnim jezgrama do kojih dolazi zbog kolektivnog pobuđenja nukleona iz slabo vezanih orbitala. Takvi modovi su interesantni ne samo kao novi fizikalni fenomeni, nego igraju i važnu ulogu u procesima od značaja za astrofiziku. Ova tema je prikladna za izradu više diplomskih radova.</p>

Prof.dr.sc. Nils Paar	Mješovito programiranje u teorijskoj fizici	PMF-FO	PFI	U modeliranju složenih fizikalnih problema na računalu često se nailazi na probleme povezivanja već postojećih aplikacija koje su kodirane u različitim programskim jezicima. Pokazalo se da je jedno moguće rješenje u mješovitom programiranju kojim se međusobno povezuju procedure pisane u potpuno različitim programskim jezicima. U okviru ove teme detaljno će biti obrađeno mješovito programiranje c i fortran, odnosno c++ i fortran programskih jezika, za različite inačice kompajlera. Mješovito programiranje će biti primjenjeno na nizu elementarnih i ilustrativnih primjera iz teorijske fizike.
Prof.dr.sc. Nils Paar	Nuklearne reakcije u evoluciji zvijezda	PMF-FO	PF,PFI,PFTI	U okviru ove teme predviđeno je istraživanje evolucije zvijezda i temeljnih nuklearnih reakcija koje doprinose proizvodnji kemijskih elemenata u zvijezdama. Detaljno će biti proučavane reakcije fuzije lakših elemenata, problem solarnih neutrina, izgaranje helija i proizvodnja elemenata do mase željeza. Konačno, u okviru istraživanja evolucije supernove, biti će obrađene reakcije koje doprinose proizvodnji težih elemenata, kao što su beta raspadi, uhvat elektrona, reakcije sa neutrinima, itd. U okviru ove teme posebna pozornost će biti posvećena metodičkom pristupu u opisu nuklearnih reakcija u zvijezdama, sa osvrtom na grafičku vizualizaciju i animacije koje zorno predočuju navedene fizikalne pojave.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Metodički pristupi Newtonovoj fizici u školskoj nastavi	PMF-FO	PF, PMF	Newtonova uloga u razvoju fizike. Učenje Newtonove fizike u školi. Ključni pojmovi koje treba usvojiti učenik. Razvoj učeničkih predkonceptija i konceptija u osnovnoj školi u vezi Newtonove fizike. Potrebne i stvarne učeničke kompetencije. Evaluacija usvajanja temeljnih pojmova. Testovi za razinu razumijevanja i usvajanja fizikalnih znanja u vezi Newtonove fizike. Empirijsko istraživanje na uzorku učenika osnovne škole i obrada dobivenih rezultata te interpretacija rezultata i prijedlozi za poboljšanja.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Sunčeva energija	PMF-FO	PF, PMF	Nuklearni procesi fuzije u Suncu (protonski lanag i katalizatorski krug). Transfer energije do površine Sunca i emisija zračenja i čestica s površine Sunca. Pretvorbe sunčeve energije u Zemljinoj atmosferi, na površini Zemlje i u biosferi. Pohranjivanje sunčeve energije na Zemlji. Korištenje sunčeve energije u raznim oblicima i različitim metodama.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Istraživanje periodičnih struktura u genomskoj sekvenci	PMF-FO	DIF-TH,PF, PFI	Istraživanje korelacija dugog dosega u sekvenci kromozoma pomoću kompjutorskog algoritma GRM (Global Repeat Map) razvijenog na Fizičkom odsjeku: tvorba GRM dijagrama i spektralna analiza, određivanje dominantnog ključnog stringa, segmentacija simboličke sekvence pomoću dominantnog ključnog stringa, određivanje koncenzusne duljine i sekvence.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Metodički pristup nuklearnoj fisiji i fuziji pomoću spuštanja atomskih jezgara niz padine nuklearne udoline	PMF-FO	PF, PMF	Na temelju poznatih nuklearnih masa jednostavno se konstruira dolina atomskih jezgara, pomoću koje se može tumačiti nuklearna fuzija kao spuštanje jezgara niz lijevu (strmiju) padinu i fisija kao spuštanje niz desnu (manje strmu) padinu, a beta plus i beta minus raspadi kao spuštanje postrance u dolinu. Prikaz će se upotrijebiti za tumačenje nastajanja atomskih jezgara u zvijezdama.

Prof.dr.sc. Vladimir Paar	KSA metoda za istraživanje palindromskih sekvenci u pojedinačnim kromozomima	PMF-FO	PFI, PFTI	Nova metoda za istraživanje sekvenci ljudskog genoma razvijena je tijekom posljednjih nekoliko godina u Zagrebu (objavljeno u časopisima Journal of theoretical Biology, Chromosome Research, Bioinformatics, Current Genomics). To je vrlo robustna metoda za prepoznavanje korelacija u prisustvu velikih iregularnosti unutar periodičnih struktura. Jedna od primjena metoda KSA je kompjutersko istraživanje tajnovitih palindroma u pojedinačnim kromozomima. Problem je izrazito interdisciplinaran na granici bioinformatike, biologije i biofizike.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Analiza sekvenci u kvartarnom sustavu i njihove frekventne analize pri traženju genomskih korelacija u humanom genomu	PMF-FO	PFI	Prikaz strukture genomske sekvence kao stringa u kvartarnoj bazi. Istraživanje konkretnih primjera repeticijskih korelacija u sekvenci humanog genoma. Kompjutorska simulacija restriktivnog enzima pomoću metode ključnih stringova i karakterizacija periodičnih struktura.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Aproksimativne superperiodičnosti i supersimetrije u kvazikristalnoj strukturi ljudskog genoma	PMF-FO	DIF-TH, PFI	U strukturi genomske sekvence pojavljuju se kvazikristalne formacije koje karakterizira svojstvo periodičnosti i superperiodičnosti odn. supersimetrije. Ovdje se predlaže istraživanje tih korelacije pomoću novog teorijskog i kompjutorskog algoritma, razvijenog u Zagrebu, koji kombinira metode analize sekvencija iz fizike determinističkog kaosa i fragmentiranja temeljem ideje kako djeluju molekularni mehanizmi restriktivnih enzima. Cilj je otkrivanje novih korelacija aproksimativnih superperiodičnosti i supersimetrija u NCBI genomskoj sekvenci.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Matematički modeli gibanja planeta tijekom zadnjih 25 stoljeća	PMF-FO	PF, PMF, PFK, PFTI	Pregled fizikalnih modela planetnog gibanja tijekom povijesti (Eudokso, Aristotel, Aristarh, Ptolomej, Regiomontanus, Kopernik, Brahe, Petrić, Galilei, Kepler, Newton, Laplace, Poincare, Milanković). Razvoj temeljnih fizikalnih ideja, put prema spoznaji aproksimativnog karaktera planetnih gibanja, te pojava kaotičnosti u planetnom sustavu. Suvremena fizikalna slika planetnog gibanja i ciklične perturbacije u gibanju Zemlje.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Zorni prikazi pretvorbe energije u školskoj nastavi	PMF-FO	PF, PMF, PFK, PFI, PFTI	Konkretni prikazi pokusa ili fizikalnih zbivanja u kojima dolazi do pretvorbi energije, uključujući i relativističku pretvorbu mase u energiju i njihova metodička obrada.
Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Zakon očuvanja energije	PMF-FO	PF, PFI, PFK, PMF, PFTI	Povijesni razvoj pojma energije (Leibniz, Gravesande, Mayer, Joule, Carnot, Kelvin,...). Veza pojmova sile i energije. Mehanička energija i primjeri međusobnih pretvaranja različitih oblika mehaničke energije. Zakon očuvanja mehaničke energije. Vremenska invarijancija i zakon očuvanja energije. Unutarnja energija. Primjeri pretvaranja između unutarnje i mehaničke energije. Relativistička ekvivalencija mase i energije. Zakon očuvanja energije u nuklearnim procesima. Metodički pristupi zakonu očuvanja energije u školskoj nastavi. Školski pokusi za zakon očuvanja energije.

Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Sukob Bohra i Einsteina oko kvantne fizike	PMF-FO	PF	Sukob Bohra i Einsteina oko interpretacije valne funkcije u kvantnoj fizici. Relacije neodređenosti. Einsteinovi protuprimjeri statističkoj interpretaciji. Einstein-Rosen-Podolsky eksperiment. Einsteinov poraz.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Galilei i Newton u razvoju fizikalne slike svijeta	PMF-FO	PF, PFI, PMF, PFTI	Fizikalna slika svijeta potkraj 16. stoljeća. Načela znanstvene metode u fizikalnim istraživanjima. Otkriće zakona jednoliko ubrzanog gibanja i zakona inercije. Galileijevo načelo relativnosti. Galileijeve znanstvene zablude. Galilei kao astronom i teolog. Newtonovo otkriće načela klasične mehanike. Newtonovo otkriće zakona gravitacije u sklopu ranijih istraživanja drugih fizičara. Newtonovo otkriće diferencijalnog računa. Newtonove teološke i alkemijske preokupacije. Newtonova otkrića u optici. Galilei-Newtonovska fizika u okviru moderne fizikalne slike svijeta u 21. stoljeću.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Teslina fizikalna otkrića	PMF-FO	PF	Tesla je poznat po svojim elektrotehničkim izumima, ali je također sudjelovao u nizu značajnih fizikalnih otkrića no za to nije dobio za života priznanje. Posebno je značajan Teslin rad u vezi otkrića elektrona, otkrića rendgenskih zraka, otkrića kozmičkih zraka, otkrića logičkog sklopa I, otkrića akceleratora električki nabijenih čestica, otkrića inducirane radioaktivnosti. U ovom diplomskom radu bit će dan prikaz ovih Teslinih znanstvenih aktivnosti i potrebe njihove valorizacije.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Nikola Tesla kao fizičar	PMF-FO	PF	Nikola Tesla je dobro poznat po svojim elektrotehničkim izumima. No mnogo manje su poznata i pretežito nepoznata njegova otkrića iz fizike koja su uglavnom ostala nepriznata. Teslino izvrsno poznavanje i primjena zakona klasične elektrodinamike (Maxwellove elektrodinamike) kao temelj Teslinih elektrotehničkih izuma. Teslin sukob sa J.J. Thomsonom oko otkrića elektrona. Teslino otkriće rendgenskih zraka prije rendgena. Teslino otkriće kozmičkih zraka. Tesla i otkriće lasera. Teslino otkriće logičkog sklopa AND kao temelj mikroelektronike. Tesla kao začetnik ideje o električnoj biti životnih procesa. Teslina ideja globalnog komunikacijskog sustava. Tesla kao tvorac prvih akceleratora čestica. Metodika obrada teme o Teslinim fizikalnim otkrićima za školsku nastavu.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Fuzijske nuklearne elektrane	PMF-FO	PF	Nuklearni proces fuzije deuterija i tricija. Deuterij u prirodi. Dobivanje tricija nuklearnom reakcijom pomoću litija. Fuzijski uređaji s magnetskim ograničenjem plazme (tokamak, magnetska boca). Fuzijski uređaji s laserski izazvanom fuzijom. Problemi pri ostvarivanju kontrolirane fuzije. Eksplozivna fuzija pri eksploziji hidrogenske bombe. Prednosti fuzijske energetike (ekološke, sigurnosne, raspoloživost goriva). Svjetski projekt ITER demonstracijskog fuzijskog uređaja.

Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Primjena globalne repeticijske mape za istraživanje korelacija dugog doseg u genomskoj sekvenci	PMF-FO	DIF-TH, PFI	Globalna repeticijska mapa (GRM) temeljena na ansamblu ključnih stringova za fragmentaciju sekvence. Kompjutorsko određivanje masimuma u globalnoj repeticijskoj mapi za određene genomske sekvence. Određivanje dominantnog ključnog stringa za istaknute maksimume, pripadna fragmentacija i određivanje koncenzusne sekvence pripadne dinamike. Izračun divergencija kopija periodičnih i superperiodičnih repeticijskih jedinica u odnosu na koncenzus. Konkretna primjena GRM metode na određene tipove genomskih korelacija.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Primjena fraktalne geometrije u analizi sekvenci	PMF-FO	DIF-TH,DIF-EXP	Osnove fraktalne geometrije i jednostavni fraktali (Kochov, Sierpinski, Cantorov). Dinamički sustavi i analiza sekvenci. Strukturiranje sekvenci pomoću fraktalnog ključa. Izrada kompjutorskog programa za fraktalnu analizu sekvencije. Konkretni primjer primjene fraktalne metode na istraživanje strukture i periodičnosti genomske sekvence.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Milankovićeve ciklusi za transfer energije sunčevog zračenja na Zemlju	PMF-FO	PF, PFI	Putanja planeta u jednoplanetnom modelu rješavanjem Newtonove jednadžbe gibanja. Periodične perturbacije putanje planeta u višepoletnom modelu. Dominantni perturbacioni ciklusi Zemljine putanje: 100 000 godina (perturbacija ekscentriciteta), 41 000 godina (perturbacija nagiba osi Zemljine rotacije), 23 000 godina (period precesije osi Zemljine rotacije). Milankovićeve ciklusi za transfer Sunčeve energije na Zemlju i izmjena globalnog zagrijavanja i ledenih doba. Utjecaj međudjelovanja dinamike orbitalnih parametara i sustava atmosferi-oceani. Mini ledena doba i mini globalna zagrijavanja.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Kompjutorski proračun putanje svemirskog broda Eulerovom metodom	PMF-FO	PF, PFI	Eulerova metoda za proračun putanje tijela u klasičnoj mehanici. Kompjutorski program za primjenu Eulerove metode. Primjena Eulerove metode na proračun putanje svemirskog broda u dvodimenzionalnoj kompjutorskoj simulaciji za: slobodno gibanje, gibanje s konstantnim djelovanjem raketnog motora u smjeru gibanja, gibanje s konstantnim djelovanjem raketnog motora suprotno smjeru gibanja, gibanje s konstantnim djelovanjem raketnog motora okomito na smjer gibanja, gibanje s konstantnim djelovanjem raketnog motora pod kutem na smjer gibanja, gibanje s konstantnim djelovanjem raketnog motora okomito na smjer gibanja i kočnog raketnog motora, gibanje s po volji uključivanjem i isključivanjem raketnih motora (u smjeru gibanja, okomito na smjer gibanja, suprotno smjeru gibanja). Izrada i konkretno rješavanje istraživačkog projekta u kojemu učenik takvim kompjutorskim simulacijama sam otkriva: zakon inercije, zakon jednoliko ubrzanog i jednoliko usporenog gibanja, te zakon jednolikog kružnog gibanja.

Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Kompjutorska simulacija gibanja elektrona u vodikovom atomu	PMF-FO	PF	Zorno će se predočiti elektronski oblak u vodikovom atomu, koristeći kompjutorski program kao "crnu kutiju" za kompjutorsku simulaciju vjerojatnosti nalaženja elektrona na raznim pozicijama u vodikovom atomu. Cilj je da učenik stekne intuitivno razumijevanje kvantnofizikalnog gibanja elektrona u atomu superpozicijom zamišljenih mjerenja položaja elektrona u velikom broju vodikovih atoma u identičnom stanju. Razmotrit će se moguća metodička obrada ove teme u gimnazijskoj nastavi.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Fizikalna svojstva i biološko djelovanje ionizirajućeg zračenja	PMF-FO	PF	Vrste i svojstva ionizirajućeg zračenja: rendgensko zračenje, alfa, beta i gama radioaktivno zračenje, protonsko zračenje, kozmičko zračenje. Fizikalni procesi alfa, beta i gama radioaktivnog zračenja. Kvantnofizikalno tuneliranje pri alfa radioaktivnom zračenju. Energijska bilanca pri radioaktivnom zračenju. Djelovanje radioaktivnog zračenja na materiju. Djelovanje ionizirajućeg zračenja na biološke stanice. Jedinice gray, sivert, bekerel i Q faktor djelovanja. Primjene ionizirajućeg zračenja u medicini i industriji.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Simulacija gibanja svemirskog broda pod utjecajem raketnih motora kompjutorskim rješavanjem Newtonove jednadžbe gibanja.	PMF-FO	PF,PFI	Rješavanje Newtonove jednadžbe za gibanje tijela pod utjecajem sile čiji smjer i veličina u ovisnosti o vremenu se uzimaju po volji i promatra se računata putanja tijela. Newtonova jednadžba se rješava pomoću Eulerove metode. Ovaj problem razmatra se kao simulacija gibanja svemirskog broda pod utjecajem raketnih motora na pravcu gibanja i okomito na trenutni smjer gibanja. Uz realistične parametre promatra se gibanje uz djelovanje promjenjive sile na pravcu gibanja, stalne sile okomite na pravac gibanja, kombinacije stalne sile u smjeru gibanja ili kočne sile sa silom okomitom na smjer gibanja. Ovom kompjutorskom simulacijom dobiva se zakon za jednoliko gibanje po kružnici te za gibanje po ulaznoj ili izlaznoj spirali. Razrađuje se moguća metodička obrada ove teme u gimnazijskoj nastavi.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Kretanje temperature na Zemlji tijekom posljednjih 50 milijuna godina	PMF-FO	PF,PFI	Pregled metoda za određivanje temperature u prošlosti Zemlje (nuklearne, fizikalne, kemijske, geološke). Faktori koji utječu na temperaturu na Zemlji, od pojava na samoj Zemlji i utjecaja izvan Zemlje. Utjecaji vulkana, rotacije Zemlje oko osi, udara asteroida, gravitacijskog djelovanja drugih planeta, kemijskog zagađivanja i promjene sastava atmosfere. Glavna razdoblja temperaturnih režima na Zemlji. Dijagrami ovisnosti temperature o vremenu i njihovo tumačenje. Kretanje morske razine tijekom vremena. Primjeri metodičke obrade temperaturnih dijagrama u izornoj nastavi u osnovnoj i srednjoj školi.

Prof.dr.sc. Vladimir Paar	Einsteinova formula $E=mc^2$	PMF-FO	PF	Razvoj fizikalnih pojmova energije i mase do kraja 19. stoljeća. Mjerenje brzine svjetlosti do kraja 19. stoljeća. Zakon očuvanja mase i zakon očuvanja energije. Uloga brzine svjetlosti u Maxwelllovoj teoriji klasične elektrodinamike. Formula $E=mc^2$ prije Einsteina. Einsteinov izvod formule $E=mc^2$ u teoriji relativnosti - ekvivalencija mase i energije. Primjena Einsteinove formule u nuklearnim procesima. Povijesna uloga Einsteinove formule u razvoju nuklearnog oružja i nuklearne energetike. Einsteinova formula i energija zvijezda. Metodčki pristup Einsteinovoj formuli u gimnazijskoj nastavi fizike.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Vrijeme kao fizikalni koncept.	PMF-FO	PF,PFI,PFM	Pojam vremena u antičkoj filozofiji i znanosti, u srednjovjekovnoj skolastici, te u 16. i prvoj polovini 17. stoljeća. Vrijeme u Newtonovoj fizici i u teoriji relativnosti. Apsolutno i relativno vrijeme. Vrijeme i entropija. Galilejeve i Lorenzove transformacije. Dilatacija vremena u ovisnosti o relativnom gibanju. Vrijeme u općoj teoriji relativnosti. Dilatacija vremena u gravitacijskom polju.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Prostor i vrijeme teorije relativnosti u školskoj nastavi	PMF-FO	PF,PFTI,PFM	Pojam relativnosti prostora i vremena u teoriji relativnosti. Usporedba Galilejeve i Einsteinove relativnosti. Konstantnost brzine svjetlosti u klasičnoj elektrodinamici. Zamišljeni eksperimenti temeljeni na relativnosti inercijalnih sustava i konstantnoj brzini svjetlosti. Dobivanje izraza za dilataciju vremena i kontrakciju duljina. Potvrda relativističke dilatacije vremena pomoću mionskog pljuska nastalog naletom kozmičkih zraka na visoke slojeve atmosfere. Potvrda relativističke dilatacije vremena direktnom usporedbom vremena mjerenog pomoću nepokretne i pokretne ure. Paradoks blizanaca i njegovo razrješenje. Komplementarnost dilatacije vremena i kontrakcije duljine. Primjena kontrakcije duljine i dilatacije vremena na konkretnim primjerima. Dilatacija vremena u gravitacijskom polju. Primjeri gravitacijske dilatacije vremena na raznim nadmorskim visinama. Gibanja opisana na svjetlosnom stošcu. Utjecaj relativističkog vremena i prostora na relativističku dinamiku. Metodčka obrada po jedne obvezne i izborne teme u vezi relativističkog vremena i prostora.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Atomski i molekularni spektri	PMF-FO	PF,PFK,PFM	Energijski spektar atoma vodika (eksperimentalni, teorijski u Bohrovom modelu, teorijski za Schroedingerovu jednadžbu). Energijski spektri složenijih atoma. Jednoelektronski energijski spektri atoma i Paulijev princip. Emisija i apsorpcija fotona za energijski spektar. Emisijski elektromagnetni spektar za vodikov atom i za složenije atome. Energijski spektri jednostavnih molekula. Rotacijski i vibracijski spektri molekula.

Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Modeli atoma u fizici i kemiji	PMF-FO	PFK	Empedoklov element. Demokritov model atoma. Lukrecijev model atoma. Gassendijev model atoma. Boškovićev model atoma. Lavoisierov kemijski element. Daltonov kemijski atom. Davy-Faraday-Arrhenius-ova teorija električnog naboja u atomu. Hertzovi pronični atom. Lenardova revitalizacija Boškovićevog modela. Thomsonovo otkriće elektrona. Millikanovo mjerenje naboja elektrona. Thomsonov model atoma. Rutherfordov model atoma. Planetarni model atoma. Bohrov model atoma. Sommerfeldov model atoma. De Brogliev model atoma. Kvantnofizikali model atoma i kemijske veze.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Fizikalne osnove pasivne solarne energetike	PMF-FO	PF,PFI	Pretvorbe energije sunčevog zračenja na Zemlji u toplinu. Prijenos topline vođenjem, konvekcijom i zračenjem. Fizikalna načela pasivne solarne energetike. Primjena pasivne solarne energetike u gradnji zgrada i industrijskih pogona. Prilagodba pasivne solarne energetike zimskim i ljetnim uvjetima. Energetska bilanca pasivne solarne energetike. Pasivna solarna energetika i novi materijali.
Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Analiza jednoliko ubrzanog gibanja pomoću računalne simulacije	PMF-FO	PF,PFI,PFTI	Koristeći kompjutorski program "Svemirski brod" s weba ilustrirat će se na konkretnim primjerima jednoliko akcelerirano gibanje po pravcu (s pozitivnom i negativnom akceleracijom) tabličnim i grafičkim prikazima. Numeričkom simulacijom izvesti će se formula za jednoliko ubrzano ili usporeno gibanje. Kompjutorskom simulacijom istražiti će se utjecaj sile trenja na jednoliko akcelerirano gibanje. Razmotriti će se neki primjeri samostalnih učeničkih projekata pomoću numeričkih simulacija. Taj pristup je namijenjen učenicima 1. razreda gimnazije kao komplementarni pristup pomoću kompjutorske simulacije. Preporučljivo je da manja grupa zainteresiranih učenika to izradi kao projektni zadatak i da izlaže u okviru nastave ili kao izbornu temu. Što se tiče izvoda algebarske formule, dosadašnji pristupi da se do formule dođe pomoću eksperimenta ili pomoću teorijskog izvoda sada se egzemplarno može nadopuniti i trećim pristupom: pomoću kompjutorske simulacije. Na taj način učenici dublje usvajaju gradivo, potiče ih se na rano familijaziranje s idejom kompjutorskih simulacija i produbljuje se njihov interes za fiziku uporabom medija za koji imaju razvijeni senzibilitet.

Prof. dr. sc. Vladimir Paar	Analiza kosog hitca pomoću računalne simulacije	PMF-FO	PF,PFI,PFTI	Koristeći kompjutorski program "Svemirski brod" s weba ilustrirat će se kompjutorski na konkretnim primjerima gibanje pri kosom hitcu sa i bez trenja tabličnim i grafičkim prikazima. Kompjutorskom simulacijom izvesti će se algebarska formula za kosi hitac bez trenja i domet. Istražit će se kompjutorskom simulacijom učinak uvođenja sile trenja. Razmotriti će se neki primjeri mogućih samostalnih učeničkih projekata pomoću kompjutorskih simulacija. U prvom razredu gimnazije obraditi će se samo horizontalni hitac. Kosi hitac, s primjenom trigonometrijskih funkcija, treba predvidjeti za izbornu nastavu u 3. i 4. razredu, za učenike koji imaju interes. Račun s otporom zraka predviđen je samo fenomenološki da učenik konkretno vidi i sam zaključi kako otpor zraka utječe na gibanje tijela. To je zgodan primjer da učenik uoči razliku između aproksimativnog opisa idealizirane situacije (bez otpora zraka) i realističnije situacije (s otporom zraka). Općenitije, učenik može razmotriti i utjecaj otpora medija raznih veličina na gibanje. Preporučljivo je da manja grupa zainteresiranih učenika to izradi kao projektni zadatak i da izlaže u okviru nastave ili kao izbornu temu.
Prof. dr. sc. K. Pavlovski	Spektroskopska analiza šume Lymanovih linija u spektrima kvazara	PMF-FO	DIF-EXP	Svojstva međugalaktičke materije mogu se proučavati analizom spektra kvazara, koji se sastoji od šume apsorpcijskih linija plavo od Ly alfa emisijske linije kvazara. Među apsorpcijskim linijama dominiraju Ly alfa linije, a u manjim količinama su prisutne Ly beta linije i linije teških iona i metala. Glavni Ly apsorber je neutralni vodik u međugalaktičkoj materiji oko crvenog pomaka $z \approx 3$ . U radu će se dati kratki pregled svojstva međugalaktičke materije, usporediti dosadašnje teorijske simulacije s eksperimentalnim podacima, te će se eksperimentalnom analizom dva spektra kvazara (snimljena UVES spektrografom na VLT teleskopu) promatrati temperaturne fluktuacije međugalaktičke materije oko crvenog pomaka $z \approx 3$ . Na kraju rada, dobiveni rezultati mjerenja upotrijebit će se za kozmološku interpretaciju reionizacijske povijesti svemira
Prof. dr. sc. K. Pavlovski	Određivanje starosti galaksija	PMF-FO	DIF-EXP	Jedan od većih problema u istraživanju galaksija je degeneracija starosti i metaliciteta galaksija. Da bi se mogla odrediti starost galaksije potrebno je poznavanje metaliciteta, i obrnuto. Učinjenji su mnogobrojni pokušaji pomoću posebno definiranih fotometrijskih indeksa. U ovom će se radu slijediti prijedlog prof. Rakoša koji je predložio PCA ('Principal Component Analysis') analizu Stroemgrenovih boja galaksija. Također će se provesti PCA modela zvjezdanih populacija (Goettingen modeli). Konačni cilj rada je izrada kompjuterskog programa za izračunavanje starosti galaksija iz njihovih boja u Stroemgrenovom fotometrijskom sustavu.

Prof. dr. sc Matko Milin	Mikroturbulentna brzina u atmosferi divovske zvijezde Bellatrix	PMF-FO	DIF-EXP	<p>Model zvjezdane atmosfere odredjen je efektivnom temperaturom i ubrzanjem gravitacijske sile na površini zvijezde. Za odredjivanje zastupljenosti elemenata u atmosferi zvijezde, potrebno je odrediti polje brzina obzirom na mikro- i makroturbulentna gibanja materijala u zvjezdanoj atmosferi. Istrazivanja sve vise ukazuju na ovisnost mikroturbulentne brzine o masi elementa.</p> <p>Cilj je diplomskog rada odrediti mikroturbulentnu brzinu iz veceg broja elemenata (O, Si, N, C). Divovska zvijezda Bellatrix ima vrlo malu rotacijsku brzinu i spektralne linije pojedinih elemenata dobro su razdvojene. Istrazivanje ce se vrsiti na spektru zvijezde Bellatrix snimljenom echelle spektrografom velike spektralne rezolucije UVES na VLT/Kueyen teleskopu European Southern Observatory.</p>
Prof. dr.sc. Petar Pervan	Elektronska svojstva intekaliranog grafena	PMF-FO	DIF-EXP	<p>Grafen je jedan od najintrigantnijih materijala današnjice. Dvodimenzionalna struktura sačinjena od ugljikovih atoma u formi pčelinjeg saća čini grafen jednim od najboljih vodiča ali istovremeno i najčvršćim materijalom u prirodi. Grafen je istinski nano materijal s velikim potencijalom u primjeni. Spektar mogućih primjena se značajno širi dopiranjem grafena različitim atomima. Umetanje (inetkalacija) grafita alkalijskim metalima dovelo je do pojave cijelog spektra novih elektronskih svojstava uključujući i supravodljivo stanje. Umetanje alkalijskih metala između substrata i grafenskog sloja dovodi do značajne promjene elektronskih stanja grafena (tzv. Diracovi fermioni) uključujući i renormalizaciju disperzije elektronskih vrpca u okolini Fermi nivoa zbog međudjelovanja s pobuđenjima kristalne rešetke. Cilj je ovog rada istražiti, metodom kutno razlučive fotoelektronske spektroskopije (ARPES), promjenu elektronskih stanja grafena, stabiliziranog na monokristalnoj metalnoj površini, zbog dopiranja alkalijskim metalima. Dobiveni rezultati usporedit će se s teorijskim vrpcama dobivenim u aproksimaciji čvrste veze.</p>
Doc.dr.sc. Robert Pezer	Kvantna fizika na računalu	Metaluršk i fakultet, Sisak	PF, PFI, PMF, PFK, PFTI	<p>Tema diplomskog rada uključuje fizikalni i informatički dio. Fizikalni dio je zamišljen da se osmisli niz karakterističnih jednostavnih primjera kvantnih sistema s jednom i dvije čestice pogodnih za ilustraciju kvantnih principa s pomoću računala. Predviđaju se interaktivne vježbe u stacionarnom i vremenski ovisnom slučaju. Jedna od posebnih tema bi bila i analiza učinaka postulata simetrije u jednostavnim dvočestičnim sustavima. U informatičkom djelu se osmišljavaju interaktivne računalne simulacije u objektno orijentiranim programskim sustavima koji simuliraju razvoj profesionalne programske podrške od dizajna rješenja do konkretne implementacije.</p> <p>Tema je prikladna za izradu više diplomskih radova.</p>

Prof. dr. sc. Ivica Picek	Amplitude rijetkih procesa i promjene okusa koje provjeravaju standardni model i daju uvid u njegova moguća poopćenja	PMF-FO	DIF-TH	Već postojeće provjere na razini kvantnih petlji, svrstavaju "standardni model" temeljnih čestica i sila u dobro utemeljenu "standardnu teoriju". Dakako, nju treba poopćiti na teoriju koja bi bila kadra objasniti slobodne parametre standardnog modela, ali i rezultate novih mjerenja, koji izlaze iz okvira "minimalnog" standardnog modela. Posebice se to odnosi na rijetke raspade s promjenom okusa i na amplitude CP narušenja, kao i njima pridružene specifične mehanizme (operatore) inducirane kvantnim petljama.
Prof. dr. sc. Ivica Picek	Kozmološki aspekti fizike elementarnih čestica	PMF-FO	DIF-TH	Kozmološki aspekti fizike elementarnih čestica je generička tema koja obuhvaća diplomske radove fokusirane na specifične teme istraživanja. Teški stupnjevi slobode standardnog modela čestica i sila (SM) proizvode se laboratorijski tek na sudarivačima najviših energija, dok je njihov prirodni laboratorij rani svemir koji danas opisujemo standardnim kozmološkim modelom. Ta dva standardna modela se prožimaju u pitanjima koja ostaju otvorena u SM: poopćenje SM-a na „novi SM“ s masivnim neutrinima, pitanje barionske asimetrije i pridruženog mehanizma CP narušenja i mehanizma bario/lepto-geneze, te problem kozmološke konstante. Ta dva modela su i okvir za razrješavanje zagonetke tamne komponente svemira, tamne tvari (DM od engl. dark matter) i tamne energije (DE od engl. dark energy). Dok je postojeća kozmološka evidencija za obje tamne komponente gravitacijskog tipa, za DM je zamisliva realizacija čestičnog tipa u obliku wimpova (od engl. weakly interacting massive particle) koje tek treba izučiti, dok se DE povezuje s kvantnim vakuumom i poopćenjima skalarnog sektora SM-a.
Dr. sc. Branko Pivac	Istraživanje radijacionih defekata u siliciju i germaniju	IRB	DIF-EXP	Monokristalinični silicij predstavlja idealan model za istraživanje defekata općenito pa tako i defekata uvedenih zračenjem. Iako već postoji duga povijest ovakvih istraživanja (više od četiri desetljeća!) još uvijek nisu istraženi i'potpuno objašnjeni svi pa ni vrlo elementarni defekti ni njihove interakcije. Tako na primjer vrlo je intrigantan fenomen nastanka kisikova dim era u rešetci silicija. S druge strane germanij iako poznat u poluvodičkoj tehnologiji prije silicija odavno je bio zanemaren, no u bliskoj budućnosti se očekuje njegova renesansa i preuzimanje značajanog udjela u poluvodičkoj tehnologiji. Istraživanja defekata i njihovih interakcija u germaniju su daleko slabije razvijena nego li u siliciju. Iako se očekuje da su ponašanja elementarnih defekata prilično analogna već prva istraživanja pokazuju da se značajno razlikuju i da su potrebni daleko veći napor u tom smjeru. U predloženom kratkom istraživanju u okviru izrade diplomskog rada pažnja bi se fokusirala na defekte nastale ozračivanjem gama fotonima i/ili neutronima na uzorcima silicija i/ili germanija kao i studiju njihove dinamike uslijed termičkog odgrijavanja.

Dr.sc. Maja Planinić	Edukacijska istraživanja u fizici	PMF-FO	PF, PFI, PFK, PMF, PFTI	Edukacijska istraživanja u fizici u svijetu su u posljednjih četrdesetak godina ukazala na postojanje brojnih učeničkih konceptualnih i matematičko - logičkih poteškoća u razumijevanju fizikalnih sadržaja. Te su poteškoće prisutne na svim razinama učenja fizike, od osnovne škole do fakulteta, a uključuju učeničke alternativne koncepcije, nedostatno razvijenu sposobnost formalnog razmišljanja i znanstvenog zaključivanja, te poteškoće s primjenom matematičkih znanja i vještina u fizikalnom kontekstu. Poznavanje tih poteškoća jako je bitno za svakog nastavnika fizike. Iz ove teme može proizaći više diplomskih radova u kojima bi studenti nastavničkih smjerova proučili rezultate svjetskih i domaćih istraživanja vezanih uz neke fizikalne teme prisutne u hrvatskom kurikulumu, te testovima ili intervjuima dijagnosticirali i analizirali najčešće poteškoće vezane uz te teme kod hrvatskih učenika i studenata. U nekim slučajevima studenti bi mogli i testirati i evaluirati nove nastavne pristupe pojedinim temama iz kurikuluma. Takvi bi radovi doprinijeli boljem poznavanju stupnja učeničkog razumijevanja fizike u Hrvatskoj kao i boljoj pripremljenosti budućih nastavnika fizike za suvremene načine poučavanja fizike.
Prof. dr. sc. Mirko Planinić	Računalna implementacija konceptualnih testova iz fizike	PMF-FO	PFI	U okviru ove teme će se primjenom Claroline računalnog sustava za upravljanje učenjem postavljati i primjenjivati konceptualni testovi iz raznih područja fizike te proučavati korelacije među njima. Provodit će se testiranje učenika srednjih škola i studenata i analizirati rezultati.
Prof.dr.sc. Mirko Planinić	Potruga za Higgs bozonom CMS detektorom na LHC sudarivaču	PMF-FO	DIF-EXP	Standardni model fizike elementarnih čestica oslanja se na proces spontanog lomljenja simetrije za generiranje mase elementarnih čestica, koji vodi i na produkciju Higgsovog bozona. Higgsov bozon se, ovisno o masi, na LHC-u može proizvesti raznim procesima od kojih su dominantni procesi gluon-gluon fuzije. Raspada se raznim kanalima koji također ovise o njegovoj masi. Za mase ispod 150 GeV/c <sup>2</sup> , Higgs se može tražiti u dvo-fotonskom kanalu koji ima prednost čistog potpisa u hadronskom okruženju LHC-a gdje se može iskoristiti dobra energijska rezolucija CMS elektromagnetskog kalorimetra. Kanal H->ZZ*->4leptona također je jako važan zbog manje pozadine mlazova. U diplomskim radovima vezanima uz ovu temu će se istražiti mogućnosti detekcije Higgsovog bozona CMS detektorom u raznim kanalima raspada u prvih par godina rada LHC sudarivača
Prof.dr.sc. Mirko Planinić	Primjena neuronskih mreža u fizici i informatici	PMF-FO	PFI	Neuronske mreže (NM) ili umjetne neuronske mreže, predstavljaju gusto isprepletene mreže medjusobno povezanih računskih elemenata koji obrađuju podatke. NM se može trenirati tako da napravi klasifikaciju, procjenu, simulaciju i predviđanja procesa koji generira mjerene podatke. Tema se nadovezuje na kolegij "strukture podataka i algoritmi". Primjene NM su široke, a u okviru ove teme će se opisati primjene u fizici i informatici kao što su identifikacija subatomskih čestica, odvajanje signala fizikalnog procesa od pozadine u visokoenergijskoj fizici elementarnih čestica, algoritam prepoznavanja oblika (npr. krivulja) itd.

Prof. dr. sc. Miroslav Požek	Mikrovalno ispitivanje visokotemperaturnog supravodiča u režimu pseudoprocjepa	PMF-FO	DIF-EXP	Svim visokotemperaturnim supravodičima na bazi bakrovih oksida zajedničko je postojanje pseudoprocjepa na temperaturama znatno višim od supravodljivog prijelaza. Visokofrekventna transportna i magnetotransportna svojstva u tom režimu nisu dovoljno istražena. Tema diplomskog rada je sustavna karakterizacija mikrovalne vodljivosti jednog poddopiranog uzorka (monokristala) iz porodice visokotemperaturnih supravodiča. Mjerenja bi se obavila u temperaturnom rasponu od 4K do 320K, te u magnetskom polju do 16T. Također bi se ispitala anizotropija s obzirom na vanjsko magnetsko polje.
Prof. dr. sc. Miroslav Požek	NQR istraživanja supravodiča $\text{La}_2\text{-xSr}_x\text{CuO}_4$	PMF-FO	DIF-EXP	Nuklearna kvadrupolna rezonancija (NQR) je eksperimentalna metoda u fizici čvrstog stanja koja koristi jezgre čiji je električni kvadrupolni moment različit od nule za određivanje lokalne raspodjele naboja u kristalu. Tehnički, metoda je ekvivalentna nuklearnoj magnetskoj rezonanciji (NMR), samo što ne zahtijeva statičko magnetsko polje. Tema ovog diplomskog rada je mjerenje kvadrupolne rezonancije jezgara $^{63}\text{Cu}$ i $^{65}\text{Cu}$ u visokotemperaturnom supravodiču $\text{La}_2\text{-xSr}_x\text{CuO}_4$ . Rad bi obuhvaćao pripremu rezonantnog titrajnog kruga za mjerenje, optimizaciju eksperimentalnih parametara te mjerenje temperaturne ovisnosti kvadrupolne rezonancije za jedan od uzoraka. Kao rezultat se očekuju nova saznanja o raspodjeli i dinamici električnih naboja u ravninama bakrovih oksida promatranog kristala.
Prof.dr.sc. Mirko Primc	Diracova jednačba	PMF-MO	DIF-TH	Cilj rada je izvesti Diracovu jednačbu, fundamentalnu linearnu Lorentz-invarijantnu kvantnu jednačbu, te objasniti strukture koje iz nje proizlaze. Ideja je strogo izvesti sve rezultate kako je to Dirac učinio. Najprije će se uvesti potreban matematički aparat: vektori, kovektori, tenzori i Lorentzova grupa. Izvest će se Klein-Gordonova, a zatim i Diracova jednačba. Cliffordova algebra gamma matrica je nužna matematička struktura, pa će ona biti uvedena i detaljno proučena. Jedan od ciljeva rada je obraditi i pojam spina koji se prirodno pojavljuje u okviru Diracove jednačbe, a koji je prije bio umetan u teoriju kao vanjski dodatak. Izvest će se i osnovna rješenja Diracove jednačbe i relacije među njima.
Prof.dr.sc. Mirko Primc	Reprezentacije kompaktnih grupa i primjena u fizici	PMF-MO	DIF-EXP	U radu bi se primijenili rezultati teorije reprezentacija kompaktnih Liejevih grupa na dvije specifične grupe simetrija elementarnih čestica: približnu okusnu $\text{SU}(3)$ simetriju statičkog kvarkovskog modela hadrona te na strogu $\text{SU}(3)$ simetriju kvantne kromodinamike, odnosno, teorije jakog međudjelovanja. Pored navedenog, dokazao bi se i čuveni Peter-Weylov teorem, osnova za analizu na kompaktnim grupama, koja je generalizacija za fiziku vrlo važne Fourierove analize. Za sve navedene rezultate korištene i dobivene u radu dali bi se strogi dokazi.

Jordi Sancho-Parramon	Razlaganje metalnih nanočestica potpomognuto električnim poljem	IRB	DIF-EXP	<p>Kompozitni materijali koji se sastoje od metalnih nanočestica u dielektričnom sredstvu imaju jedinstvena optička svojstva zahvaljujući oscilacijama slobodnih elektrona u metalu, poznatim kao rezonancija površinskih plazmona. Fenomen rezonancije površinskih plazmona pronalazi primjenu u mnogim tehničkim i istraživačkim područjima, od medicine do telekomunikacija. Nedavno je pokazano da istovremena primjena snažnog električnog polja i povišene temperature može uzrokovati razlaganje metalnih nanočestica, te zbog toga nestanak rezonancije površinskih plazmona. Ovaj jednostavni postupak može omogućiti gradnju novih optičkih i fotoničkih komponenata.</p> <p>Diplomski rad koji se ovdje predlaže fokusira se na fenomen procesa razlaganja potpomognutog električnim poljem, a kroz analizu optičkih mjerenja. Ovaj projekt će se izraditi u okviru tekućeg istraživanja na Zavodu za laserska i atomska istraživanja i razvoj Instituta Ruđer Bošković. Cilj je proučiti utjecaj različitih parametara (intenzitet električnog polja, temperatura, duljina tretmana) na proces razlaganja metalnih nanočestica na površini stakla ili u dielektričnom tankom filmu. Optička mjerenja koja će se napraviti nakon tretiranja uzorka pokazat će djelomični ili potpuni nestanak apsorpcije koja je povezana s rezonancijom površinskih plazmona, ukazujući na djelomično ili potpuno razlaganje metalnih nanočestica. Ovo istraživanje će se provesti za različite vrste uzoraka, a konačni cilj je povezati proces razlaganja s karakteristikama uzorka. Zadatci koji treba izvršiti za ovaj diplomski rad uključuju i) izvođenje eksperimenata razlaganja potpomognutim električnim poljem, ii) optička mjerenja uzoraka prije i nakon tretmana korištenjem spektrofotometrijske i elipsometrijske tehnike, te iii) analizu optičkih mjerenja radi karakterizacije procesa razlaganja. Predmet rada ove diplomske radnje bi mogao biti uvod u doktorat za zainteresiranog studenta.</p>
dr.sc.Ana Smontara	Proučavanje transportnih svojstava kvazikristalnih aproksimanata	IFS	DIF-EXP,PF,PFI,PFTI,PFK,PMF	<p>Pojam „kompleksni metalni spojevi“ obuhvaća vrlo velik broj spojeva karakteriziranih izuzetno velikim jediničnim ćelijama koje mogu sadržavati i više od tisuću atoma. Jedna od klasa kompleksnih metalnih spojeva su kvazikristalni aproksimanti, čije su jedinične ćelije izgrađene od politetraedarskih struktura prisutnih u kvazikristalima. Istovremena prisutnost periodičnosti na prostornoj skali dugoga dosega te neperiodične politetraedarske uređenosti na skali kratkoga dosega kod ovih sistema dovodi do ispreplitanja prostorne lokaliziranosti i delokaliziranosti atomskih titranja i nositelja električnog naboja. U okviru diplomskog rada istraživat će se fizikalna svojstva monokristala Taylorove faze Al-Mn-Fe, mjerenjem temperaturne ovisnosti električne i toplinske vodljivosti te termostruje. Dobiveni rezultati analizirat će se u okviru postojećih teorijskih modela za transport naboja i topline u kompleksnim metalnim spojevima.</p>

Dr sc. Damir Starešinić	Utjecaj defekata na svojstva valova gustoće naboja	IFS	DIF-EXP,PF,PFTI	<p>Kolektivno stanje vala gustoće naboja (VGN) javlja se u pojedinim kvazi-jednodimenzionalnim vodičima kao posljedica anomalne odzivne funkcije jednodimenzionalnog elektronskog plina. VGN iskazuje mnoga neobična svojstva poput nelinearne vodljivosti u malom električnom polju, periodičnog šuma u nelinearnom režimu, vrlo velike dielektrične konstante na niskim frekvencijama i rezonancije na visokim frekvencijama. Posebno nam je pri tome zanimljiva pojava prijelaza u novo stanje VGN stakla na mezoskopskim prostornim skalama. Sva ta svojstva posljedica su vezanja VGNa na vanjske „smetnje“ u obliku topoloških defekata ili nečistoća u međuigri sa zasjenjenjem VGNa slobodnim nosiocima naboja. U našem laboratoriju pokrenuli smo sistematsko proučavanje utjecaja defekata na svojstva VGNa. Mjerimo transportna svojstva (linearna i nelinearna vodljivost) uzoraka VGN sistema o-TaS3 ozračenih protonima u širokom rasponu doza, u ovisnosti o temperaturi i električnom polju. Iz rezultata mjerenja određuje se temperatura VGN prijelaza, aktivacijska energija, temperaturna histereza, kritično polje za nelinearno vođenje kao i oblik I/V krivulje. Pri tome se utvrđuju kvantitativne i kvalitativne promjene svojstava VGNa zbog promjene prostorne skale nereda koje se pokušavaju povezati s postojećim teorijskim modelima.</p>
Dr.sc. Hrvoje Skenderović	Vremenski korelirano brojanje pojedinačnih fotona	IFS	DIF-EXP	<p>Vremenski korelirano brojanje pojedinačnih fotona, Time-correlated single photon counting, (TCSPC) je izuzetno osjetljiva tehnika za mjerenje svjetlosti niskih intenziteta s pikosekundnom vremenskom rezolucijom i vrlo visokom preciznošću. Na Institutu za fiziku odnedavno postoji jedan visokokvalitetni elektronički modul za TCSPC mjerenja. Predmet diplomskog rada bi bilo izgradnja eksperimentalnog postava oko TCSCP modula, njegova karakterizacija i prva mjerenja. Mjerenja pomoću TCSCP tehnike mogu se između ostaloga primjeniti na precizna mjerenja vremena života pobuđenih molekula i tzv. fluorescentnu korelacijsku spektroskopiju (FCS). Često se primjenjuje za ispitivanja aktivnosti raznih biološki važnih molekula. Preciznost i značajke izgrađenog postava bi se prvo testirali na jednostavnijim sistemima poput atoma, a za pobudu bi se koristili postojeći femtosekundni i kontinuirani laseri u našem laboratoriju. Pri izradi diplomskog rada kandidat bi stekao uvid u najsuvremenije eksperimentalne i računске metode u području fluorescentne spektroskopije kao važne fizikalne metode u znanosti o životu.</p>

dr. sc. Neven Soić	Rezonantni procesi u $6\text{Li}+4\text{He}$ sustavu i struktura jezgre $10\text{B}$	IRB	DIF-EXP	<p>Opažanje rezonancija s dobro definiranim svojstvima (energija pobuđenja, vrijeme života, spin, paritet, parcijalne širine raspada itd.) u niskoenergijskoj interakciji projektila i mete daje važne informacije o građi atomske jezgre nastale fuzijom ulaznih jezgara. Rezultati mjerenja ekscitacijskih funkcija različitih izlaznih kanala reakcije mogu se direktno povezati sa strukturom nastale složene jezgre, te usporediti s teorijskim rezultatima, čime omogućuju testiranja različitih modela atomskih jezgara. S eksperimentalnog aspekta osobito su zanimljiva mjerenja ekscitacijskih funkcija procesa u kojima teži projektil međudjeluje s lakšom plinskom metom velike debljine, kada je u jednom mjerenju na jednoj energiji snopa moguće izmjeriti ekscitacijske funkcije različitih kanala raspada složene jezgre u širem rasponu energija pobuđenja, od praga procesa do maksimalne ekscitacije određene energijom snopa. Preinake izvršene na eksperimentalnoj liniji Laboratorija za nuklearnu fiziku na akceleratoru Tandem Van de Graaff Zavoda za eksperimentalnu fiziku odnedavno omogućuju ovakvu vrstu mjerenja na Institutu Ruđer Bošković. U okviru diplomskog rada mjeriti će se nuklearni procesi izazvani snopom <math>6\text{Li}</math> energije od 4 do 14 MeV na plinskoj meti <math>4\text{He}</math> na akceleratoru Tandem Van de Graaff IRB-a jednostavnim detektorskim teleskopima sastavljenim od vrlo tankog i debelog silicijskog detektora. Iz izmjerenih podataka za identificirane izlazne čestice iz elastičnog i neelastičnog raspršenja i nuklearne reakcije <math>6\text{Li}(4\text{He},p)9\text{Be}</math> odrediti će se neka svojstva stanja jezgre <math>10\text{B}</math>. Ta jezgra je odličan primjer za testiranje ove metode mjerenja zbog dobro poznatih izoliranih rezonancija na niskim energijama ekscitacije koje će omogućiti dobro određivanje rezolucije mjerenja i točnosti tehnike. Uz to, <math>10\text{B}</math> na višim energijama ekscitacije ima brojna stanja čije karakteristike nisu još uvijek dobro izmjerene, pa će ova mjerenja doprinijeti i boljem poznavanju građe ove jezgre, koja je jedna od najdeformiranijih lakih jezgara s vrlo izraženom klusterskom građom, te kao takva jedan od mjerila uspješnosti svakog modela građe atomskih jezgara. Tijekom izrade diplomskog rada student će se upoznati s osnovnim tehnikama i metodama mjerenja u nuklearnoj fizici, osnovama analize podataka dobivenih mjerenjima, te metodama dobivanja informacija o strukturi jezgara iz rezultata mjerenja nuklearnih reakcija.</p>
--------------------	--	-----	---------	---

doc. dr. sc. Selma Supek	Neuromagnetska proučavanja prostorno-vremenskog lokaliziranja simuliranih fokalnih i distribuiranih kortikalnih izvora	PMF	DIF-EXP	<p>Magnetoencefalografija mjeri ekstremno slaba neuromagnetska polja evocirana senzornim i kognitivnim procesima i omogućuje uvid u prostorno vremensku dinamiku neuronske aktivnosti ne samo na površini glave, u prostoru mjerenja, nego, rješavanjem biomagnetskog inverznog problema, i kortikalne aktivnosti u prostoru izvora. Dosadašnja istraživanja funkcionalne i strukturne organizacije mozga ukazuju da i najjednostavniji senzorni procesi aktiviraju kompleksnu mrežu kortiko-kortikalnih procesa. Iako MEG neinvazivnim ekstrakranijskim mjerenjima ne može dati uvid u površinu aktivnog korteksa, modelske pretpostavke o fokalnoj aktivnosti mogu biti narušene u nekim empirijskim studijama i time utjecati na točnost izracuna prostornih i vremenskih parametara. Dimenzije vidnih podražaja i njihov položaj u vidnom polju omogućuju jedan od rijetkih načina eksperimentalno kontroliranog povećavanja aktiviranih kortikalnih površina u retinotopski organiziranim vidnim područjima tijekom prvih 150ms tranzijentnih evociranih neuromagnetskih odgovora. Cilj diplomskog rada je numeričkim simulacijama koristeci realisticnu kortikalnu geometriju ispitati ucinak porasta površine aktivnog vidnog korteksa na izracun lokacije i dinamike aktivnog kortikalnog izvora i mogućnost razlučivanja u slučaju višestruko aktivnih izvora koristeci nelinearni model za lokaliziranje neuronske ionske gustoće stuje.</p>
Dr. sc. Ana-Sunčana Smith	Modeliranje procesa adhezije bioloških membrana	University of Stuttgart	DIF-TH	<p>Modeliranje dvoslojnih membrana, njihovih međudjelovanja i procesa adhezije, dotiče se fundamentalnih pitanja u području meke kondenzirane tvari i biofizike. Obično, membrane se opisuju kao dvodimenzionalne elastične, fluidne površine. Kompleksna i bogata fizikalna ponašanja proizlaze iz činjenice da termalne fluktuacije bitno utječu na svojstva i ponašanja veličina koja se istražuju.</p> <p>Zbog učestale pojave dvoslojnih membrana u biologiji (primjerice, stanična stjenka), naša istraživanja tijesno su vezana uz napore koji se ulažu u svrhu razumijevanja kako stanica komunicira s okolinom (proces adhezije) i na koji način se ta komunikacija kontrolira kroz aktivne procese (unos energije u sustav). Postavljanjem teorijskih modela koji se onda testiraju kroz u tu svrhu osmišljene eksperimente, polako se gradi sustavno i kvantitativno razumijevanje rada stanice. Diplomski rad na ovu temu, bi kroz analitičko i numeričko modeliranje dinamike adhezije trebao doprinijeti naporima u ovom, danas vrlo zahuktalom, smjeru istraživanja.</p>

dr.Mario Stipčević/ Doc.dr.sc. D. Androidić	Kvantni generator slučajnih brojeva	IRB	PFI,PFTI, PMF	Poznato je da se neometani kvantni sistem razvija prema principima kvantnog determinizma, a da se činom mjerenja sistem stohastički dovodi u jedno od mogućih klasičnih stanja. Ta se činjenica može iskoristiti za eksperimentalno dobivanje perfektno slučajnih brojeva koji su slobodni od bilo kakvog determinizma i autokorelacija. Takvi brojevi nužni su npr. za pripremu stanja u kvantnoj kriptografiji, za probabilističke algoritme ili pri rješavanju još uvijek ne riješene zagonetke nelokalnosti fizikalnih zakona (Bellov test). Zadatak je pristupnika da sagradi jednostavan poluvodički laser te ga upotrijebi za konstruiranje generatora slučajnih brojeva (odnosno binarnih bitova) zasnovanih na principu preparacije, manipulacije i detekcije stanja pojedinačnih fotona. Generator bi koristio polarizirajući razdjelnik svjetlosne zrake, što omogućuje proizvoljno namještanje vjerojatnosti jedinice odnosno nule. Objasniti princip rada. Objasniti razliku između pseudo slučajnih i ovako generiranih slučajnih brojeva te diskutirati potencijalne primjene.
Prof. dr. sc. Denis Sunko	Kvantne tekućine	PMF-FO	DIF-TH, PFK	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
Prof. dr. sc. Denis Sunko	Jake kvantne korelacije	PMF-FO	DIF-TH	Ponašanje elektrona u mnogim suvremenim tehnološki važnim materijalima se značajno razlikuje od polazne točke idealnog plina, bio to idealni plin slobodnih čestica (za metale) ili idealni plin magnetskih momenata (za lokalizirane elektrone u magnetskim materijalima). U visokotemperaturnim supravodičima, to je posljedica jake kratkodosežne odbojne sile među elektronima. Drugdje to može biti zbog međudjelovanja vodljivih elektrona sa lokaliziranim kvantnim stanjima. Bitan fizikalni sadržaj ovih problema se može proučavati na pojednostavljenim modelima, od kojih su neki okrenuti tumačenju određenih mjerenih pojava, a drugi rasvjetljavanju pojedinih teorijskih ideja. U širokom rasponu poznatih pristupa, koji su svi verificirani u literaturi, a neki se razvijaju i ovdje na Fizičkom Odsjeku u okviru znanstvenih istraživanja, postoje dobre mogućnosti prilagođavanja razine i usmjerenja diplomskog rada interesima i temperamentu pojedinog studenta.

Prof. dr. sc. Denis Sunko	Klasični kompleksni sustavi	PMF-FO	DIF-TH	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. Treba ipak napomenuti da je ova širina ponešto na štetu dubine, pa svjetskim istraživanjima dominiraju računalne simulacije, većinom na razini koja je pristupačna i u Zagrebu. Kompleksnost tih simulacija općenito ne nadilazi okvire diplomskog rada, za nekog tko je sklon programiranju.
Tihomir Surić	Modeli emisije visokoenergijskih gama-zraka u relativističkim mlazovima aktivnih galaktičkih jezgara	IRB	PF	<p>Aktivne galaktičke jezgre (AGN) glavni su izvangalaktički izvori visokoenergijskih gama-zraka. AGN su vrlo kompaktni objekti čiji je luminozitet 10.000 puta veći od okolne galaksije. Proces 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.</p> <p>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.</p>

dr.sc. Silvia Tomić	Električna vodljivost vodenih otopina natrijevih soli hijaluronske kiseline	IF	DIF-EXP	Tema ovog diplomskog rada je istraživanje dinamike vodenih otopina natrijevih soli hijaluronske kiseline. Električna vodljivost određuje se u okviru mjerenja kompleksne vodljivosti pomoću eksperimentalne tehnike dielektrične spektroskopije (40 Hz – 40 MHz) u granici niskih frekvencija. Eksperimentalni rezultati električne vodljivosti analizirat će se u okviru standardnog modela koji vodi računa o utjecaju jakih elektrostatskih interakcija između protuiona i naboja na polionima u otopini. Pokazat će se kako se iz mjerene vodljivosti mogu razdvojiti doprinosi protuiona i poliiona te kako je doprinos poliona bitno određen konformacijom poliiona koja slijedi zakon potencija. U tu svrhu će se uvesti korelacijska dužina koja se dobiva iz mjerenja dielektrične spektroskopije na visokim frekvencijama.
Prof. dr .sc. Anđelka Tonejc	Karakterizacija nanokristaliničnog materijala analizom slike elektronske difrakcije	PMF-FO	DIF-EXP	Nanokristalinični materijali pokazuju mnoga fizikalna i kemijska svojstva fundamentalno drugačija i superiornija od istih materijala kada su amorfni ili kristalinični. Analiza strukturnih parametara materijala proizvedenih u raznim uvjetima je neophodan uvjet za razumijevanje njihovih svojstava i moguću primjenu u tehnologiji. Međutim postoji skupina materijala kod kojih mjerenje ovih strukturnih parametara nije moguće upotrebom konvencionalnih tehnika, primjerice rentgenskom difrakcijom. To su tanki filmovi napareni na razne podloge ili tanki filmovi napareni na podlogu te implantirani atomima drugog materijala. Student će analizirati snimljene slike elektronske difrakcija, te odrediti jednu seriju strukturnih parametara.
Prof. dr .sc. Anđelka Tonejc	Karakterizacija nanokristalnog materijala elektronskom mikroskopijom visokog razlučivanja i difrakcijom.	PMF-FO	DIF-EXP	Definicija nanokristalnog materijala. Osnove transmisijske elektronske mikroskopije i visokog razlučivanja i elektronske difrakcije. Metode analize slike visokog razlučivanja/HRTEM i elektronske difrakcije posebnim softverskim metodama. Eksperimentalno će se obraditi nanomaterijal koji će se u vrijeme izrade diplomskog rada istraživati u okviru projekta " Strukturna svojstva nanokristaliničnih materijala".
Prof. dr. sc. Damir Veža	Istraživanje atomskih međudjelovanja metodama optičke spektroskopije	PMF-FO	DIF-EXP	Klasična optička spektroskopija slaboionizirane plazme (alkalijske, metalhalogene). Laserska spektroskopija neutralnih atomskih para ili plazme. Mjerenje oblika atomskih spektralnih linija i usporedba s odgovarajućim teorijskim modelima. Istraživanje međudjelovanja atoma u plazmi metodama optičke spektroskopije. Dijagnostika visokotlačne plazme. Napomena: Predložena okvirna tema predviđena je za izradu više diplomskih radova.
Prof. dr. sc. Damir Veža	Atomska spektroskopija	PMF-FO	PF	Metode atomske spektroskopije. Istraživanje međudjelovanja atoma metodama optičke spektroskopije. Laseri. Laseri u atomskoj spektroskopiji. Primjene atomske spektroskopije. Napomena: Predložena okvirna tema predviđena je za izradu više diplomskih radova.

Prof. dr. sc. Dario Vretenar	Relativistički modeli srednjeg polja u opisu strukture jezgri daleko od $\beta$ -stabilnosti	PMF-FO	DIF-TH	Samosuglasni relativistički modeli srednjeg polja vrlo su uspješno primijenjeni u opisu strukture atomskih jezgri, ne samo duž doline $\beta$ -stabilnosti već i u području egzotičnih jezgri s ekstremnim vrijednostima izospina i sasvim blizu granica stabilnosti. Nedavno je razvijen i model koji eksplicitno uključuje fluktuacije deformacija i ponovnu uspostavu slomljenih simetrija. Glavna prednost ovog pristupa je mogućnost točnog opisa koegzistencije različitih deformacija u jezgrama koje nemaju jasno izražen minimum krivulje potencijalne energije. Model se zasniva na metodi generatorskih koordinata za računanje miješanja konfiguracija koje odgovaraju različitim deformacijama. Pritom se valne funkcije projiciraju na dobar zakretni impuls i broj nukleona. U okviru predloženog diplomskog rada model će biti primjenjen u istraživanju pojava povezanih uz promjene strukture ljusaka u potencijalu slabo vezanih jezgri daleko od stabilnosti i analizi novih eksperimentalnih podataka o koegzistenciji deformacija u području mase $A \approx 70$ i lakim izotopima Pb i Hg.
Prof. dr. sc. Dario Vretenar	Međudjelovanja neutrina i atomskih jezgri na niskim energijama	PMF-FO	DIF-TH	Međudjelovanja neutrina i jezgri na energijama između 1 MeV i 100 MeV-a imaju značajnu ulogu u mnogim astrofizičkim procesima, uključujući nukleosintezu. Ova istraživanja zahtijevaju precizna predviđanja udarnih presjeka za različite reakcije neutrina i jezgre. Posebno je u tom kontekstu važno istraživanje interakcije neutrina s srednje teškim i teškim jezgrama, budući se neke od tih jezgri koriste ili se planiraju koristiti u eksperimentima sa solarnim neutrinima, a s druge strane brojne reakcije ovog tipa su iznimno važne u procesima eksplozije supernove i neutrino-nukleosinteze. Samosuglasni relativistički modeli srednjeg polja uspješno opisuju statičke i dinamičke aspekte egzotične nuklearne strukture. U tom okviru razvoj relativističke kvazičestične aproksimacije slučajnih faza (RQRPA) predstavlja značajan doprinos metodama analize multipolnih pobuđenja atomske jezgre. RQRPA je nedavno primijenjena u istraživanju multipolnih pobuđenja nestabilnih jezgri bogatih neutronima, u analizi spin-multipolnih i Gamow-Teller rezonanci, kao i u računima poluživota $\beta$ -raspada jezgri koje sudjeluju u r-procesu nukleosinteze. U okviru predloženog diplomskog rada relativistička proton-neutron QRPA bit će primijenjena u računima udarnih presjeka za reakcije inducirane neutrinima na jezgrama bogatim neutronima u fazi post-kolapsa procesa supernove.

Dr. sc. Bojan Vršnak	Utjecaj međuplanetarnih koroninih izbačaja na tok kozmičkog zračenja	IRB	DIF-EXP	<p>Mjerenja neutronskih monitora pokazala su da je tok kozmičkog zračenja značajno moduliran Sunčevom aktivnošću. Uz jasno izraženu 11-godišnju modulaciju, koja je usko povezana sa Sunčevim ciklusom aktivnosti, uočena su i nenadana smanjenja toka na vremenskoj skali od nekoliko dana. Ta pojava, nazvana "Forbushevo smanjenje" (eng. Forbush decrease), posljedica je nailaska međuplanetarnih koroninih izbačaja na Zemlju.</p> <p>U diplomskom radu istraživat će se ovisnost značajki Forbushevog smanjenja o fizikalnim svojstvima prispjelog koroninog izbačaja. Posebna pažnja bit će usmjerena na značajke magnetskog polja izbačaja. Kroz diplomski rad studentima će se pružiti prilika da upoznaju metode moderne eksperimentalne fizike koje se primjenjuju u području fizike Sunca, posebice postupke mjerenja svojstava Sunčevog vjetrova i detekcije kozmičkog zračenja.</p>
Doc. dr. sc. Tihomir Vukelja	Problem tumačenja kvantne mehanike	PMF-FO	PF	U radu bi se prikazala temeljna struktura nerelativističke kvantne mehanike u standardnom obliku te bi se raspravili njeni osnovni elementi i posljedice. Postavio bi se problem tumačenja teorije i prikazala neka interpretacijska stajališta (kopenhagensko tumačenje, Bohm – de Broglieovo kauzalno tumačenje, transakcijsko tumačenje). Pokušalo bi se oblikovati mjerila primjerenosti različitih interpretacijskih pristupa teoriji te na temelju tih mjerila kritički preispitati i usporediti prikazana tumačenja.
Doc. dr. sc. Tihomir Vukelja	Fizika u pučkim školama u Banske Hrvatske početkom 20. stoljeća	PMF-FO	PF,PFI,PFTI, PMF, PFK	U radu bi se na temelju raspoloživih izvora prikazali i analizirali nastavni planovi i programi iz fizike propisani za pučke škole u Banskoj Hrvatskoj početkom 20. stoljeća, sadržaji iz fizike u čitankama za pučke škole te priručnici za nastavu fizike u pučkim školama. Prikazani planovi, udžbenici i priručnici bi se sadržajno i metodički usporedili s odgovarajućim suvremenim planovima i udžbenicima.
Doc. dr. sc. Tihomir Vukelja	Srednjoškolska fizika u Banskoj Hrvatskoj početkom 20. stoljeća	PMF-FO	PF	U radu bi se prikazali i analizirali nastavni planovi i programi iz fizike propisani za srednje škole (gimnazije i realne gimnazije) u Banskoj Hrvatskoj početkom 20. stoljeća te udžbenici fizike korišteni u srednjim školama. Prikazani planovi i udžbenici bi se sadržajno i metodički usporedili sa suvremenim planovima i udžbenicima.
Doc. dr. sc. Tihomir Vukelja	Specijalna teorija relativnosti u hrvatskim srednjoškolskim udžbenicima	PMF-FO	PF,PFI,PFTI, PMF, PFK	U okviru izrade ovog diplomskoga rada istražili bi se hrvatski srednjoškolski udžbenici, od Hondlova iz 1920. godine (za više razrede ondašnje gimnazije), do onih koji su trenutno u uporabi u srednjim školama, s ciljem iscrpnoga kritičkoga osvrtu na razvoj prikaza specijalne teorije relativnosti u korpusu hrvatskih udžbenika za srednju razinu obrazovanja. Prikazi specijalne teorije relativnosti iz različitih udžbenika i iz različitih razdoblja bi se sadržajno i metodički usporedili, a, gdje za to postoje izvori, analiza bi se upotpunila razmatranjem pridruženih metodičkih priručnika za nastavnike te zbirke zadataka i priručnika za učenike.

Doc. dr. sc. Tihomir Vukelja	Bellova nejednakost	PMF-FO	PF,PFI,PFTI, PMF, PFK	Bellova nejednakost, koju neki smatraju „najdubokosežnijim znanstvenim otkrićem“ (H. P. Stapp, Nuovo Cim. B 29 (1975) 270.), eksplicitno pokazuje „nelokalnost“ ili „neseparabilnost“ koreliranih kvantnih sustava, prirođenu kvantnomehaničkom formalizmu. U radu bi se sustavno prikazali i raspravili teorijski aspekti ovog problema, od ishodišnog „paradoksa Einsteina, Podolskog i Rosena“, preko izvorne Bellove nejednakosti i njezinih eksperimentalno provjerljivih inačica (u izvodu kojih se pretpostavlja postojanje „skrivenih varijabli“), do izvoda nejednakosti koji ne pretpostavljaju skrivene varijable, nekih proširenja nejednakosti na različite sustave i opservable, te dokaza neseparabilnosti bez nejednakosti.
Doc. dr. sc. Tihomir Vukelja	Fizika u nižim razredima hrvatskih gimnazija početkom XX. stoljeća – optika	PMF-FO	PF,PFI,PFTI, PMF, PFK	Početak XX. stoljeća je u Kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji (tj. na području pod banskom upravom) bilo 15 potpunih »srednjih« škola – 9 gimnazija i 6 realnih gimnazija. To su bile elitne obrazovne ustanove, kojih je zadaća bila pružiti učenicima široko opće obrazovanje i pripremiti ih za studij na sveučilištu ili visokoj tehničkoj školi. Prema zakonu od 1861. godine gimnazije su, kao i u ostatku Austro-Ugarske Monarhije, bile osmogodišnje škole, podijeljene na nižu gimnaziju (od I. do IV. razreda, što po dobi učenika odgovara višim razredima današnje osnovne škole, od V. do VIII.) i višu gimnaziju (od V. do VIII. razreda), a nastava je bila organizirana dvokružno, tako da se je na nižoj gimnaziji »popularnim načinom« učilo sve ono što se je na višoj gimnaziji »znanstveno predavalo«. U predloženom bi se radu iscrpno analizirala i kritički prikazala nastavna cjelina »Optika« za niže razrede gimnazija, koja je bila obrađivana u IV. razredu. Osnovni izvori za analizu bili bi tada aktualni program nastave fizike na nižim gimnazijama (od 1892. godine) te u to doba korišteni udžbenici fizike za niže razrede gimnazija (Wassmuth – Stožirov, 3. izdanje iz 1895. godine, te Kučerin iz 1899. godine), a u raspravi bi se posebna pozornost posvetila metodičkom aspektu razmatranih udžbenika. Nadalje, nastavna cjelina »Optika« za niže razrede gimnazija s početka XX. stoljeća bi se, uz uvažavanje razlika u sustavu obrazovanja, sadržajno i metodički usporedila s odgovarajućom nastavnom cjelinom, suvremenim hrvatskim nastavnim planom i programom predviđenom za istu dob učenika (VIII. razred osnovnih škola) i s njezinim prikazom u suvremenim udžbenicima.
Tomislav Vuletić	Konformacije kompleksa (bio)polielektrolita linearne i sferne geometrije u otopini	PMF-FO	PF,DIF-EXP	Za kompleksne sisteme kao što su polielektroliti i koloidi u vodenoj sredini demonstrirali smo ( <a href="http://real-science.ifs.hr">http://real-science.ifs.hr</a> ) kako je niskofrekventna dielektrična spektroskopija metoda koja omogućava istraživanje vremenskih i prostornih skala takvih otopina, na jednostavniji način nego metode kao što su raspršenje X-zraka, neutrona ili AFM. Diplomski rad može biti izveden kao dio naših istraživanja u području polielektrolita ili usmjeren na sudjelovanje u izradi prototipa komore za dielektričnu spektroskopiju. Otvorena je i mogućnost upoznavanja osnovnih biokemijskih metoda, neophodnih modernom fizičaru u područjima biološke fizike i fizike meke materije (soft matter).

	Dr. sc. Ivica Živković	Proučavanje magnetskih svojstava niskodimenzionalnih magnetskih sustava	IF	DIF-EXP	U mnogim spojevima, zbog specifičnosti kristalne strukture, magnetski ioni jače interagiraju duž određenih smjerova, što dovodi do efektivno niže dimenzionalnosti magnetske rešetke. Tako je moguće realizirati magnetske ravnine, magnetske lance, ali i sustave nulte dimenzije, kao što su magnetski dimeri, tetraedri itd. Niskodimenzionalni sustavi su posebno interesantni zbog dominantnog utjecaja jakih kvantnih fluktuacija kako se temperatura sustava snižava. U ovom radu bi se proučavala svojstva novih niskodimenzionalnih magnetskih sustava kroz mjerenja magnetizacije, magnetske susceptibilnosti i specifične topline. Usporedbom sa teorijskim predviđanjima moguće je odrediti koja vrsta interakcija je dominantna kao i koje je osnovno stanje sustava.