

Predgovor

U protekloj, 2004, godini nastavljen je rad na znanstvenom programu "Fizika novih stanja materije" i pripadajućim projektima. Dio projekata je bio uključen i u neki od tri kolaborativna projekta čiji je nosioc bio Institut. Ti se projekti nastavljaju i u 2005. godini. Institut je ugovorio jedan tehnološki projekt u suradnji sa Institutom Ruđer Bošković i jedan Framework 6 projekt. Oba su započela radom u drugoj polovici 2004. godine. Pored toga, Institut je na samom kraju 2003. godine i početkom 2004. godine ugovorio s Carnetom niz od sedam projekata od kojih dva osiguravaju tehničku osnovu multimedijskog laboratorija a pet podržava specifične multimedijske pilot projekte čiji je završetak ugovoren za 2005. godinu.

45 fizičara zaposlenih na Institutu objavila su 58 znanstvenih radova od čega 44 u Current Contents (CC) časopisima (35 redovnih i 9 konferencijskih). Produktivnost po fizičaru ostaje i dalje visoka: 0.8 za redovne CC radove, 1.0 za sve CC radove i 1.3 za sve radove. Udio konferencijskih CC radova je malen što je rezultat unutrašnjih kriterija za napredovanje Instituta prema kojima se računaju jedino redovni CC radovi.

Početkom godine završen je postupak izbora na znanstvena radna mjesta pa je veći broj zaposlenika napredovao i to po kriterijima koji za napredovanje računaju jedino redovne radove objavljene u časopisima koje registrira Current Contents baza.

Na slijedećih nekoliko stranica nalazi se prikaz misije i vizije Instituta za fiziku koji je nastao s jedne strane kao posljedica vlastite potrebe da definiramo razloge postojanja Instituta a s druge strane kao rezultat djelovanja vanjskih faktora, prije svega pojačane percepcije javnosti da se jedino na znanju temeljena društva mogu razvijati u skladu sa tempom kojeg nameću najrazvijenije zemlje svijeta. Temeljna ideja ovog dokumenta je da se rezultati vrhunskih znanstvenih istraživanja trebaju prezentirati kroz vrhunske znanstvene publikacije i pretakati u obrazovanje, prvenstveno kroz doktorske studije, i gdje god je to moguće, primjenu.

Ravnatelj

M. Milun

Predsjednik Znanstvenog vijeća

Goran Pichler

Misija i vizija Instituta za fiziku za razdoblje 1, 3 i 10 godina

Misija Instituta:

1. Provođenje dugoročnih fundamentalnih i primijenjenih istraživanja unutar strateških prioriteta Republike Hrvatske na principu relevantnosti i izvrsnosti mjereno kriterijima najrazvijenijih zemalja.
2. Primjena dijela istraživanja kroz suradnju s privrednim subjektima i formiranje malih kompanija.
3. Intenzivno sudjelovanje u obrazovnom procesu, ponajprije kroz otvaranje prema potrebama svih sveučilišta u Hrvatskoj za obrazovanjem studenata na doktorskom nivou.

Pored toga, Institut dijelom svojih obaveza smatra i otvaranje prema najširoj javnosti putem otvorenih dana Instituta, suradnji sa školama i sudjelovanjem u aktivnostima strukovnih društava koja su okrenuta prema popularizaciji prirodnih znanosti i prezentaciji važnih istraživanja u fizici.

Polazne pretpostavke za definiranje vizije

Po sasvim konkretnim pokazateljima Institut za fiziku je uspio razviti međunarodno priznatu kompetitivnost i izvrsnost u nekoliko područja svojih djelatnosti. Tu se prvenstveno radi o rezultatima i kvaliteti znanstvenih istraživanja koja se mogu mjeriti objavljivanjem u kvalitetnim međunarodnim znanstvenim časopisima te njihovim znanstvenim odjekom. Tome su doprinijela tri bitna faktora: (i) postojanje jezgre međunarodno afirmiranih istraživača koji uspješno vode znanstvene projekte financirane od Ministarstva kao i brojne međunarodne projekte, (ii) suradnja Instituta sa svjetskom znanstvenom zajednicom što je također rezultiralo dodatnim financiranjem putem raznih projekata i vidova međunarodne suradnje, (iii) infrastruktura Instituta (laboratoriji, kapitalna i individualna znanstvena oprema, umreženi računalno-informacijski sustav, biblioteka, specijalizirane radione, itd.).

Znanstvena produktivnost po istraživaču je već godinama nešto iznad svjetskog prosjeka što je jedan od važnih pokazatelja opravdanosti uloženi sredstava. Uz to, značajno je prisutna i samogradnja instrumenata i znanstvene opreme, koja je već rezultirala i nekim komercijalnim izvedbama. Fokusiranost istraživačkih projekata Instituta na femto- bio-, nano-, i elektronska i strukturna istraživanja u četiri glavne grupe (*Novi fenomeni u atomskoj, molekularnoj i optičkoj fizici, Kritični fenomeni i modeliranje kompleksnih sistema, Supervodljivost i magnetizam u kompleksnim sistemima, Nanostrukture*) unutar objedinjenog programa istraživanja "*Fizika novih stanja materije*" omogućava širok i fleksibilan pristup proučavanju različitih svojstava i strukture materije. Važan dio misije Instituta ostaje i nadalje u ovom području. No ovdje je važno spomenuti da je dugogodišnji istraživački rad rezultirao sinergičkim efektom koji se manifestira izvrsnošću i stupnjem ekspertnosti koja nadmašuje neposredne rezultate pojedinih istraživanja. Osim u obrazovanju novih znanstvenika (četvero mladih znanstvenika izabranih prošle godine na reformska radna mjesta doktoriralo je u prosjeku s trideset godina, s otprilike 8-10 publiciranih CC-radova), postoji niz aktivnosti s ciljem da se

dostignuti stupanj institutske ekspertnosti što šire implementira u društvu (neki od primjera su postojeći spin-off, e-škola fizike, institutski multimedijalni centar, sudjelovanje u nastavi i konzultantske usluge hrvatskim poduzećima.).

Detaljniji uvid u opis istraživačkih aktivnosti, objavljenih radova i tekućih međunarodnih suradnji nalazi se u ovom Izvještaju.

Vizija za sljedeću godinu

Sljedećih 12 mjeseci obilježiti će primjena novog zakona prema kojem će Institut formirati vlastiti proračun i kroz to definirati najbitnije točke programa u koje želi ulagati sredstva. To će u ovom periodu biti nastavak i završetak 17 tekućih ugovorenih projekata istraživanja (MZOS), 3 kolaborativna projekta, početak jednog projekta unutar Framework 6 programa Evropske zajednice, početak jednog HITRA projekta, početak i završetak pet projekata vezanih uz Multimedijски centar, završetak 2 informatička projekta. Očekujemo otvaranje novog laboratorija za biofiziku i nastavak obnove laboratorijske opreme kroz Natječaj MZOS i neke druge izvore. Institut u ovom periodu želi izgraditi dobro strukturirani sistem procjene kvalitete pojedinih grupa i projekata i taj proces je upravo započeo.

Očekujemo završetak razgovora o suradnji sa sveučilištima u Osijeku i Splitu dok je Sporazum sa Sveučilištem u Rijeci nedavno potpisan. Očekujemo i nastavak dijaloga sa Sveučilištem u Zagrebu pri čemu treba napomenuti da već vrlo intenzivno, kroz individualne angažmane, sudjelujemo u nastavi na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu a postigli smo i načelnu suglasnost o sudjelovanju u poslijediplomskoj nastavi na Medicinskom fakultetu u Zagrebu.

Vizija za 3 godine

Znanstveni ciljevi

- a) Postići da svi segmenti istraživanja budu na fronti relevantnih znanstvenih područja.
- b) Postići da glavnina fundamentalnih istraživanja bude fokusirana i tehnološki motivirana.
- c) Postići visoki postotak razvoja novih eksperimentalnih uređaja i metoda.
- d) Primiti šest mladih doktora znanosti u stalni radni odnos u svrhu pomlađivanja

Kroz zahtjev za maksimalne performanse u znanstvenim istraživanjima dolazi se i do originalnih rješenja koja se u povoljnom slučaju mogu pretvoriti u spin-off aktivnosti.

Razvojni ciljevi

- e) Permanentno stvarati povoljno okruženje za inovacije i spin-off poduzeća.
- f) Stalno poticati rad na konkretnim tehnologijskim projektima. (HITRA, Framework 6, Framework 7 Evropske zajednice, i sl.).
- g) Nastaviti ugovornu suradnju s postojećim institutskim spin off-om.
- h) Značajno osnažiti ponudu niza malih proizvoda za nastavu u školama.
- i) Pokušati barem još jedan spin-off (interferometrija i holografija).
- j) Nastaviti suradnju s hrvatskim poduzećima u domeni konzultacija i sl.

k) Uključivanje u razvojne projekte novih proizvoda i tehnologija hrvatskih poduzeća.

Sušтина ovih ciljeva je da inovacija nastaje kao produkt fundamentalnog istraživanja a da se komercijalizacija te inovacije odvija izvan Instituta po konceptu spin-off-a koji se pokazao efikasnim u institucijama slične vrste u svijetu. Time se u Hrvatsku privredu unose novi proizvodi i nove tehnologije, dakle razvoj najviše kvalitete. Istovremeno, ovakav pristup osigurava veliku dodanu vrijednost na sredstva uložena u istraživanja.

Obrazovna djelatnost

l) Postati bitnom sastavnicom poslijediplomskih i doktorskih studija u fizici hrvatskih sveučilišta.

m) Uključiti se u Vladine i nevladine projekte e-obrazovanja (e-Hrvatska).

n) Postići barem četiri doktorata godišnje i protočnost od barem četiri doktoranda godišnje.

o) Uključiti se u procese cjeloživotnog obrazovanja u fizici.

Infrastrukturne pretpostavke

p) Ostati proizvođački centar za ukapljeni helij i dušik.

r) Postati regionalni centar za magnetizam i supravodljivost, mjerenja transportnih svojstava materijala, kriogeniku, fiziku lasera i ultrabrze spektroskopije i fiziku nanosistema.

s) Nastaviti s modernizacijom mehaničke i elektroničke radionice.

t) U suradnji sa znanstvenim institucijama, prvenstveno u neposrednom okruženju (PMF i IRB), nastaviti rad na izgradnji infrastrukturne mreže znanstvene opreme sa ciljem optimalnog trošenja financijskih sredstava s jedne strane i optimalnog ispunjavanja potreba znanstvenih projekata s druge strane.

Monitoring

u) Provesti međunarodnu evaluaciju znanstvenog rada Instituta.

Vizija za deset godina

Kroz deset godina Institut vidimo kao dinamičnu sredinu vrlo visoke znanstvene kvalitete duboko uključenu i funkcionalno integriranu u Evropsku istraživačku zajednicu sa brojnim znanstvenim i primijenjenim projektima vezanim uz hrvatske i međunarodne subjekte. Postojeća visoka kvaliteta Instituta omogućit će fleksibilno prilagođavanje istraživačkih interesa na dugoročne prioritete Republike Hrvatske koji će se u ovom razdoblju formulirati. Kroz cijeli period planiramo zapošljavanje mladih doktora znanosti budući da će krajem tog perioda veliki dio znanstvenog osoblja Instituta ispuniti uvjete za odlazak u mirovinu.

Isto tako, Institut vidimo duboko uključenog i funkcionalno integriranog u edukacijske procese na hrvatskim sveučilištima, prvenstveno kao važan dio infrastrukture koji omogućava odvijanje obrazovnog procesa po kriterijima bolonjskog procesa i to prije svega u dijelu stjecanja doktorata.

Institut će, nadamo se, imati intenzivnu suradnju sa razvojnim sektorima kompetitivnih kompanija u neposrednom okruženju.

Vjerujemo da će se kroz taj period formirati još nekoliko spin-off kompanija i da će neke od njih preživjeti.

Strateška istraživanja

Strateška istraživanja grupirana su u jednom programu istraživanja pod naslovom

Fizika novih stanja materije

i odvijaju se aktivnošću 17 projekata i 3 kolaborativna projekta kroz 4 strateška fokusa:

*Novi fenomeni u atomskoj, molekularnoj i optičkoj fizici,
Kritični fenomeni i modeliranje kompleksnih sistema,
Supervodljivost i magnetizam u kompleksnim sistemima i
Nanostrukture.*

Ovaj program odražava orijentaciju Instituta prema istraživanjima vezanim za strateško opredjeljenje Hrvatske da se na principima izvrsnosti i relevantnosti transformira u modernu, u Evropu integriranu razvijenu državu čiji se razvoj temelji na znanju, primjeni tog znanja u obrazovnim i proizvodnim procesima i kompetitivnosti na najvišoj razini.

Sam Institut je već duboko integriran u mrežu znanstvenih institucija u svijetu kroz 22 formalne i 28 neformalnih suradnji (popis je dan u priloženom *Annual Report 2003*). U Evropi Institut redovno surađuje sa znanstvenim institucijama u Augsburgu, Berlinu, Bochumu, Bonnu, Dortmundu, Göttingenu, Grazu, Grenobleu, Lausannei, Ljubljani, Münchenu, Parizu, Parmi, San Sebastianu, Strasbourgu, Stuttgartu, Trstu, Warwicku i Zürichu. U protekloj godini su takve suradnje rezultirale sa 44 zajedničke publikacije (od ukupno 66 objavljene s adresom Instituta za fiziku) pri čemu je veliki dio istraživanja obavljen u laboratorijima i grupama Instituta za fiziku.

Najveći dio istraživanja koja se odvijaju unutar programa odnosi se na nove materijale i nove metodologije i tehnike koje imaju moguću vrijednost u znanstvenim istraživanjima, mjeriteljstvu, medicini, detekciji tragova, itd. Primijenjena istraživanja moguće je grupirati u tri cjeline: *Laseri u primjeni, Optika u primjeni i Uređaji i tehnologije.*

ANALITIČKA SPEKTROSKOPIJA I OPTIČKA SVOJSTVA MATERIJALA (0035001)

Glavni istraživač: dr.sc. Čedomil Vadla, znanstveni savjetnik

Suradnik: dr.sc. Vlasta Horvatić, viši znanstveni suradnik

Opis istraživanja

Eksperimentalno su bili istraživani molekularni spektri gustih kalijevih, rubidijevih i cezijevih para u području od 300 do 1100 nm pri temperaturama koje su varirale od približno 500 do 1200 K. Mjerenja su bila rađena primjenom prostorno razlučive apsorpcijske spektroskopije u nehomogenim pregrijanim alkalnim parama generiranim u križnoj toplovodnoj peći s novom izvedbom unutrašnjeg grijača za pregrijavanje. Na taj način dobiveni su reducirani apsorpcijski koeficijenti u širokom temperaturnom području iz čijih se temperaturnih ponašanja dobivaju informacije o porijeklu pojedinih spektralnih pojava. Određene su vrijednosti temperaturno neovisnih apsorpcijskih koeficijenata za crvene i infracrvene tripletne vrpce kalija, rubidija i cezija, što omogućava jednostavan i pouzdan način određivanja atomskih koncentracija u području od 10^{16} cm^{-3} do preko 10^{18} cm^{-3} .

Detaljno su bile istraživane linije glavnih serija K(4s-np), Rb(5s-np) i Cs(6s-np) u ultravioletnom području pri uvjetima visoke koncentracije atoma kod kojih se pojavljuju linijske satelitne vrpce. Koristeći crvene i infracrvene tripletne vrpce kao standarde za određivanje koncentracije, dobivene su apsolutne vrijednosti za reducirane koeficijente ovih spektralnih pojava za prijelaze do srednje visokih Rydbergovih stanja ($n = 15$). Pri tome, pošlo se od pretpostavke da bi neobične satelitne strukture, opažene prije dvadesetak godina u ceziju, mogle biti uzrokovane oscilacijama međuatomskih potencijala na velikim međuatomskim udaljenostima (stotine Bohrovih radiusa). Nedavno objavljeni teorijski rezultati predviđaju nastanak takvih oscilacija u interakciji alkalijskih atoma u osnovnim stanjima s atomima koji su pobuđeni u visoka Rydbergova stanja ($n = \text{cca } 30$), što rezultira ultra-dalekim potencijalnim minimumima i nastankom dugoživućih Rydbergovih molekula s dimenzijama reda veličine tisuću Bohrovih radiusa. Mjerenja u kaliju i rubidiju pokazala su slične satelitske strukture linija kao i kod cezija. Obradeni podaci kvalitativno su usporedivi s preliminarnim teorijskim računima za srednje visoka Rydbergova stanja. Odgovarajući teorijski reducirani apsorpcijski koeficijenti za Rb i Cs bit će uskoro izračunati od strane američkih kolega u Boulderu. Ukoliko se potvrdi slaganje ovih računa s ovdje opisanim eksperimentalnim rezultatima, to će dati izravnu potvrdu postojanja ultra-dalekodosežnih Rydbergovih molekularnih vezanih stanja.

U suradnji s grupom na ISAS-u (Dortmund, Njemačka) unaprijeđena je metoda za detekciju organskih molekula u otopinama koja se temelji na opažanju i merenju pomaka rezonancije površinskih plazmona (SPR, surface plasmon resonance). Metoda se temelji na efektu totalne refleksije elektromagnetskog vala pri prelasku iz gušćeg u rijede

sredstvo. Pri totalnoj refleksiji, upadni elektromagnetski val prodire u sredstvo nižeg indeksa loma do daljenosti od nekoliko desetaka nanometara, stvarajući vremenski kratkotrajni val koji eksponencijalno trne u prostoru (*evanescent* val). Ukoliko je granica između sredstava prekrivena tankim slojem metala (zlato), a upadni elektromagnetski val je monokromatski i p-polariziran, intenzitet totalno reflektiranog vala za određeni specifični upadni kut pokazuje oštro smanjenje uzrokovano rezonantnim prijenosom energije između *evanescent* vala i površinskih plazmona. Budući da na uvjete rezonancije bitno utječu svojstva materijala adsorbiranog na tanki metalni film, detekcija SPR-a pokazala se vrlo moćnom i osjetljivom metodom za kvantitativno ispitivanje interakcija niza biopolimera sa različitim ligandima, biopolimerima i membranama, uključujući protein-ligand, protein-protein, protein-DNK i protein-membrana vezivanje.

U standardnim metodama SPR detekcije mjerna ćelija je pokretna što omogućava moduliranje upadnog kuta laserskog zračenja, a reflektirani intenzitet I_R mjeri se na fiksnom kutu i za jednu odabranu valnu duljinu lasera. Poboljšanja SPR metode koja su provedena uključuju nepokretnu mjernu ćeliju i upotrebu dva lasera čije su valne duljine λ odabrane tako da budu u području najstrmije promjene intenziteta na krivulji $I_R(\lambda)$. Nepokretna mjerna ćelija eliminira niz smetnji koje inače potječu od vibriranja ćelije a u konačnici rezultiraju smanjenom osjetljivošću metode. Mjerna ćelija naizmjenice se obasjava zračenjem dvaju lasera, a pojava SPR u ovakvom načinu mjerenja manifestira se promjenom u mjerenoj razlici signala [$I_R(\lambda_1) - I_R(\lambda_2)$]. Detekcija signala provodi se izmjeničnom tehnikom te je moguće mjeriti vrlo male promjene u opažanom signalu, tj granice osjetljivosti su poboljšane u odnosu na standardne metode. Također, napredak u odnosu na postojeće metode uključuje mogućnost istovremenog mjerenja na velikom broju uzoraka malih dimenzija ($1 \times 1 \text{ mm}^2$) raspoređenih u dvodimenzionalnu matricu. U ovakvoj izvedbi mjerenje reflektiranog intenziteta na standardni način (fotoćelije) postaje nemoguće zbog ograničenja koja nameće konačna veličina detektora. Zbog toga je razvijena metoda mjerenja signala upotrebom CCD kamere. Za obradu i prikupljanje podataka napravljen je i odgovarajući specifični software.

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekt

Besetzungs- und Entvoelkerungsprozesse der metastabilen Zustände des Bleis und anderer Schwermetalle in Niederdruckplasmen (Procesi populacije i depopulacije metastabilnih stanja olova i drugih teških metala u niskotlačnim plazmama), DFG-KRO 113/00

Potpora: Deutsche Forschungsgemeinschaft i Ministarstvo znanosti i tehnologije RH.

Voditelji: Prof. Dr. Kay Niemax (Institut fuer Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie, Dortmund) i dr.sc. Čedomil Vadla (Intitut za fiziku, Zagreb)

Edukacijske aktivnosti

Dr. Vlasta Horvatić - predsjednica povjerenstva za natjecanje učenika srednjih škola u samostalnim eksperimentalnim radovima u okviru Državnih susreta i natjecanja mladih fizičara.

FEMTOSEKUNDNA LASERSKA SPEKTROSKOPIJA I ULTRAHLADNE MOLEKULE (0035002)

Glavni istraživač: Dr. sc. Goran Pichler, znanstveni savjetnik

Suradnici: Dr. sc. Hrvoje Skenderović, znanstveni suradnik
Dr. sc. Ticijana Ban, znanstvena suradnica
Dipl. Inž. Damir Aumiler, asistent

Opis istraživanja:

Istraživanje i interpretacija spektara gustih alkalijskih para opisani su u nizu radova (2-5), gdje smo osnovna nova saznanja formulirali u preporukama za nove metode formiranja i detekciju ultrahladnih molekula. Guste pare rubidija ili cezija predstavljaju bogat izvor spektralnih fenomena, uzrokovanih povećanom spin-orbita interakcijom. Kao najčešća posljedica je pojava izbjegnuto presijecanja što rezultira maksimumom i minimumom u odgovarajućim diferentnim potencijalnim krivuljama. U spektru na povišenim temperaturama para izbjegnuta presijecanja se pojavljuju kao sateliti spektralnih linija, ali pripadni minimumi su zanimljivi kao moguće nove ultrahladne molekule u pobuđenim stanjima. U radovima pod 2 i 4 opisuju se dva slučaja gdje se potencijali s dvostrukim minimumom mogu iskoristiti za stvaranje ultrahladne molekule u najnižim vibracijskim stanjima. U radu pod 5 izmjerili smo širenje i pomake rezonantnih spektralnih linija rubidijevih izotopa 85 i 87 s razlučenom hiperfinom strukturom, gdje su helij i argon korišteni kao strani plin. Moguće primjene ovog rada su u astrofizici zvijezda smeđih patuljaka i u sudarima ultrahladnih atoma rubidija sa zaostalim atomima plina u magneto-optičkim stupicama.

U radu pod 1 opisan je novi postupak digitalne interferometrije za mjerenje stezanja kompozitnih materijala u stomatologiji.

Učestvovali smo u eksperimentima s četverovalnim miješanjem koristeći ultrakratke laserske pulseve ispod 20 femtosekundi. Čisto rotacijski spektar dobiven je metodom DFWM (Degenerated Four-Wave Mixing, degenerirano četverovalno miješanje), čime su ostvarene mogućnosti mjerenja temperature na bazi izmjerenih koeficijenata za širenje i pomak spektralnih linija. Pored toga dovršena su vremenski razlučena mjerenja pomoću femtosekundne Ramanove molekularne spektroskopije (radovi pod 6 i 7).

Radovi pod 8 i slijedeći su proizašli iz suradnje s Njemačkom i Italijom, što spada u naš program s femtosekundnim laserima i ultra-hladnim molekulama.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu:

1. N. Demoli, A. Knezević, Z. Tarle, A. Meniga, J. Šutalo, G. Pichler, Digital interferometry for measuring of the resin composite thickness variations during blue light polymerization, *Optics Communications*, **231** (2004) 45-51.
2. M. Pichler, W. C. Stwalley, R. Beuc and G. Pichler, Formation of ultracold Cs₂ molecules through the double minimum Cs₂ 3 ¹Σ_u⁺ state, *Physical Review A*, **69** (2004) 013403 (-1-5).
3. T. Ban, D. Aumiler, Beuc, G. Pichler, Rb₂ diffuse band emission in the Rb first (5s_{1/2}→5p_{3/2}) and second (5s_{1/2}→6p_{3/2}) resonance doublet excitation, *European Physical Journal D* (2004), 57-64
4. T. Ban, R. Beuc, H. Skenderović and G. Pichler, Rubidium pure long-range ion-pair molecules, *Europhysics Letters*, (Europhys. Lett.) **66** (4) (2004) 485-491. DOI: 10.1209/epl/i2003-10241-9.
5. D. Aumiler, T. Ban, G. Pichler, High-resolution measurements of the pressure broadening and shift of the rubidium 5 ²S_{1/2} – 6 ²P_{3/2} line by argon and helium, *Phys.Rev.A*, **70**, 032723 (2004).
6. T. Hornung, H. Skenderović, K.-L. Kompa, M. Motzkus, Prospect of temperature determination using degenerate four-wave mixing with sub-20 fs pulses, *J. Raman Spectrosc.* **35** (2004) 934–938.
7. B. Lavorel, H. Tran, E. Hertz, O. Faucher, P. Joubert, M. Motzkus, T. Buckup, T. Lang, H. Skenderović, G. Knopp, P. Beaud, H. M. Frey, Femtosecond Raman time-resolved molecular spectroscopy, *C. R. Physique* **5** (2004) 215–229.
8. V. Margetić, T. Ban, O. Šamek, F. Leis, K. Niemax and R. Hergenroder, Shock-wave velocity of a femtosecond-laser-produced plasma, *Czechoslovak Journal of Physics* **54**, 5493C (2004).

konferencijski rad u CC časopisu

1. A. Fioretti, M. Fazzi, M. Mazzoni, T. Ban and C. Gabbanini, Ultra-Cold Molecules, *Physica Scripta* **T112**, 13 (2004).

rad u zborniku konferencije

1. G. Pichler, T. Ban, H. Skenderović, and D. Aumiler, Atomic and molecular spectroscopy with UV and visible superbright LEDs, “UV Solid-State Light Emitters and Detectors, M. S. Shur and A. Žukauskas (eds.) Kluwer Academic Publishers, (2004), 271-278.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. Goran Pichler, Conical emission and back fluorescence in dense cesium vapor by femtosecond Ti:Sa laser, «Laser Physics 2004» Ashtarak, Armenia 12.10. - 15.10.2004.
2. G. Pichler, D. Aumiler and T. Ban, Brijuni, Evolution of pulsed alkali discharge lamps spectra, Matter under extreme conditions (NATO ARW), Brijuni, 30.8.-3.9.2004.
3. D.Aumiler, T. Ban, G. Pichler, Conical emission in dense cesium vapor, Matter under extreme conditions (NATO ARW), Brijuni, 30.8.-3.9.2004.
4. T. Ban, D. Aumiler and G. Pichler, Backward fluorescence from dense cesium vapor induced by Ti:Sa femtosecond laser, Matter under extreme conditions (NATO ARW), Brijuni, 30.8.-3.9.2004.
5. W. E. Ernst, R. M. Beuc, M. Movre, G. Pichler, Spectroscopy of Cold Cs₂ Molecules on Helium Nanodroplets, Matter under extreme conditions (NATO ARW), Brijuni, 30.8.-3.9.2004.
6. G. Pichler T. Ban i D. Aumiler, Femtosekundna laserska fluorescencija Cs i Rb para, IF konferencija, Zagreb, 2004.
7. T. Ban, IF konferencija, Zagreb, 2004.
8. D. Aumiler, IF konferencija, Zagreb, 2004.
9. G. Pichler T. Ban i D. Aumiler and R. Beuc, Femtosecond laser induce back-fluorescencespectra of dense Rb and Cs svapour, DPG Tagung, Muenchen, 22.3.-26.3.2004.
10. T. Hornung, H. Skenderović, K.-L. Kompa, M. Motzkus, Observation and control of all-trans- β -carotene wavepacket motion using pump-degenerate four-wave mixing, *14th International conference on Ultrafast Phenomena*, July 2004. Niigata, Japan, usmeno izlaganje
11. H. Skenderović, T. Hornung, M. Motzkus, FWM of the S₁ state of *all-trans*- β -carotene using ultrashort laser pulses, *Physikertagung und AMOP-Frühjahrstagung*, March, 2004. Munich, Germany, usmeno izlaganje.
12. H. Skenderović, J. Hauer, M. Motzkus Wavepacket Dynamics of β -Carotene Probed by Femtosecond Adaptive Four Wave Mixing Spectroscopy, *8th ECAMP* July 2004. Rennes, France, poster.

Međunarodna znanstvena suradnja

1. Cold Molecules: Formation, Trapping, and Dynamics, Research Training Network, FW5, EU, G. Pichler, Dr. Françoise Masnou-Seeuws, Laboratoire Aime-Cotton, Orsay, Francuska.
2. T. Ban – L. Windholz, Austria-Hrvatska

Neposredna suradnja

Telefongradnja, Sveta Nedjelja,

Sudjelovanje u nastavi

dodiplomska nastava

Goran Pichler, Eksperimentalne metode atomske fizike (2467), IV godina fizike stručni smjer

Goran Pichler, Seminar iz eksperimentalnih metode atomske fizike (2468), IV godina fizike stručni smjer

Goran Pichler, Atomska fizika s optikom (2430), IV godine fizike nastavni smjer

Ticijana Ban, Fizički praktikum za inženjere kemije, dr. Kokanović voditelj

Ticijana Ban, Fizika za ekološke, vježbe, dr. Kokanović predavanja

poslijediplomska nastava

G. Pichler, Atomska fizika i spektroskopija (303), PMF.

G. Pichler, Seminar iz atomske i molekularne fizike i astrofizike (305), PMF.

G. Pichler, Doktorski seminar (306), PMF.

G. Pichler, Kvantna elektronika (ZFI04C1), FER.

Diplomski radovi

Silvije Vdović: NaK, Zagreb, 2004.

Ostalo (članstva u raznim Odborima, recenzentske aktivnosti itd)

G. Pichler,

- predsjednik Hrvatskog fizikalnog društva (HFD) do listopada 2004,

- fellow of the American Physical Society,

- vice-president of Molecular Physics Division of the European Physical Society.

- Member of the Optical Society of America (Skenderović i Pichler).

Ticijana:

- član HFD-a

studijski boravci

1. Dr. Ticijana Ban studijski boravak od 21.06. do 09.07. 2004. na Institutu za eksperimentalnu fiziku tehničkog univerziteta u Grazu, Austrija i od 19.07.2004. do 27.08.2004. na Institutu za spektrokemiju i primjenjenu spektroskopiju (ISAS) u Dortmundu, Njemačka.
2. G. Pichler, studijski boravak od jednog mjeseca u travnju na Max-Planck-Institutu za Kvantnu Optiku u Garchingu kraj Muenchena, Njemačka.

članstva

Članstvo u internacionalnim konferencijskim komitetima:

1. European Group for Atomic Spectroscopy (EGAS)

LASERSKA PRIPREMA, UPRAVLJANJE I SPEKTROSKOPIJA NOVIH MOLEKULA (0035003)

Glavni istraživač: dr. sc. Slobodan Milošević, znanstveni savjetnik

Suradnici: dr. sc. Irena Labazan, znanstvena suradnica
Dipl. ing. Nikša Krstulović znanstveni novak (od 1.6.2004)

Opis istraživanja

Postoje brojne jednostavne molekule, poznate kroz ab-initio račune, ali dosad eksperimentalno neopažene ili nedovoljno istražene. Mnoge od njih važne su za astrofiziku ili predstavljaju osnovu za nove materijale. Nama su posebno zanimljive jednostavne molekule koje sadrže litijeve atome, npr. LiC, LiN, itd.. Jedan od ciljeva naših istraživanja je odrediti i poboljšati eksperimentalne uvjete za formiranje takvih molekula. Pored potrage za novim molekulama od važnosti za hlađenje i hvatanje molekula na putu stvaranja molekularnog BEC-a, je razvoj izvora molekula velike efikasnosti sa što nižom unutrašnjom energijom. Slične molekule, odnosno procesi njihova stvaranja značajni su za kontrolu tretmana različitih materijala pomoću plazme, tako da su istraživanja u značajnoj mjeri usmjerena ka tehnološkim primjenama.

Koristimo lasersku ablaciju za stvaranje pare i/ili plazme i nekoliko tehnika za detekciju molekula u tako stvorenom oblaku pare. Tu posebno ističemo lasersku apsorpcijsku spektroskopiju pomoću optičkog rezonatora (LASPOR) primjenjenu na analizu laserski stvorene pare, medija u kojem se apsorpcija brzo mijenja u vremenu. Tu tehniku primijenili smo na određivanje parametara plazme (elektronske gustoće) (Ref 1). Proces laserske ablacije litija i litij kadmij slitina proučavan je pomoću time-of-flight masene spektrometrije (Ref 2)..

U protekloj godini posebno je istraživana laserska ablacija meta: litija, grafita, mangana, aluminij-litij-vodik, u vakuumu i različitim reaktivnim plinovima: dušiku, metanu itd. Nastavljena su i istraživanja laserske ablacije polimernih materijala i grafit-polimer kompozita koja osim fundamentalnih aspekata imaju i vrlo velike primjene (aktivacija i čišćenje površina, promjena površinskih svojstava, hrapavosti, strukturiranosti itd.). Proučavana je dinamika širenja oblaka i reaktivnost u prisustvu dodanih plinova. Detaljno je proučavana mogućnost prostorne razlučivosti LASPOR metode.

Nastavljen je razvoj i primjena detektora na bazi LASPOR metode za detekciju elemenata u tragovima pri analizi radiofrekventne (RF) kisikove plazme za čišćenje polimernih površina. Provedena je bitna reorganizacija laboratorija što će omogućiti niz novih eksperimenata. U tom pravcu istraživanja provedene su spektroskopske analize RF plazme u različitim plinovima: kisiku (Ref. 3), dušiku, zraku, (Ref. 4) metanu, ugljičnom dioksidu itd.. Posebno je razvijena optička spektroskopska metoda za vremensko praćenje procesa prilikom plazmenog tretmana različitih površina.

Istraživanja na dva pravca: proizvodnji i detekciji molekula u laserski stvorenoj plazmi i/ili RF hladnoj reaktivnoj plazmi uz razvoj detektora na bazi LASPOR metode, i

razmatranje različitih primjena u industriji i (medicini) stomatologiji, nastavljaju se u narednoj godini.

Objavljeni radovi:

Redovni radovi u CC časopisima

1. I. Labazan and S. Milošević, Determination of electron density in laser induced lithium plume using cavity ring-down spectroscopy, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **37** (2004) 2975-2980.

2. I. Labazan, E. Vrbaneč, S. Milošević, R. Düren, Laser ablation of lithium and lithium cadmium alloy studied by time-of-flight mass spectrometry. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. Online 2 June 2004 , *Appl. Phys. A* **80**, 569-574 (2005).

Radovi u ostalim časopisima

3. N. Krstulović, I. Labazan; S. Milošević, U. Cvelbar, A. Vesel, M. Mozetič
Optični emisijski spektri RF kisikove plazme, *Materiali in tehnologije*. **38** (2004) , 1-2; 51-54

4. A. Vesel, U. Cvelbar, M. Mozetič, N. Krstulović, I. Labazan, S. Milošević,
Primerjava optičnih emisijskih spektrov RF plazme v dušiku in zraku. // *Materiali in tehnologije*. **38** (2004) , 3-4; 177-180.

Ostali radovi

5. Labazan, Irena.

Atomska i molekulska fizika - od fundamentalnih istraživanja do primjene u svakodnevnom životu // Zbornik 20. Ljetne škole mladih fizičara ISBN 953-7178-01-3 / Požek M. (ur.).
Zagreb : Hrvatsko fizikalno društvo, 2004. 7 1-6.

6. Milošević, Slobodan.

2005. Svjetska godina fizike // Zbornik Ljetne škole mladih fizičara HFD-a ; Vela Luka 2004. ISBN 953-7178-01-3 / Požek, M: (ur.). Zagreb : Hrvatsko fizikalno društvo, 2004. 8, 1-6

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. U. Cvelbar, A. Vesel, M. Mozetič, N. Krstulović, I. Labazan, S. Milošević,
Emission optical spectroscopy study of RF oxygen plasma versus pressure 10th Joint Vacuum Conference, Program and book of abstracts Mozetič, Miran (ur.). Ljubljana : Društvo za vakuumsko tehniku Slovenije, 2004. 110-111.

2. N. Krstulović, I. Labazan, S. Milošević, U. Cvelbar, A. Vesel, M. Mozetič, Emission optical spectroscopy characterization of oxygen plasma during treatment of a Mylar foil Book of Abstracts / Mozetič, M ; Šetina, J. ; Kovač, J. (ur.). - Ljubljana : Mozetič, Miran ; Šetina, J. ; Kovač, J. (ur.).Ljubljana : Slovensko vakuumsko društvo, 2004. 63-63

3. I. Labazan, N. Krstulović, S. Milošević, Small hydride molecules in laser vaporized plume Book of abstracts / Bosanac, Danko (ur.) Zagreb : Institut Ruđer Bošković, 2004. 30

4. I. Labazan, N. Krstulović, S. Milošević, U. Cvelbar, A. Vesel, M. Mozetič, Study of laser ablation of graphite-polymer and polymer targets using cavity ring-down spectroscopy // Book of Abstracts / Mozetič, Miran ; Šetina, J. ; Kovač, J. (ur.). Ljubljana : Slovensko vakuumsko društvo, 2004. 68-68 (sažetak, znanstveni rad).

5. E. Salumbides, S. Hannemann, E. Reinhold, I. Labazan, S. Witte, R. Zinkstok, K. Eikema, W. Ubachs, Laboratory frequency metrology and the search for a temporal variation of the fine structure constant α on a cosmological time scale, Abstract A 28, 29th Fall meeting of the section Atomic Molecular and Optical Physics (AMO) Lunteren, Nizozemska 11-12. 11. 2004.

Studijski boravci

I. Labazan, Laser centre, Vrije Universiteit Amsterdam, Nizozemska, od 1.9.2004. do 31.12.2004.

Međunarodna znanstvena suradnja:

Projekti

1. Naziv: Karakterizacija reaktivne plazme za aktivaciju površina polimernih materijala. Partner: Institut Josef Stefan, Teslova 20, Ljubljana, Slovenija grupa M. Mozetiča, hrvatsko- slovenski projekti (2004-2005)

Neposredna suradnja

1. Naziv: Laserska spektroskopija molekula i malih čestica proizvedenih u snopovima
Partner: Max-Planck-Institute für Strömungsforschung, Göttingen, Njemačka
Prof. dr. R. Düren
2. Naziv: Proizvodnja molekula pomoću lasera, usporavanje i hlađenje, Irena Labazan
Partner: FOM-Institut voor Plasmafysica "Rijnhuizen", NL-3430 BE Nieuwegein, Nizozemska, Prof. dr. G. Meijer

3. Naziv: Laboratory frequency metrology, Irena Labazan
Partner: Vrije Universiteit Amsterdam, Nizozemska, Prof. dr. W. Ubachs
4. Naziv: Laserska spektroskopija molekularnih plazmi,
Partner: CPAT – Universite Paul Sabatier – Toulouse, dr. F. Gaboriau i dr. A. Richard
(ECO-NET natječaj).

Domaća znanstvena suradnja

1. Naziv: Razvitak tehnoloških postupaka za izradu postojanih adhezijskih restoracija, kolaborativni projekt: Stomatološki fakultet, Zagreb, Klinička bolnica Centar, Zagreb, Institut za fiziku, Zagreb.
2. Naziv: Ultrabrze i ultrahladne eksperimentalne i teorijske metode atomske i molekularne fizike i kemije, i primjene, kolaborativni projekt: Institut za fiziku, Zagreb, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Medicinski fakultet, Rijeka.
3. Naziv: Fotonaponski modul – HITRA projekt (IRB (dr. Davor Gracin), Solarne ćelije d.o.o. IF)

Sudjelovanje u nastavi

Posljediplomska nastava

S. Milošević, Metode atomskih i molekularnih snopova (314), PMF, Zagreb

Ostalo

1. S. Milošević, voditelj Znanstvene sekcije Hrvatskog fizikalnog društva (do listopada 2004.)
2. Multimedijски pilot projekt CARNET-IF , “Spektroskopija u školi“ (od 1.6.2004.)

TEORIJSKI ASPEKTI HLADNIH SUDARA (0035004)

Glavni istraživač: Dr. sc. Mladen Movre, znanstveni savjetnik

Suradnici: Dr. sc. Robert Beuc, viši znanstveni suradnik
Mr. sc. Damir Modrić, asistent (Grafički fakultet)

Opis istraživanja

Analiziran je jednostavni model tvorbe ultrahladnih dimera cezija u kojem fotoasocijacija u rovibracijska stanja povrh barijere $\text{Cs}_2 3^1\Sigma_u^+$ potencijala s dvostrukim minimumom omogućava spontanu ili stimuliranu emisiju u najniža rovibracijska stanja osnovnog elektronskog stanja Cs_2 [1]. Takav pristup omogućuje djelotvoran i jednostavan način tvorbe istovremeno vibracijski i rotacijski ultrahladnih molekula. Ultrahladni dimeri formiraju se u $v''=0$ stanju osnovnog elektronskog stanja sa samo nekoliko kvantata rotacijske energije ($J''=0,1,2,3$), eliminirajući time vibracijsku relaksaciju i moguće zagrijavanje. Takve molekule izvrsni su kandidati za postizanje čistog molekuskog BEC-a. Ista shema je primjenljiva i na druge ultrahladne alkalijske dimere koji imaju sličan potencijal dvostukog minimuma.

Teorijski je simuliran spektar satelitske vrpce opažene u plavom krilu drugog rezonantnog dubleta Rb [2]. Relevantni Rb_2 dalokodosežni potencijali i pripadne molekulske oscilatorne jakosti izračunati su asimptotskom metodom. Simulacija zadovoljavajuće opisuje mjerni koeficijent apsorpcije. Diskutirana je važnost opažene satelitske vrpce (pridružene dalekodosežnom stanju ionskog para) u vezi s tvorbom ultrahladnih molekula Rb_2 .

Rb_2 emisijska difuzna vrpca pobuđena diodnim laserima [3] interpretirana je uvođenjem spin-orbitne interakcije u $\text{Rb}_2 2^3\Pi_g$ stanje, koje se time cijepa u $2_g, 1_g$ i degenerirano 0_g^\pm molekularno stanje. U području oko 10 Bohra tri diferentna potencijala imaju minimum odgovoran za formiranje tri vrška u spektru difuzne vrpce. Zaključeno je da je pri pobuđivanju bilo prve ili druge rezonantne Rb D2 linije, populacija $\text{Rb}_2 2^3\Pi_g$ stanja povezana s $\text{Rb}(6p)$ pobuđenim atomskim nivoima.

Proširena uniformna (EU) formula primijenjena je [4] na nedavno objavljeni model Devderanija i drugih, za koji postoji egzaktno rješenje za vjerojatnost apsorpcije. EU formula uklanja kvazistatičke singularitete i uključuje efekte interferencije. Čak i za slučaj promjenljivog dipolnog momenta EU formula daje ispravne rezultate, pokazujući da je unificirana Franck-Condonova teorija sposobna opisati asimptotski zabranjene, ali sudarno inducirane prijelaze. Pokazano je također da je takav pristup primjenjiv u širokom spektru tipičnih situacija.

Preliminarna teorijska analiza novih eksitacijskih spektara cezijevih molekula adsorbiranih na površini hladnih helijevih nanokapljica ukazuje na nekoliko vrlo zanimljivih koincidencija u eksperimentalnim i teorijskim spektrima. Preostaje, međutim, nekoliko otvorenih pitanja glede mogućih procesa pri kojima bi došlo do miješanja simetrija.

Objavljeni radovi:

1. redovni radovi u CC časopisu

1. M. Pichler, W. C. Stwalley, R. Beuc, and G. Pichler, *Formation of ultracold Cs₂ molecules through the double minimum Cs₂ 3¹Σ_u⁺ state*, Phys. Rev. A **69** (2004) 013403(5).
2. T. Ban, R. Beuc, H. Skenderović, and G. Pichler, *Rubidium pure long-range ion-pair molecules*, Europhys. Lett. **66** (2004) 485-491.
3. T. Ban, D. Aumiler, R. Beuc, and G. Pichler, *Rb₂ diffuse band emission excited by diode lasers*, Eur. Phys. J. D **30** (2004) 57-64.

2. radovi u zbornicima konferencija

4. R. Beuc, M. Movre, *EU approach to the description of collisionally induced optical transitions of diatoms*, Proceedings of the 17th international conference on spectral line shapes. E. Dalimier (ur.), Paris : Editions Frontier Group, 2004. 470-472

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. G. Pichler, T. Ban, D. Aumiler, R. Beuc, *Femtosecond laser induced Backfluorescence spectra of dense Rb and Cs vapour*, 68. Physikertagung und AMOP Fruehjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, R. Sauerbrey(ur.), Muenchen : Deutsche Physikalische Gesellschaft, 2004. 47 (sažetak, poster)
2. M. Gaćeša, R. Beuc, *Formation of ultracold lithium molecules via photoassociation*, Brijuni Conference: Matter under extreme conditions. Book of abstracts, S. D. Bosanac, . (ur.), Zagreb : Institut Rudjer Bošković, 2004.(poster)
3. W. E. Ernst, R. Beuc, M. Movre, G. Pichler, *Spectroscopy of cold Cs₂ molecules on helium nanodroplets* Brijuni Conference: Matter under extreme conditions. Book of abstracts. S. D. Bosanac, (ur.), Zagreb : Institut Rudjer Bošković, 2004.. 22-22 (sažetak, poster).
4. R. Beuc, M. Movre, *EU Approach to the Description of Collisionally Induced Optical Transitions of Diatoms*, 17-th International Conference on Spectral Line Shapes, E. Dalimier, (ur.) Paris : Universite Pierre et Marie Curie, 2004.. 98-98 (sažetak, poster).

Međunarodna znanstvena suradnja

1. *Hladne molekule alkalijskih metala na helijevim nanokapljicama: Spektroskopija i elektronska dinamika*, zajednički hrvatsko-austrijski projekt. Voditelji: dr. sc. Robert Beuc i Prof. Dr. W. E. Ernst, Institut für Experimentalphysik, TU Graz
2. *Cold Molecules: Formation, Trapping, and Dynamics*, Research Training Network, FW5, EU. Hrvatski koordinator: G. Pichler, voditelj: Dr. F. Masnou-Seeuws, Laboratoire Aime Cotton, Orsay, Francuska.

3. *Teorijski aspekt formiranja ultrahladnih molekula, novi mehanizmi, novi sistemi*, hrvatsko-francuski projekt. Voditelji: dr. sc. Robert Beuc i Dr. Olivier Dulier, Orsay.

Neposredna suradnja

1. Prof. Dr. W. Meyer, Technische Universität, Kaiserslautern, Njemačka. Projekt: DFG-Forschergruppe 307, *Schwellenverhalten, Resonanzen und nicht-lokale Wechselwirkung bei niederenergetischen Elektronenstreuprozessen*, voditelj: Prof. Dr. K. Bergmann

Sudjelovanje u nastavi:

poslijediplomska nastava

- R. Beuc, *Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava* (315), PMF
M. Movre, *Fizika hladnih sudara* (316), PMF

diplomski rad

- M. Gaćeša, *Fotoasocijacijski spektar litijeve homo- i heteroizotopske molekule*, Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, 16.07. 2004., 51 str. Voditelj: R. Beuc

Ostalo

Kolaborativni projekt: *Ultrabrze i ultrahladne eksperimentalne i teorijske metode atomske i molekularne fizike i kemije, i primjene*. Trajanje: 2004-2009. Koordinator: G. Pichler

- R. Beuc, blagajnik Hrvatskog fizikalnog društva (od 2002. do 2004.).
R. Beuc, član upravnog vijeća Hrvatskog astronomskog društva (od 2000. do 2004.).
M. Movre, voditelj znanstvene sekcije Hrvatskog fizikalnog društva (od 2004.).

OPTIČKO FILTRIRANJE, INTERFEROMETRIJA I HOLOGRAFIJA (0035005)

Glavni istraživač: dr. sc. Nazif Demoli, viši znanstveni suradnik

Suradnici: dipl. inž. Kristina Šariri, znanstveni novak
mr. sc. Ivica Sović, vanjski suradnik, asistent

Opis istraživanja:

Hibridni korelator s preklapanjem Fourierovih spektara primijenjen je na analizu sličnosti slova najstarijeg tipa glagoljskog pisma s idealiziranim modelima trokutastog i okruglog tipa glagoljskog pisma. Eksperimentalni dio istraživanja kao i numerička analiza su završeni, a predstoji publiciranje rezultata. Drugi tip korelatora, tzv. korelator s množenjem Fourierovih spektara, primijenjen je na forenzičkom problemu identificiranja tragova oruđa. Prema našem pristupu, iz dvodimenzionalne slike tragova uzimaju se isječci i transformiraju u jednodimenzionalne bar kod linije s 8-bitnim rasponom intenziteta koje se zatim koreliraju numerički i optički. Na taj način dobivena informacija je otporna na deformacije i šum. Započet je rad na razvoju korelatora invarijantnog na promjenu perspektive promatranja predmeta računanjem značajki kao što su različiti momenti slike. U početnoj fazi razvijamo kompjutorske programe za numeričku podršku nakon čega slijedi eksperimentalni postav na optičkoj klupi.

Nastavljena su mjerenja fotopolimerizacijskih efekata kompozitnih smola koje se koriste u stomatologiji upotrebom digitalne laserske interferometrije. Razvijen je optoelektronički uređaj za istovremeno mjerenje promjene debljine i totalnog skupljanja uzoraka. Ostali fotopolimerizacijski efekti, kao što je deformacija zuba ili pojava mikropukotina, proučavani su primjenom klasične holografske interferometrije. Također je nastavljen rad na izradi uređaja za mjerenje pomaka i deformacija različitih uzoraka. Dovršen je trokomponentni akcelerometar za praćenje stabilnosti masivnog stola.

Digitalni postupci u holografiji i holografskoj interferometriji rezultirali su brojnim novim rezultatima. Nastavljena je primjena eksperimentalne metode oduzimanja dvaju stohastičkih intenzitetnih zapisa, što omogućuje rekonstrukciju digitalnih holograma bez smetnja uzrokovanih nedifraktiranim članom. Istraživanje je fokusirano na vremenski usrednjenu digitalnu holografsku interferometriju. Holografskim bilježenjem plohe koja titra dobivene pruge interferencije pokazuju amplitudu i raspodjelu polja deformacija. U suradnji s Louis Pasteur sveučilištem u Strasbourgu, dovršen je rad na detekciji 'skrivenih' stacionarnih deformacija titrajuće plohe. Razvijena je metoda mjerenja pomaka plohe iz njenog stacionarnog položaja u ravnotežni položaj formiran prilikom titranja plohe. Standardni postupak vremenski usrednjene holografske interferometrije nije u stanju detektirati 'skrivenih' deformacije koje se pojavljuju zbog naprezanja plohe. Kvantificiranje takvih deformacija omogućuje određivanje polja naprezanja u dinamičkoj analizi titrajućih ploha.

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisu

1. N. Demoli, D. Vukičević, *Detection of hidden stationary deformations of vibrating surfaces by use of time-averaged digital holographic interferometry*, Optics Letters **29** (20), 2423-2425 (2004).
2. N. Demoli, K. Šariri, Z. Stanić, V. Maštruko, O. Milat, *Toolmarks identification using SEM images in an optoelectronic correlator device*, Optik **115** (11), 487-492 (2004).
3. N. Demoli, A. Knežević, Z. Tarle, A. Meniga, J. Šutalo and G. Pichler, *Digital interferometry for measuring of the resin composite thickness variation during blue light polymerization*, Optics Communications **231**, 45-51 (2004).
4. G. Wernicke, S. Krüger, J. Kamps, H. Gruber, N. Demoli, M. Dürr, S. Teiwes, *Application of a Liquid Crystal Display Spatial Light Modulator System as Dynamic Diffractive Element and in Optical Image Processing*, Journal of Optical Communications **25** (4), 141-148 (2004).

Rad u zborniku konferencije

5. N. Demoli, D. Vukičević, M. Torzynski, *Time-averaged holographic interferometry using subtraction digital holography*, Optical Metrology in Production Engineering, Eds. W. Osten, M. Takeda, Proc. SPIE Vol. 5457 (SPIE, Bellingham, WA, 2004) 643-650.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. N. Demoli, D. Vukicevic, M. Torzynski, *Time-averaged holographic interferometry using subtraction digital holography*, The SPIE International Symposium on Optical Metrology, Minhen, Njemačka, 23-26. lipnja 2004. (predavanje)
2. N. Demoli, *Laboratorij za koherentnu optiku: digitalna holografija*, Dani Instituta za fiziku: znanstvena konferencija, Zagreb, Hrvatska, 4-6. veljače 2004. (predavanje)
3. I. Sović, N. Demoli, K. Šariri, *Digitalno-optički interferometar*, Dani Instituta za fiziku: znanstvena konferencija, Zagreb, Hrvatska, 4-6. veljače 2004. (predavanje)
4. K. Šariri, Z. Stanić, N. Demoli, O. Milat, V. Maštruko, *Primjena hibridnog korelatora na problem identifikacije u forenzici*, Dani Instituta za fiziku: znanstvena konferencija, Zagreb, Hrvatska, 4-6. veljače 2004. (poster)

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti

Dinamička viševalna digitalna holografska interferometrija,
projekt “Cogito”, voditelji projekta: dr. sc. N. Demoli i prof. D. Vukičević, Louis Pasteur
sveučilište, Strasbourg, Francuska.

Neposredna suradnja

Upotreba zaslona s tekućim kristalima u optičkoj obradi signala,
Dr. G. Wernicke, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Njemačka.

Domaća znanstvena suradnja

Projekti

Razvitak tehnoloških postupaka za izradu adhezijski postojanih restoracija,
kolaborativni projekt, koordinator: prof. dr. Z. Tarle, Stomatološki fakultet Sveučilišta u
Zagrebu.

Neposredna suradnja

Identifikacija značajki oruđa obradom SEM slika u optoelektroničkom korelatoru,
Dr. sc. O. Milat, Institut za fiziku, Zagreb, projekt 0035012.

Sudjelovanje u nastavi

Poslijediplomska nastava

V. Vujnović, N. Demoli, *Optika i holografija* (310), PMF

Ostalo

N. Demoli, voditelj projekta e-škole: *Koherentna optika*
N. Demoli, recenzent časopisa: *Optics Letters*, *JOSA A*, *Applied Optics*, *Optics Communications* i *Fizika*.

RAST I MORFOLOGIJA KRISTALA RAVNOTEŽNOG OBLIKA POVRŠINE (0035006)

Glavni istraživač: Dr. sc. Zlatko Vučić, viši znanstveni suradnik

Suradnici: Dr. sc. Davorin Lovrić, znanstveni suradnik
Dr. sc. Jadranko Gladić, stručni suradnik

Opis istraživanja

Nova metoda mjerenja tehnološki važnog parametra energije površine kristala dobila je zamah uvođenjem novih materijala, superionskih vodiča. Ona se temelji na ravnotežnom obliku monokristala (ECS) za kojeg vrijedi jednoznačno pridruživanje geometrijskih parametara energijskim. ECS omogućava istraživanje ovisnosti energije površine o orijentaciji promatrane površine u odnosu na glavne kristalografske osi, njene pojedine mikroskopske doprinose, kao i temperaturnu ovisnost. Metoda omogućuje i proučavanje rasta ECS kristala te time i produbljivanje znanja o mehanizmu rasta na površinama različitih orijentacija i mikroskopskih stanja.

U okviru projekta istražuju se statički (ECS) i kinetički oblici (kvazi-ECS) tijekom rasta monokristala bakar i srebro selenida na temperaturama od 650 K do 850 K gdje su preliminarno zabilježene pojave eruptivnog rasta atomski glatkih ploha slične onima na kristalima ^4He na mK temperaturama.

Za mjerenje rasta atomski glatkih faceta na kuglastim ECS monokristalima bakar selenida primijenjena je i prilagođena tehnika digitalne laserske interferometrije (DLI) i razvijen odgovarajući algoritam automatskog prihvata, obrade i analize, sve u svrhu određivanja faze iz svakog od velikog broja snimljenih interferograma. Uz poboljšanja klasičnog algoritma o kojima smo izvijestili prošle godine sada smo ispitivali njegovu pouzdanost i razlučivost. Pokazali smo da uobičajena metoda određivanja faze idealnog interferograma ima ugrađenu svojstvenu pogrešku koja se preračunato u pomak kreće od 2 do 10 nm, što je nedovoljno pouzdano za decidirane odgovore o mehanizmu rasta. Dominantni uzrok pogreške jest digitalni zapis interferograma svezan, u pravilu, s necjelobrojnim brojem pruga interferencije u vidnom polju kamere. Uočivši uzroke predložili smo promjene u algoritmu koje pogrešku smanjuju za gotovo red veličine. Rad je pripremljen za tisak.

U okviru suradnje dr. sc. R. Beucom objašnjavan je spektar pobuđenja hladnih molekula alkalijskih metala adsorbiranih na grozdovima helija nm dimenzija. Teorijski proračun izmjerenih spektara traži što točniji opis potencijala međudjelovanja molekule cezija i nakupine helijevih atoma. Iako uporaba ab-initio He-Cs potencijala iz plinske faze daje zadovoljavajuće slaganje s eksperimentom, za točniji kvantitativni opis potrebno je u potencijale uključiti i grozd helijevih atoma. Otvoreno je i pitanje utjecaja grozda helijevih atoma na procese kršenja simetrije, koji omogućuju opažanje nekih prijelaza u adsorbiranoj fazi molekule cezija, a koji su zabranjeni u njejoj plinskoj fazi. Izračunavanje potencijala međudjelovanja cezija (u "s" i u "p" stanju) i grozda helijevih atoma je pri svršetku.

Na temelju iskustava analize ECS rubova na fotografijama te znanja o parametrima slobodnog kapilarnog rasta ECS kristala, inicirali smo novu metodu

mjerenja ionske vodljivosti miješanih elektronsko – ionskih vodiča. Metoda je primjenjiva sve do temperature taljenja, u području u kojem inače praktički nema eksperimentalnih podataka. U tom području ne postoje materijali koji se uobičajeno koriste kao elektronske blokade i koji omogućuju izdvajanje minorne (ionske) komponente ukupne struje. Rad je objavljen u Journal of Crystal Growth 263 (2004) 590 - 599.

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisu

1. Z. Vučić, D. Lovrić, J. Gladić, B. Etlinger, *Copper and silver selenide crystal growth rate measurements as a method for determination of ionic conductivity*, Journal of Crystal Growth, 263 (2004) 590 – 599.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Z. Vučić, D. Lovrić, J. Gladić, *Mjerenje ionske vodljivosti Cu i Ag halkogenida do temperature taljenja praćenjem rasta kristala*, Knjiga sažetaka, str. 32, Znanstvena konferencija, Dani Instituta za fiziku Zagreb, 4 – 6. veljače 2004.
2. Z. Vučić, J. Gladić, D. Lovrić, *Model rasta atomski glatke plohe ECS kristala*, Knjiga sažetaka, str. 33, Znanstvena konferencija, Dani Instituta za fiziku Zagreb, 4 – 6. veljače 2004.

Znanstvena suradnja

Domaća, neformalna

1. Suradnja s dr. sc. N. Demolijem, Institut za fiziku, Zagreb, (0035005) na implementaciji digitalne laserske interferometrije za praćenje rasta kristala.
2. Suradnja s inž. Ivicom Prličem, Institut za medicinska istraživanja, Zagreb, (0022001) voditelj dr. sc. G. Marović, na obradi i analizi 2D digitalnih zapisa, te razvoju nove profilometrijske FTP metode.
3. Suradnja s dr. sc. R. Beucom, Institut za fiziku, (0035004) voditelj dr. sc. M. Movre, na teorijskim proračunima spektara pobuđenja hladnih molekula alkalijskih metala adsorbiranih na nanometarskim grozdovima He atoma.

Diplomski, magistarski i doktorski radovi

Dr. sc. Z. Vučić,
suvoditelj inž. Ivici Prliču za izradu doktorske disertacije iz medicinske fizike pod naslovom: *Istraživanje prostorno - vremenske raspodjele rendgenskog zračenja*

*vrlo niskih doza pri dijagnostičkoj, terapijskoj i intervencijskoj radiologiji',
Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Zagreb, prosinac
2004.*

Ostalo

Dr. sc. Z. Vučić,

- član organizacijskog odbora 'Otvoreni dani IFa', 4 – 6. veljače 2004.
- član Upravnog odbora Hrvatskog fizikalnog društva (HFD).
- rad na razvoju autonomne hidrografske i meteorološke sonde u okviru projekta e – škole HFD – a (temperatura, tlak, slanost, ...)
- recenzent za rad 199b, 10th Joint Vacuum Conference, Sept/Oct 2004. Portorož, Slovenia

NASLOV PROJEKTA (0035007)

Glavni istraživač: Dr. sc. Katarina Uzelac, znanstveni savjetnik

Suradnici: Dr. sci. Eduard Tutiš, viši znanstveni suradnik
Mr. sci. Osor S. Barišić, asistent
Dr. sci. Zvonko Glumac, docent, ETF Osijek
Prof. Dr. sci. Ivo Batistić, PMF Zagreb
Dipl. Inž. Krešimir Šaub, stručni suradnik

Opis istraživanja

Istraživanja su obuhvatila nekoliko tema iz područja statističke fizike i fizike čvrstog stanja.

U sklopu teorije kritičnih pojava proučavani su diskretni modeli na rešetki različitim renormalizacijskim postupcima i numeričkim simulacijama.

Dobiveni su novi rezultati za nule particijske funkcije Pottsovog modela u ravnini kompleksnog q za nekoliko različitih oblika dugodosežnog međudjelovanja.

Razmatrana je uloga viših nivoa u spektru matrice transfera kod identifikacije prijelaza prvog reda u sustavima s dugodosežnim međudjelovanjima.

Izučavani su geometrijski aspekti faznih prijelaza i izvođenje kritičnog ponašanja iz fraktalnih svojstava grozdova. Proučavana je trikritična točka koja dijeli prijelaze prvog i drugog reda u slučaju ravnotežnog razrjeđenja.

Studije su proširene na fazne prijelaze u neravnotežnim sustavima.

Proučavan je niski dio spektra polaronskih i bipolaronskih stanja u sklopu Holstein-Hubbardovog modela i razvijena je nova metoda koja omogućuje račun ovih stanja i u adijabatskom području parametara.

U kontekstu modeliranja procesa transporta u organskim materijalima i uređajima pokazali smo da ogromne varijacije gustoće struje i formiranje strujnih filamenata predstavljaju intrinzično svojstvo injekcije u amorfne slojeve organskih molekula.

Objavili smo kod opsežnog numeričkog modela za električna svojstva i emisiju svjetlosti višeslojnih organskih struktura.

Kombinacijom modeliranja i eksperimenta otkrivena je raspodjela električnog polja kod nekih poznatih struktura organskih svjetlećih dioda, te su predviđene i realizirane nove strukture s novim varijabilnim svojstvima emitirane svjetlosti.

Doveli smo u vezu filamentaciju struje organskim amorfnim filmovima s pojavom degradacije u na njima zasnovanim uređajima. Simulacijama električnog transporta u višedimenzionalnom neuređenom sustavu stekli smo uvid u homogenizaciju električnog transporta uzrokovanu tankim injekcijskim slojevima i dopiranjem.

Objavljeni radovi:

Redovni radovi u CC casopisu

Osor S. Barišić:

Calculation of excited polaron states in the Holstein model,
Phys. Rev. **B69**, 064302-1 (2004)

Berner, Detlef; Nuesch, Frank; Tutiš, Eduard; Ma, C.; Wang, X.; Zhang, B.; Zuppiroli, Libero. *Splitting of the recombination zone in organic light emitting diodes by dye doping.*, *Journal of Applied Physics*. **95** (2004) , 7; 3749-3753 (članak, znanstveni rad).

Tutiš, Eduard; Batistić, Ivo; Berner, Detlef.

Injection and strong current channeling in organic disordered media., *Physical Review B* **70** (2004) ; 161202(R)-161204 (članak, znanstveni rad).

Rad u zborniku konferencije

Berner, Detlef; Nüesch, Frank; Tutiš, Eduard; Ma, C; Wang, X.; Zhang, B.; Zuppiroli, Libero.

Conditions of recombination zone splitting in organic light-emitting diodes,
Proceedings of SPIE, vol 5465 Organic Photoelectronics and Photonics, (ISBN 0-8194-5387-0, ISSN 0277-786X) / P.L. Heremans, M. Muccini, H.Hofstraat (ur.).
Bellingham, WA, USA : SPIE, 2004. 72-82 (međunarodna recenzija, znanstveni rad).

Tutiš, Eduard; Berner, Detlef; Zuppiroli, Libero.

The mechanism of lifetime extension due to CuPc layer in organic light emitting diodes, //*Proceedings of SPIE, vol 5465 Organic Photoelectronics and Photonics / P.L. Heremans, M. Muccini, H.Hofstraat (ur.)*.
Bellingham, WA, US : SPIE, 2004. 330-336 (međunarodna recenzija, znanstveni rad).

Berner, Detlef; Tutis, Eduard; Nuesch, Frank; Zuppiroli, Libero. New insights into the functioning of dye-doped OLED's from model simulations.

Proceedings on International Conference on the Science and technology of Emissive Displays and Lighting,
Toronto : , 2004. 69-72 (međunarodna recenzija, znanstveni rad)

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

E. Tutiš: Photonics Europe 2004. (Strasbourg, Francuska, 21-23, , travanj, 2004)

E. Tutiš: From Solid State To BioPhysics II : Role of Inhomogeneities in Solid, Soft and Bio-Matter (Cavtat, Hrvatska, 26.6 - 2, 7 2004)

O.S. Barisic: *Calculation of excited polaron states in the Holstein model*, Annual APS March Meeting 2004, Montreal, Kanada, 22-26. 03. 2004.

Z. Glumac, K. Uzelac: *Determination of the order of phase transition in the one-dimensional Potts model with long-range interactions*, Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics - MECO 29, Bratislava, 28.3-1.4.2004.

Međunarodna suradnja

E.Tutiš (IFS)-I.Batistić(PMF)-L.Zuppiroli (EPFL,Lausanne, Švicarska)
SCOPES projekt 7KRPJ065619.01.

Neposredna suradnja

K. Uzelac (IFS) - R. Jullien (Universite de Montpellier II, Francuska)

Sudjelovanje u nastavi:

dodiplomska nastava

K. Uzelac,
Ireverzibilni procesi u fizici
Kolegij na 3. godini studija, inž. fizike, PMF, Zagreb

Osor S. Barišić
Seminar iz Ireverzibilnih procesa (vježbe)
Kolegij na 3. godini studija, inž. fizike, PMF, Zagreb

poslijediplomska nastava

E. Tutiš
Fizika visokotemperaturnih poluvodiča
Postdiplomski studij iz fizike, (akademska godina 2003-2004)

E. Tutiš
Fizika poluvodiča
Postdiplomski studij iz fizike, (akademska godina 2004-2005)

Diplomski, magistarski i doktorski radovi:

Ivan Balog: "Renormalizacijska grupa u realnom prostoru i fazni prijelaz 1. reda u Pottsovom modelu", PMF Zagreb, 2004. (mentor: K. Uzelac)

Ostalo

K. Uzelac,
-pridruženi urednik u časopisu Fizika A

E. Tutiš:
-član organizacijskog odbora ljetne škole

K. Uzelac:
Vođenje računskog centra i lokalne mreže, pripadnih servisa, te koordinacija s
CARNetom

ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA SLITINA I INTERMETLIKA (0035008)

Glavni istraživač: Dr. sc. Jagoda Lukatela, viši znanstveni suradnik

Suradnik: Dr. sc. Jovica Ivkov, viši znanstveni suradnik

Opis istraživanja:

Započeto je ispitivanje strukturnih i elektronskih transportnih svojstava amorfne Al_xMo_{100-x} slitina. To je istraživanje nastavak detaljnog ispitivanja svojstava amorfne slitine na bazi refraktornih (W, Mo, Ta) i prijelaznih (Cu) te lakotopivih (Al) metala, a ujedno i nastavak istraživanja svojstava tankih filmova općenito. Amorfne Al_xMo_{100-x} slitine dobivene su magnetronskom kodepozicijom (na IRB-u) u obliku tankih (do 500 nm) filmova na različitim podlogama (korund, kvarc, safir itd). Mjerenja električne otpornosti do 700°C pokazala su da su slitine amorfne u širokom rasponu koncentracija ($45 \leq x \leq 85$) s temperaturama kristalizacije iznad 450°C. Ujedno su opaženi značajni efekti strukturne relaksacije ispod temperatura kristalizacije. Započeto je istraživanje korelacije tih efekata s, kao kod AlW slitina, Hallovim efektom, odnosno, elektronskom strukturom slitina. Ujedno je započeto i sistematsko ispitivanje utjecaja debljine i hrapavosti podloge na strukturnu relaksaciju.

Također je započeto ispitivanje svojstava tankih filmova čistog nanokristaliničnog nikla. Opaženo je da termička stabilnost Ni filmova jako ovisi o podlozi i tlaku argona pri depoziciji. Ispitivanje ponašanja jednodimenzionalnog kristaliničnog materijala omogućava lakši uvid u neke pojave (kao na pr. jaku površinsku migraciju atoma na visokim temperaturama) koje je, zbog faznih transformacija, teže razlučiti u višekomponentnim sistemima.

Započeto je i istraživanje strukturnih transformacija amorfne NbGe filmova u suradnji s grupom na Fizičkom zavodu PMF-a. Cilj istraživanja je dobivanje kompozitnog materijala (nanokristala u amorfnoj matrici) koji bi po nekim svojstvima, npr. visokom kritičnom magnetskom polju, bio bolji za primjenu od klasičnog polikristaliničnog materijala.

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisu

1. I. Kokanović, B. Leontić, J. Lukatela, *Transport properties of hydrogen-doped $(Zr_{80}Co_{20})_{1-x}H_x$ (Co, Ni) metallic glasses*, physica status solidi b 241 (2004) 908-915.
2. J. Ivkov, N. Radić, A. Tonejc, *Hall effect in Al-W thin films*, Solid State Communications 129 (2004) 369-373.
3. T. Car, N. Radić, J. Ivkov, A. Tonejc, *Resistivity models of the phase-transformation of amorphous $Al_{78}W_{22}$ thin films under isothermal and isochronal conditions*, Applied Physics A: Materials Science & Processing. 1432-0630 (2003)

(napomena: rad pod br. 3 nije naveden u izvještaju za 2003. god. i za sada je samo u on-line verziji: www.springerlink.com/index/AWKKE2DNEMM3286M.pdf)

Konferencijski rad u CC časopisu

4. I. Kokanović, B. Leontić, J. Lukatela, A. Tonejc, *The effect of thermal-relaxation on the short-range order in Zr₈₀Co₂₀ metallic glass*, Materials Science and Engineering A 375-377 (2004) 688-692.
5. N. Radić, A. Tonejc, J. Ivkov, P. Dubček, S. Bernstorff, Z. Medunić, *Sputter-deposited amorphous-like tungsten*, Surface and Coatings Technology 180-181 C (2004) 66-70.

Rad objavljen u zborniku skupa

6. N. Radić, T. Car, A. Tonejc, J. Ivkov, M. Stubičar, M. Metikoš-Huković, *Al-W amorphous thin films*, Physics and Technology of Thin Films / Moshfegh, A.Z. ; Kaenel, H. v. ; Kashyap, S.C. ; Wuittig, M. (ur.), Singapore : World Scientific Publishing Co., 2004.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. Ž. Bihar, A. Bilušić, J. Lukatela, A. Smontara, *Transportna svojstva kvazikristalnih spojeva Al-Cr-Fe*, Znanstveni skup Promicanje ideja fizike, Institut za fiziku, Zagreb, 4.-6. veljače, 2004, (predavanje).
2. T. Car, N. Radić, J. Ivkov, *Kinetics of structural relaxation of amorphous AlW thin films under isochronal condition*, 10th Joint Vacuum Conference, Portorož, Slovenija, 28.9. – 2.10., 2004. (poster).
3. T. Car, N. Radić, J. Ivkov, A. Tonejc, *Resistivity model of phase-transformation of amorphous Al₇₈W₂₂ thin films under isothermal conditions*, IVC-16 (16th International Vacuum Congress) ICSS-12 (12th International Conference on Solid Surfaces) NANO-8 (8th Int. Conference on Nanometer Scale Science and Technology) AIV-17 (17th Vacuum National Symposium), Venecija, Italija, 28.6 – 2.7., 2004. (poster).

Međunarodna znanstvena suradnja

1. *Proizvodnja i istraživanje novih kvazikristala*, Zajednički projekt MZOS Republike Hrvatske i Ministarstva znanosti Republike Slovenije, pod zajedničkim vodstvom Dr. sc. Ana Smontara, Institut za fiziku, i Prof. Dr.sc. Janez Dolinšek, Institut J. Stefan, Odsek za fiziko trde snovi, Ljubljana i Fakultet za matematiko in fiziko, Sveučilišta u Ljubljani, Slovenija.

Neposredna znanstvena suradnja

1. A. Smontara, A. Bilušić i J. Lukatela (IF) i J.M. Dubois (LSG2M-CIM, Ecole des Mines, Parc de Saurupt, Nancy, Francuska) suradnja je u okviru projekta *Complex metallic alloys* (CMA 500140-1) prihvaćenog za financiranje od EU.

2. Suradnja s projektima MZOS 0098021, glavni istraživač Dr. sc. Nikola Radić i 0119262 glavni istraživač doc. Dr. sc. Ivan Kokanović.

Projekt 0035009: Magnetizam i supravodljivost kompleksnih oksida prijelaznih metala

Glavni istraživač: *dr.sc.Mladen Prester, viši znanstveni suradnik*

Suradnici:

dr.sc.Đuro Drobac, viši znanstveni suradnik
dr.sc.Željko Marohnić, znanstveni suradnik
dipl.ing. Ivica Živković, znanstveni novak

Opis istraživanja

Nastavljajući rad na magnetizmu sistema u kojima je ion bakra Cu^{2+} ($S=1/2$, $3d^9$) nosilac magnetskih svojstava fokusirali smo dva bakar- telur-oksida, Cu_3TeO_6 i $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{X}_2$ (gdje je $\text{X}=\text{Br}, \text{Cl}$). Iz mnogih razloga oba sistema su izuzetno interesantna pa smo u protekloj godini razumijevanje njihova magnetizma produbljivali detaljnim ispitivanjima i modeliranjima. Za napredak u razumijevanju od ključnog značaja je bilo koreliranje naših rezultata ac susceptibilnosti sa rezultatima drugih tehnika na istim uzorcima. Iniciranje suradnje sa laboratorijem Dr.M.Miljaka (0035010) te sa Laboratorijem za neutronske spektroskopije (Paul Scherrer Institut & ETH, Zurich) pokazalo se je posebno plodonosnim. U istraživanjima Cu_3TeO_6 inicirali smo i sudjelovali u prvim mjerenjima neutronske raspršenja na praškastom uzorku (u temperaturnom području 1.5 K – 300 K) te potvrdili naše ranije otkriće magnetskog faznog prijelaza u tom materijalu na $T_N=61$ K. Magnetsko uređenje koje se uspostavlja ispod prijelaza je antiferomagnetsko, karakterizirano valnim vektorom $k=(0,0,0)$ te klasičnim ponašanjem magnetskih intenziteta (kvadrat Brillouenove funkcije za $S=1/2$). Izvorno na temelju naših mjerenja ac susceptibilnosti u tri ortogonalne orijentacije uzorka u odnosu na mjerno polje, uočeno je da se ispod T_N ne razvija izrazita anizotropija susceptibilnosti. Taj podatak ukazuje na neuobičajene elemente prisutne u stabilizaciji antiferomagnetskog osnovnog stanja te predstavlja važan element u formulaciji kompletne slike magnetizma Cu_3TeO_6 . U širokom krugu uključenih koautora ta je formulacija upravo u toku.

U istraživanju sistema $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{X}_2$ u protekloj godini najviše smo se bavili uzorcima $\text{X}=\text{Br}$, ovaj put u korelaciji sa istraživanjima neutronske raspršenja (provedenog na Institute Laue Langevine, Grenoble) na istom monokristalnom uzorku. U uzorku koji u mjerenjima ac susceptibilnosti iskazuje elemente koji upućuju na singletno osnovno stanje (uspostavljenog bez prisustva loma simetrije) mjerenja neutronske raspršenja doista pokazuju odsustvo maksimuma koji bi se mogli pridjeliti pojavi magnetskog uređenja. Pitanje osnovnog stanja time dakle nije riješeno pa se korelirano istraživanje na identifikaciji osnovnog stanja $\text{X}=\text{Br}$ sistema nastavlja. Bolje razumijevanje sistema sa $\text{X}=\text{Cl}$ je također potrebno i ta su istraživanja također u toku.

U istraživanjima rutenokuprata učinjen je važan eksperimentalni napredak proširenjem vremenskog prozora za istraživanje vremenske relaksacije ac susceptibilnosti

sa sekundnog u milisekundno područje. U prozoru malih vremena (ispod 1s) za sada nije uočena pojava novog vremenskog režima (novog mehanizma) vremenske relaksacije.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. Prester, Mladen; Smontara, Ana; Živković, Ivica; Bilušić, Ante; Drobac, Đuro; Berger, H; Bussy, F. *Ground state order and spin-lattice coupling in tetrahedral spin systems Cu₂Te₂O₅X₂*. // *Physical Review B - Rapid Communication*. **69** (2004), 180401(R)

Pozvana predavanja

M.Prester, *Competing magnetic ground states in a spin tetrahedral quantum magnet: a hidden role of inhomogeneities*, Međunarodna konferencija *From Solid State to Biophysics II*, Cavtat-Dubrovnik 26.6.-2.7.2004.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

I.Živković, Summer School on Condensed Matter Physics- Phase Transitions, Zuoz-Švicarska, 7.-14.8. 2004.

Seminari u inozemstvu

M.Prester, *Competing ground states in some selected copper-tellurides: From spin liquid long range magnetic order*, Paul Scherrer Institute, Villigen, Švicarska, 5.4. 2004.

Međunarodna znanstvena suradnja- Formalna suradnja

Ime projekta: SCOPES Project No. 7KRPJO5631 *Studies of magnetic ordering and superconductivity in ruthenocuprates and other related oxides*

Koordinator na hrvatskoj strani: Dr.Mladen Prester

Partner u inozemstvu: Dr. Davor Pavuna, Institut de la Physique de la Matiere Complexe, PH - FSB, Ecublens, EPFL CH-1015 Lausanne

Međunarodna znanstvena suradnja - Neformalna suradnja

Ivica Bradarić, *Laboratoy for Theoretical and Condensed Matter Physics, The "Vinča" Institute of Nuclear Sciences, P.O.Box 522, 11001 Belgrade, Serbia, Yugoslavia*

Oksana Zaharko, Laboratory for Neutron Spectroscopy, Paul Scherrer Institute & ETH Zurich, CH-5232 Villigen, Švicarska

Sudjelovanje u nastavi: dodiplomska nastava,

- Ivica Živković, Vježbe iz *Osnove teorije vjerojatnosti* i *Matematička statistika*
- Đuro Drobac sudjeluje u dijelu kolegija *Eksperimentalne metode fizike*.

Ostalo

Recenzentske aktivnosti

- Mladen Prester recenzira za časopise: Physical Review (B i E), J.Phys.Condens.Matter, Supercond.Sci.Technol., E.Phys.J, Fizika (Hrvatska)
- Đuro Drobac recenzira za časopis J.Phys.Condens.Matter.

Aplikativni projekti

U suradnji sa poduzećem CryoBIND/Sistemprojekt razvijaju se nove opcije i mjeriteljske performanse CryoBIND sistema za mjerenje ac susceptibilnosti.

Transport i termodinamika novih materijala s elektronskim korelacijama (0035010)

Glavni istraživač:

Dr. sc. Veljko Zlatić, znanstveni savjetnik

Suradnici:

Dr. sc. Marko Miljak, viši znanstveni suradnik

Dr. sc. Berislav Horvatić, znanstveni suradnik

Dipl.inž. Mirta Herak, asistent

Opis istraživanja

Nastavili smo istraživati utjecaj jakih elektronskih korelacija na termodinamička i transportna svojstva metalnih sustava.

Teorijska istraživanja usmjerili smo na dva problema. Prvo, primijenili smo Keldišev formalizam na Falicov-Kimball model u beskonačno dimenzija i izračunali numeričkim metodama spektralnu funkciju f elektrona. (Detalji su opisani u radu 1.) Drugo, pomoću NCA analize Andersonovog modela objasnili smo utjecaj hidrostatskog tlaka na Kondo efekt i efekt fluktuirajuće valencije, te našli (T-P) fazni diagram cerijevih i iterbijevih spojeva. (Detalji su opisani u radu 2. i 3.)

U eksperimentalnom dijelu projekta istraživana je susceptibilnost i anizotropija kvazijednodimenzionalnih bakar oksida i dobiveni su sljedeći rezultati. Prvo, anizotropija međudjelovanja izmjene (exchange interaction), kao posljedica Cu^{+2} ionskih svojstava (single-ion anisotropy), iako vrlo mala u usporedbi s tipičnim anizotropnim magnetskim ionima i uobičajeno nevažavana u magnetskim modelima, nedvojbeno je razlučiva u torque mjerenjima, (do 4 %). Drugo, reperkusije ove slabe anizotropije pokazuju se na niskim temperaturama, gdje se i očekuju kritični kvantni efekti u nižedimenzionalnim sustavima. Naime, antifereomagnetska uređenja, praktički bez iznimke u ovoj seriji materijala, nisu spojiva s nižedimenzionalnim Heisenbergovim modelima koji vrlo dobro opisuju visokotemperaturno ponašanje.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. V. Zlatić (pozvano predavanje)

Thermoelectric properties of heavy fermions

MATH/CHEM/COMP, Dubrovnik, lipanj 2004.

2. V. Zlatić

Thermoelectricity of heavy fermions and valence

actuators The International conference on strongly correlated electron systems,

Karlsruhe, srpanj, 2004.

3. V. Zlatić

Description of valence-change transitions by the DMFT solution of the Falicov-Kimball model,
The 20th General Conference of the Condensed Matter Division, European Physical Society, Prag, srpanj 2004

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti:

1. Thermodynamic and thermoelectric properties of heavy fermions,
Projekt nancira Swiss National Science Foundation.
Kordinator na hrvatskoj strani: Dr. V. Zlatić
Partner u inozemstvu: Prof. Rene Monnier
Laboratorium fuer Festkoerperphysik, ETH-Hoenggerberg, CH-8093 Zuerich
Projekt je završen u srpnju 2004.

2. Computational design and optimization of nanoscale spintronics and thermoelectric devices
Projekt financiraju National Science Foundation, USA, i MZT RH
Kordinator na hrvatskoj strani: Dr. V. Zlatić
Partner u inozemstvu: Prof. J. Freericks,
Georgetown University, Washington D.C., USA
Projekt traje do rujna 2006.

3. COST Action P 16, Emergent behavior of correlated matter,
Svi detalji mogu se naci na web stranici EU:
http://cost.cordis.lu/src/action_detail.cfm?action=P16
Projekt traje do veljace 2009.

Neposredna suradnja

1. Prof. F. Steglich, Max-Planck-Institut za fizikalnu kemiju materijala, Dresden, Njemačka
2. Prof. K. Becker, Tehničko sveučilište Dresden, Dresden, Njemačka
3. Dr A. Hewson, Imperial College, London, UK

Sudjelovanje u nastavi (dodiplomska nastava)

M. Herak,
Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu,
Fizički praktikum II, za inž. Fiz. 2.god.

Ostalo

V. Zlatić

Mercator Professor Njemačke zaklade za znanost DFG - Deutsche
Forschungsgemeinschaft Tehničko sveučilište Dresden, Njemačka , studeni/prosinac,
2004

Svojstva jako koreliranih metala od interesa za primjenu (035011)

Glavni istraživač: dr. sc. Mroslav Očko, viši znanstveni suradnik

Suradnici: dr. sc. Ivica Aviani, znanstveni suradnik

Opis istraživanja

Nastavljena su istraživanja svojstva Yb otopljenog u metalnoj matrici. Osim fundamentalnog interesa, ova istraživanja važna su zbog moguće primjene pripadnih intermetalika kao termoelektričnih materijala. U radu 2. pokušali smo odgovoriti na pitanje zašto Yb otopljen u metalnoj matrici daje visoku karakterističnu temperaturu. Na temelju mjerenja Seebeck-ovog efekta i analize rezultata mjerenja u svjetlu postojećih teorija zaključili smo da u sistemu slitina $\text{YbIn}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Cu}_4$ za $x > 0.3$ taj efekt omogućen je postojanjem kristalnog polja, koje razbija degeneraciju Yb 5f nivoa.

Vezano uz mogućnost primjene novih materijala, a u suradnji s PMF-om, nastavili smo ispitivati i mehanička svojstva jako koreliranih materijala (radovi 3. i 4.). Pokazali smo da je u $\text{YbIn}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Cu}_4$ sistemu slitina isto kao i u $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ sistemu koncentracijska ovisnost Vickers-ove mikrotvrdoće posljedica promjene elektronskih svojstava toga sistema (rad 4).

U okviru kolaborativnog projekta "Koncept kompleksnosti i njegova primjena" započeta su proučavana jednodimenzionalnih elektronskih sustava. Ispitivani su i drugi kompleksni sistemi kao npr. istraživanja feromagnetskih supravodiča (rad 1.). Pokazali smo da termostruja mnogo prije ac susceptibilnosti pokazuje postojanje supravodljivih fluktuacija u nehomogenim supravodičima. Ujedno, pokazali smo, na osnovu Landau-ljeve teorije širenja elektromagnetskih valova u metalima, da je visoka električna otpornost takovih materijala uzrok slabije osjetljivosti ac susceptibilnosti na supravodljive fluktuacije. Naše objašnjenje početka supravodljivog prijelaza koji uočava ac susceptibilnost konfrontirano je sa objašnjenjima koja postoje u literaturi. Iako Sonin-Felner-ova teorija nije predviđena da objasni tu točku prijelaza, mi pokazujemo da upravo ona može objasniti tu karakterističnu točku supravodljivog prijelaza.

Značajnim smatramo naša istraživanja *o mogućoj primjeni teškofermionskih sistema u termoelektričnim uređajima*. Rezultati ispitivanja su obrađeni u Diplomskom radu Ž. Šimeka i oni se mogu sažeti ovako: *i)* prema nama dostupnim podacima teški fermioni bi mogli biti najbolji termoelektrični materijali na temperaturama nižim od 50 K – dakle mogli bi se primijeniti u kriotehnici; *ii)* u cilju poboljšavanja termoelektričnih karakteristika tih materijala ti materijali bi trebali biti kristalografski što čišći radi postizanja što bolje koherencije; *iii)* proširenje temperaturnog područja primjene moglo bi se postići pronalaženjem teškofermionskih sistema sa što većom Kondo temperaturom. Pokazano je također da bi teškofermionski termočlanak $\text{YbAgCu}_4 - \text{CeCu}_6$ bio mnogo osjetljiviji od $\text{Au}7\%\text{Fe}$ – kromel termočlanak koji se sada koristi na niskim temperaturama.

Objavljeni radovi

1. M. Očko, I. Živković, M. Prester, H. Berger, D. Ariosa, D. Pavuna:
Consistent behaviour of ac susceptibility and transport properties in magnetic superconductor $RuSr_2GdCu_2O_8$
Journal of Magnetism and Magnetic Materials, **269** (2004) 231-7 (2004)
2. M. Očko, J. L. Sarrao, Ž. Šimek,
*Thermopower of the $YbAg_yIn_{1-y}Cu_4$ alloy system:
What does minimum in the $YbAg_xIn_{1-x}Cu_4$ alloy system reflect?*
Journal of Magnetism and Magnetic Materials, **284** (2004) 43-46
3. M. Stubičar, M. Očko, N. Stubičar:
Microhardness study of some novel compounds and alloys
Journal of Material Science **39** (2004) 1-3

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. M. Očko, M. Stubičar, N. Stubičar, I. Aviani, Ž. Šimek,
*Utjecaj elektronske strukture na mehanička svojstva metalnih sistema $Yb_xY_{1-x}InCu_4$
i $YbAg_yIn_{1-y}Cu_4$,*
Znanstvena konferencija promicanje ideja fizike, «Dani instituta za fiziku», 4-6 veljače 2004. (predavanje)
2. I. Aviani, M. Očko, Ž. Šimek, J. L. Sarrao,
*Niskotemperaturna svojstva visokotemperaturne faze $YbInCu_4$ opažena dopiranjem
itrijem,*
Znanstvena konferencija promicanje ideja fizike, «Dani instituta za fiziku», 4-6 veljače 2004. (predavanje)
3. Ž. Šimek, M. Očko, I. Aviani,
*Ispitivanja teškofermionskog intermetalika $YbAgCu_4$ kao potencijalnog
termoelektrika,*
Znanstvena konferencija promicanje ideja fizike, «Dani instituta za fiziku», 4-6 veljače 2004. (predavanje)

Diplomski rad

1. Željko Šimek: obranio je 22.10 2004. diplomski rad: "O mogućoj primjeni teškofermionskih sistema u termoelektričnim uređajima" (voditelj: M. Očko).

Kolaborativni projekti

Prošle godine nastavljen je rad na kolaborativnom projektu "Koncept kompleksnosti i njegova primjena" pod vodstvom Dr. K. Biljaković. Nađena su zanimljiva termoelektrična svojstva jednodimenzionalnih vodiča I sada nastojimo verificirati te rezultate prethodnih mjerenja.

Projekti

1. I. Aviani, Projekt e-škole: *Magnetizam i jaki magneti*

Neposredna međunarodna suradnja

1. M. Amara, *Université "Joseph Fourier", Grenoble, Francuska*
2. R. M. Galéra, *CNRS - Laboratoire "Louis Néel", Grenoble, Francuska*
3. J. L. Sarrao, *Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, USA*
4. Z. Samardžija, *"Jožef Stefan" Institute, Jamova 39, SI-1000 Ljubljana, Slovenia*
5. J.-G. Park, *Center for Strongly Correlated Materials Research, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea*

Sudjelovanje u nastavi

M. Očko, Praktikum iz Fizike I i II (*PMF*)

Ostale edukacijske aktivnosti

1. I. Aviani, Čudesni svijet magneta – igra s magnetima , predavanje i prezentacija, *Festival znanosti, Zagreb, 26-30. 04. 2004.*
2. I. Aviani, mentor, Curiev motor, učenici: Dražen Mrvoš i Dalibor Mucko, *samostalni eksperimentalni radovi učenika srednjih škola, Državno natjecanje iz fizike, Mali Lošinj, 13-16. 05. 2004., druga nagrada*

Nanostrukturne modulacije kompozitnih kristala i materijala (0035012)

Glavni istraživač: Dr Ognjen Milat

Suradnici: Krešimir Salamon, dipl. ing. znanstveni novak
dr Pavo Dubček, konzultant

Opis istraživanja

Nanostrukturne nehomogenosti u tankim naslagama i podpovršinskim slojevima raznih materijala istraživane su SAXS i GISAXS metodom (mjerenjima na sinkrotronu «Elettra» u Trstu). Nehomogenosti su bile inducirane ili tehnikom implantacije (suradnja s B. Pivac, IRB), ili magnetronskim naprašivanjem tankih višeslojnih naslaga (suradnja s N. Radić, IRB).

Za razliku od pojave nanostrukturnih nehomogenosti u formi He-mjehurića u slučaju implantacije helijem, kod implantacije kriptonom ustanovljeno je formiranje amornog sloja pod neznatno oštećenim površinskim slojem kristalnog silicija. Povećanje «amorfizacije» rešetke silicija u unutrašnjosti događa se bez mjerljivog povećanja nanostrukturnih parametara hrapavosti površine implantiranog sloja.

Kinetika izlučivanja i rasta nanokristalnih Ge-nakupina generiranih implantacijom Ge atoma u podpovršinski sloj kvarca, te učinak naknadnog termičkog tretmana na formiranje „kvantnih točaka” također je ispitivana GISAXS metodom. Ustanovljeno je da veličina i broj precipitiranih nanokristalića ovise o uvjetima pripreme i termičkog tretmana: veće doze implantacije uz umjerene temperature precipitacije rezultiraju pojavom pravilnih nanokristalića koji predstavljaju „kvantne točke” (QD) u neuređenoj matrici SiO₂.

Nanostruktura tankih filmova volfram karbida (WC_{1-x}) istraživana je i tehnikom rendgenske (XRD) i elektronske difrakcije (ED) pod malim kutom. Nađeno je da prividna amorfnost tankih naslaga proizlazi iz nanometarske veličine gusto nakupljenih i izotropno orijentiranih nanokristalića karbidne faze u matrici amornog ugljika. Istraživanje nanostrukture tankih nanosa WxAl_{1-x} je u tijeku.

Modulirana struktura kompozitnog kristala Ca_xCuO₂ istraživana je računalnom simulacijom elektronsko-mikroskopijskih slika. Nađeno je da slikovna pojavnost strukturne modulacije ovisi o observacijskim parametrima (instrumentalnim: fokus i apertura mikroskopa; objektnim: debljina kristala i kristalografska orijentacija), uslijed čega je naglašenost modulacije zapravo artefakt misorijentacije kristalografske i optičke osi, a da selektivnost oslikavanja nesumjerljivih podrešetki «CuO₂-lanaca» i «Ca-nizova» bitno ovisi o stupnju parcijalnog nereda u podsistemu «Ca-nizova».

Mikromehaničke karakteristike tragova zasjeka, i mogućnosti identifikacije upotrijebljenog alata, istraživane su optoelektroničkom korelacijom (suradnja s N. Demoli, IF).

Objavljeni radovi

Redovni rad u CC časopisu

1. Dubček, P.; Pivac, B.; Milat, O.; Bernstorff, S.; Zulim, I.; Study of structural changes in Krypton implanted silicon. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. 215 (2004) ; 122-128
2. Demoli N. Šariri K. Stanić Z. Maštruko V. Milat O.; Toolmarks identification using SEM images in an optoelectronic correlator device. Optik. 115(11):487-492, 2004.

Rad objavljen u zborniku konferencije

Milat, O.; Demoli, N.; Righi, L.; Migliori, A.; Calestani, G.; Thickness Dependent Imaging of Atomic Columns in CaxCuO2 Composite Crystal; Proceedings of the 13th European Microscopy Congress, Vol I, Van Dyck, D. and Van Oostweldt P. (ur.). Belgian Society for Microscopy, Liege (2004), pp. 135-136

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

The 13th European Microscopy Congress, August 22-27, 2004, Antwerp, Belgium
Milat, O.; Demoli, N.; Righi, L.; Migliori, A.; Calestani, G.
Thickness Dependent Imaging of Atomic Columns in CaxCuO2 Composite Crystal

Neformalna suradnja

Optičko filtriranje, interferometrija i holografija, projekt MZOS 0035012, Institut za fiziku, Zagreb, Dr. sc. N. Demoli, (Identifikacija značajki oruđa obradom SEM slika u optoelektroničkom korelatoru)
Utjecaj defekata i nanostruktura na svojstva poluvodiča (MZOS 0098020), Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Branko Pivac
Magnetronska depozicija tankih filmova (MZOS 0098021), Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Nikola Radić

Sudjelovanje u nastavi

Salamon K.: Praktikum iz fizike I, Studij fizike na PMFu u Zagrebu.

TOPLINSKA SVOJSTVA SPECIFIČNO UREĐENIH SUSTAVA (0035013)

Glavni istraživač: Dr. sc. Ana Smontara, viša znanstvena suradnica

Suradnici: Dr. sc. Ante Bilušić, viši asistent, docent (FPMZiOP, Split)
od 1. ožujka 2004.
Mr. sc. Željko Bihar, asistent (Tana-corporation d.o.o.)

Opis istraživanja

Rezultati naših istraživanja u 2004 godini upotpunjuju saznanja o magnetskim svojstvima te mehanizmima vođenja naboja i topline nedavno sintetiziranih kvantnih spinskih sustava $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5(\text{Cl}_{1-x}\text{Br}_x)_2$ (radovi 1 i 4), niskodimenzionalnih sistema NbSe_2 s pojavom supravodljivosti (rad 3), te novih kompleksnih metalnih spojeva, posebice intermetalika iz obitelji ξ' -Al-Pd-Mn.

ξ' -Al-Pd-Mn obitelj je predstavnik nove klase materijala nazvanih kompleksni metalni spojevi, čija se kristalna struktura bazira na velikim jediničnim ćelijama s više od tisuću atoma. Kompleksni metalni sustavi pokazuju uređenje na dvije bitno različite fizikalne skale: jedna je definirana kvaziperiodičnim kratkodosežnim atomskim uređenjem unutar podstrukture grozdova, a druga periodičnim dugodosežnim uređenjem - preplitanje tih dvaju uređenja utječe na njihova fizikalna svojstva. Intermetalici ξ' -Al-Pd-Mn su odlični kvazikristalinički aproksimanti ikozaedarskih kvazikritala iz obitelji i-Al-Pd-Mn. Lokalno uređenje obiju struktura bazira se na pseudo-Mackay-evim ikozaedrima te su posebno zanimljivi za usporedno izučavanje utjecaja kvaziperiodičnosti i periodičnosti na fizikalna svojstva materijala.

Dosadašnja istraživanja magnetskih, transportnih i termoelektričnih svojstava triju ξ' -Al-Pd-Mn monokristala velike čistoće (jedan od njih je Ψ -superstruktura s 1500 atoma u jediničnoj ćeliji, dok su druga dva u bazno miješanoj Ψ - i ξ' -fazi koja sadrži 360 atoma po jediničnoj ćeliji) daju dijamagnetičnost s malim paramagnetskom magnetizacijom Curie-ovog oblika i procjenjenim udjelom magnetskih Mn atoma oko 100 ppm. Električna otpornost između 4 i 300 K pokazuje temperaturnu promjenu manju od 2%. Porijeklo ove temperaturno neovisne otpornosti moguće je analizirati u spektralnom modelu vodljivosti. Toplinska vodljivost ξ' -Al-Pd-Mn uzoraka je vrlo mala i procijenjeni elektronski i fononski doprinosi su na sobnim temperaturama usporedivi. U toplinskoj vodljivosti rešetke sudjeluju dugovalni fononi koje je moguće opisati Debyeovim modelom i lokalizirana atomska titranja. Termostruja je po iznosu mala i negativnog je predznaka, što ukazuje na malu koncentraciju elektrona kao većinskih nosilaca naboja. Izučavana fizikalna svojstva ξ' -Al-Pd-Mn ukazuju da se učinci kratkodosežne kvaziperiodičnosti i dugodosežne periodičnosti isprepleću i utječu na njihova transportna i magnetska svojstva.

Objavljeni radovi:

redovni radovi u CC časopisima

1. Prester, Mladen; Smontara, Ana; Živković, Ivica; Bilušić, Ante; Drobac, Đuro; Berger, H; Bussy, F., *Ground state order and spin-lattice coupling in tetrahedral spin systems $Cu_2Te_2O_5X_2$* , Physical Review B - Rapid Communication 69 (2004) 180401(R).

2. Dolinšek, J.; Jeglič, P.; McGuinness, P.; Jagličić, Z.; Smontara, Ana; Tabachnikova, E.; Bengus V., *Magnetic and electrical investigations of $Fe_{85-x}Co_xBe_{15}$ metallic glasses*, Applied Physics A, 79 (2004) 1947-1953.

konferencijski radovi u CC časopisima

3. Landau, I. L.; Ott, H. R.; Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Berger, H. *Temperature dependencies of the upper critical field and the Ginzburg-Landau parameter for single crystalline $NbSe_2$* , Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 272-276 (2004) ; e1095-e1096.

4. Smontara, Ana; Bilušić, Ante; Jagličić, Z.; Zorko, A., Dolinšek J.; Berger, H. *Anomalous thermal conductivity of single crystal $Cu_2Te_2O_5Cl_2$* , Applied Magnetic Resonance. 27 (2004), 1-2.

Stručni radovi

5. Bilušić Ante i Smontara Ana, *Što su i kako se istražuju termoelektrični materijali?*
20. ljetna škola mladih fizičara "U susret svjetskoj godini fizike" – Zbornik, M. Požek (ur.), Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, 2004., 2.1-2.5.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Bihar, Željko; Bilušić, Ante; Lukatela, Jagoda; Smontara, Ana, *Transportna svojstva kvazikristalnih spojeva Al-Cr-Fe*, Otvoreni dani Instituta za fiziku, Znanstvena konferencija Instituta za fiziku, Zagreb, 4-6 veljače 2004 (predavanje).

2. Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Berger, Helmut, *Toplinska vodljivost kvantnog spinskog sustava $Cu_2Te_2O_5Cl_{2-x}Br_x$* , Otvoreni dani Instituta za fiziku, Znanstvena konferencija Instituta za fiziku, Zagreb, 4-6 veljače 2004 (poster).

3. Garaj, Slaven; Sienkiewicz, Andrzej; Bilušić, Ante; Barišić, Neven; Forro, Laszlo. *Gradual metal-insulator transition in extended pressure region in doped fullerenes*, APS March Meeting 2004, Montreal, Canada , 22-26 ožujka 2004. (predavanje).

4. Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Berger, H., *The role of magnetic excitations in the thermal conductivity of $Cu_2Te_2O_5Cl_2$ and $Cu_2Te_2O_5Br_2$* , International Conference, From Solid State To BioPhysics II, Role of Inhomogenities in Solid, Soft and Bio-Matter, Cavtat, 2004. (pozvano predavanje).

5. Smontara, Ana; Bilušić, Ante; Drobac, Đuro; Felner, I., *Thermal transport in the magnetic $MoSr_2YCu_2O_{8-\delta}$* , International Conference, From Solid State To BioPhysics II, Role of Inhomogenities in Solid, Soft and Bio-Matter, Cavtat, 2004. (poster).

Međunarodna znanstvena suradnja

1. *Proizvodnja i istraživanje novih kvazikristala*, zajednički projekt Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa R. Hrvatske i Ministarstva znanosti R. Slovenije pod zajedničkim vodstvom dr. sc. A. Smontare (IF) i prof. J. Dolinška (Institut J. Stefana, Ljubljana i Fakultet za matematiku i fiziku Sveučilišta u Ljubljani).

2. *Magnetizam u jednodimanzionalnim spinskim sustavima*, zajednički projekt Ministarstva znanosti obrazovanja i športa R. Hrvatske i Ministarstva znanosti R. Slovenije pod zajedničkim vodstvom dr. sc. A. Bilušića (IF i FPMZiOP (Split)) i prof. dr. Z. Jagličića (Fakultet za matematiku i fiziku Sveučilišta u Ljubljani).

3. *Complex metallic alloys (CMA 500140-1)*, EU projekt izvrsnosti, dr. sc. A. Smontara (IF) subkontraktor, sudionici: dr.sc. J. Lukatela i dr.sc. J. Ivkov (IF) i doc.dr. A. Bilušić (FPMZiOP, Split).

Neposredna suradnja

1. A. Bilušić i A. Smontara (IF) i L. Forro i H. Berger (Institut de la Physique de la Matiere Complexe, EPFL, Lausanne, Švicarska) suradnja je u okviru švicarskog SNSF projekta « *Materials with Novel Electronic Properties (MANEP)* »).

2. A. Smontara i P. C. Canfield, Ames Laboratory and Department of Physics and Astronomy, Iowa State University, Iowa, SAD

3. A. Bilušić i A. Smontara (IF) i H. R. Ott i A. Sologubenko (Laboratorium fur Festkörperphysik, ETH Hönggerberg, Zürich, Švicarska)

4. A. Smontara (IF) i I. Felner (Racah Institute of Physcs, Hebrew University, Jerusalem, Izrael)

Sudjelovanje u nastavi:

1. Ante Bilušić

Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja, vježbe, 2 semestar ak. god. 2003/2004. (PMF Sveučilište u Zagrebu)

2. Igor Smiljanić

Praktikum iz osnova fizike IV, 1 semestar ak. god. 2004/2005.

Diplomski, magistarski, doktorski radovi

1. Igor Smiljanić, *Mjerenje termostruje u $Bi_2Sr_2Ca_{1-x}Pr_xCu_2O_{8+\delta}$ u širokom temperaturnom području*, Sveučilišta u Zagrebu, diplomski rad, 10. prosinca 2004., 63 str. (mentor: L. Forro).

2. Željko Bihar, *Transportna svojstva kvazikristala iz skupine Al-Cr-Fe*, Zagreb: PMF Sveučilišta u Zagrebu, magistarski rad, 25. ožujka 2004., 72 str. (mentorica : A. Smontara)

Ostalo

Ana Smontara

- *Dvadeset godina Ljetne škole*, pozvano predavanje na 20. ljetnoj školi mladih fizičara, «U susret svjetskoj godini fizike», Vela Luka, Korčula, 20.6.-26.6.2004.
- urednica za fiziku Matematičko-fizičkog lista od 1998.
- članica Organizacionog odbora 20. ljetne škole mladih fizičara, Vela Luka, 22-26.06.2004.
- recenzentica časopisa: *Europhysics Letters*, *Vacuum*, *Fizika A* (Hrvatska)

Ante Bilušić

- *Što su i kako se istražuju termoelektrični materijali?*, pozvano predavanje na 20. ljetnoj školi mladih fizičara «U susret svjetskoj godini fizike», Vela Luka, Korčula, 20.6.-26.6.2004.
- član uredništva Matematičko fizičkog lista od 2000.

KOMPLEKSNI SISTEMI: STAKLO MODULIRANE FAZE I POBUĐENJA (0035014)

Glavni istraživač: Dr. sc. Katica Biljaković, znanstveni savjetnik

Suradnici: Dr. sc. Damir Starešinić, znanstveni suradnik
Dr. sc. Boris Podobnik, docent
(Građevinski fakultet, Rijeka)

Opis istraživanja

Nastavljeno je ispitivanje sistema s valovima gustoće (VG) naboja (VGN) i spina (VGS), sistema sa spinskim ljestvicama koji pokazuje postojanje VGN, sistema mješane valencije $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ te adsorpcija plemenitih plinova u nanocjevčicama. Započeli smo sveobuhvatno ispitivanje anorganskog lančastog poluvodiča $(\text{NbSe}_4)_3\text{I}$ koji za razliku od ostalih sličnih sistema ne prelazi u osnovno VGN stanje, već pokazuje vrlo neobični strukturni prijelaz za kojeg smo utvrdili da ga pokreće elektronski podsistem. Linearno vezanje fonoskih modova i elektronskog podsistema utvrđeno je femtosekundnom spektroskopijom (suradnja s Ljubljanom), a mjerenjem termostruje (s M. Očkom) i dielektričkog odziva dobivene su dodatne informacije o vrlo specifičnoj, do sada neviđenoj organizaciji naboja u tom sistemu.

2004. godinu D. Starešinić proveo je na Sveučilištu u Augsburgu (postdoc stipenija zaklade A. von Humboldt). Tokom boravka mjerio je uglavnom dielektrički odziv niskodimenzionalnih sistema, i to $(\text{TMTTF})_2\text{X}$ porodice organskih sistema s feroelektričkim osnovnim stanjem, te različitih anorganskih sistema s VGN osnovnim stanjem. Komplementarno, u Zagrebu je D. Dominko u okviru izrade diplomskog rada mjerio DC transportna svojstva tih sistema. Naglasak je pritom bio na mjerenju temperaturne histereze u nelinearnim karakteristikama VGN sistema. Obrana diplomskog se očekuje u veljači 2005.

Nastavljena su ispitivanja lančastih sistema u magnetskom polju u dilucionom kriostatu u Grenoblu te je nakon anorganskih VGN sistema, $\text{Rb}_{0.3}\text{MoO}_3$, $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$ i o-TaS₃ izmjeren i $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$ s osnovnim stanjem spin-Peierls. Pokazalo se da uz prije proučavani VGS sistem $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ i anorganski VGN sistem o-TaS₃, koji imaju maksimum toplinskog kapaciteta na veoma malim magnetskim poljima (0.2 i 0.1 T), sistem sa spin-Peierls osnovnim stanjem pokazuje pad $C_p(H)$ s porastom magnetskog polja. Traži se odgovarajući teorijski model u suradnji s R. Melinom.

Završena je započeta karakterizacija niskoenergetskih pobuđenja u o-TaS₃ ispitivanjem termostruje (suradnja s projektom 0035011) i ESR (rad 2.) te transportnih nelinearnih svojstava i dielektričnog odziva (regionalni projekt 1.) i izmjereni toplinski kapaciteti sistema sa spinskim ljestvicama $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$, kao i sistema mješane valencije $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$

U okviru kolaborativnog projekta «Obrasci kompleksnosti i njihova primjena» intenzivirana je direktna suradnja s projektom 0035011 na Institutu, završen je jedan rad na primjeni novog stohastičkog procesa na srčani ritam i u pripremi je zajednički rad s kolegama sa Šumarskog fakulteta na raspodjeli opožarenih površina nekih jadranskih otoka.

Objavljena su četiri rada, dva su u tisku, dva na recenziji, dva pripremljena za slanje i tri su rada u pripremi.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. Glass transition and secondary relaxation in the charge density wave system $K_{0.3}MoO_3$
D. STAREŠINIĆ, K. HOSSEINI, W. BRUETTING, , K. BILJAKOVIĆ, E. RIEDEL, S van SMAALEN
Phys. Rev. B **69**, 113102 (2004)
2. EPR study of the low temperature charge density wave state of o-TaS₃
J. DUMAS, J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, M.MILJAK, H.BERGER, F.LEVY
Solid State Commun.**132**, 10, 661-665 (2004)

konferencijski rad u CC časopisu

1. Unusual magnetic field-induced transition in the low temperature ($T < 1K$) SDW ground state of $(TMTSF)_2PF_6$
J. C. LASJAUNIAS, S. SAHLING, K. BILJAKOVIĆ, P. MONCEAU
J. Phys. IV France **114**, 113-114 (2004)

rad objavljen u zborniku konferencije

1. Ultrafast real-time spectroscopy of low dimensional charge density wave compounds
J. DEMŠAR, D. MIHAILOVIĆ, V. V. KABANOV, K. BILJAKOVIĆ
Proceedings of the NATO ARW on 'Molecular Nanowires and other Quantum Objects',
Kluwer Academic Publishers, NATO Science Series: II, Mathematics, Physics and Chemistry, 377-392 (2004)

Znanstvena suradnja

Međunarodna

formalna:

1. *Microwave response of new materials with complex charge modulation*
Regional project Bavarska – R. Hrvatska
Institut za fiziku, dr. K. Biljaković
Experimentalphysik V, Universität Augsburg, Njemačka, Dr. P. Lunkenheimer
(do 1.6.2004.)
2. *Microwave response of the ferroelectric phase of new materials with complex charge modulation*
Regional project Bavarska – R. Hrvatska
Institut za fiziku, dr. D. Starešinić
Experimentalphysik V, Universität Augsburg, Njemačka, Dr. P. Lunkenheimer

(od 1.6.2004.)

Neformalna:

1. J. C. Lasjaunias, CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska
2. J. Dumas, LEPES-CNRS, Grenoble, Francuska
3. J. L. Sauvajol, Groupe de Dynamique des Phases Condensées, Université Montpellier II, Francuska
4. J. W. Brill, Department of Physics and Astronomy, Kentucky University, USA

Domaća formalna:

1. *Obrasci kompleksnosti i njihova primjena*
Kolaborativni projekt MZOS
Institut za fiziku, dr. K. Biljaković (koordinatorica)
Institut za fiziku, dr. M. Očko
Šumarski fakultet, Zagreb, dr. Ž. Španjol
Agronomski fakultet, Zagreb, dr. M. Tratnik
Građevinski fakultet, Rijeka, dr. B. Podobnik

Pozvana predavanja na znanstvenim skupovima:

1. K. Biljaković
Thermodynamic investigation of He⁴ adsorption in C-SWNT bundles
APS March Meeting 2004
Montreal, Kanada, 22-26.03.2004.
2. K. Biljaković
New landscape of density wave systems: DW glasses
MEETING "GLASSES", LEPES-CNRS, 2004
Grenoble, Francuska, 11.06.2004.
3. K. Biljaković
Les transitions vitreuses, relaxation dans les systemes unidimensionnels
Journée Jean Souletie, le 23 avril 2004 Du magnétisme des alliages dilués ... ; la transition vitreuse, lois d'échelles. (contributions scientifiques et actualité)
Grenoble, Francuska, 23.04.2004.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. D. Starešinić
Ferroelectricity in Quasi One-dimensional (TMTTF)₂AsF₆

Second International Workshop SB 484, Ordering Phenomena in Transition Metal

Oxides

Wildbad Kreuth, Njemačka, 26–29. 9. 2004,

2. J. C. Lasjaunias, K. Biljakovic, R. Melin i D. Starešinić
Homogenous and heterogenous energy relaxations in quasi-1D system
poster na «*Journées de la Matière Condensée, Soc. Franc. De Physique- JMC-9*
September, Nancy (France)
3. Damir Dominko, Valentina Škudar
Economical temperature of Croatian economy
ICPS
Novi Sad, Srbija i Crna Gora, 12-18.8.2004.,

Ostalo

K. Biljaković

- koordinator kolaborativnog projekta «Obrasci kompleksnosti i njihova primjena»

- mentor studentskog rada za rektorovu nagradu

Statistika distribucija prosječnih primanja u obitelji u Hrvatskoj

Damir Dominko, Valentina Škudar

i rada

Economical temperature of Croatian economy

Damir Dominko, Valentina Škudar

prestavljenog na ICPS (12-18.8.2004 Novi Sad)

SISTEMI REDUCIRANE DIMENZIONALNOSTI: OD ORGANSKIH SINTETSKIH DO BIOMATERIJALA (0035015)

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: Dr.sc. Silvia Tomić, znanstveni savjetnik
SURADNICI: Dr.sc. Bojana Hamzić, znanstveni savjetnik
Dr.sc. Marko Pinterić, znanstveni novak**
Dr.sc. Tomislav Vuletić, znanstveni novak*
Mr.sc. Sanja Dolanski Babić, asistent

* financiran od Ministrstva za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije

OPIS ISTRAŽIVANJA

Istraživanja u domeni fizike kondenzirane materije:

Rezultati galvanomagnetskih mjerenja te mjerenja anizotropije u transportu na visokim temperaturama u metalnoj fazi organskih vodiča $(\text{TMTCF})_2\text{X}$ ($\text{C}=\text{Se},\text{S}$) pokazuju promjene koje bi se mogle povezati sa $1\text{D}\rightarrow 2\text{D}$ dimenzionalnim prijelazom iz Luttinger-liquid (LL) u koherentno Fermi-liquid (FL) ponašanje samo u slučaju $\text{C}=\text{S}$ spojeva. Predloženo je da se transportna svojstva $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ spojeva na visokim temperaturama mogu zadovoljavajuće interpretirati u okviru FL opisa dok za $(\text{TMTTF})_2\text{X}$ spojeve 1D LL modeli daju bolji opis (suradnja sa A.Hamzić, M.Basletić, E.Tafra, Fizički odsjek, PMF, Sveučilište u Zagrebu; M.Dressel, Sveučilište Stuttgart).

Preliminarna mjerenja ac-susceptibilnosti u slojnom organskom supravodiču \square -(BEDT-TTF)₂ Cu(NCS)₂ pokazala su da intrinzični nered preostao ispod staklastog prijelaza, slično kao u prije istraživanom spoju \square -(BEDT-TTF)₂ Cu(N(CN)₂)Br djeluje kao ključni parametar koji utječe na vrijednost i temperaturnu ovisnost magnetske dubine prodiranja (suradnja sa M.Presterom i Đ.Drobceom, projekt 003509).

U istraživanjima faznog dijagrama kvazi-1D kuprata $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ predložen je scenarij za potiskivanje faze vala gustoće naboja prema nižim temperaturama supstitucijom kalcija, polazeći od gotovo 1/2 popunjene Mott poluvodičke visokotemperaturne izolatorske faze te uzimajući u obzir povećani broj šupljina te ulogu nereda koju unosi Ca-substitucija (suradnja sa M.Dressel, Sveučilište Stuttgart).

Istraživanja u domeni biofizike:

Mjerenja Na-DNA različitih koncentracija u destiliranoj vodi te u elektrolitu utvrdila su postojanje dva relaksacijska moda povezana sa dvije različite skale, koje karakteriziraju DNA, «mesh» skalnu te «persistence» skalnu (suradnja sa S.Krča, Institut R.Bošković i L.Griparić, UCLA). Polistirenski latex koji sadrži čestice različitih dijametara (raspon 180-850 nm) i različitih volumnih udjela (raspon 6%-30%) je pokazao dva relaksacijska moda karakterizirana prostornim skalama koje odgovaraju veličini čestica odnosno Debye –evoj duljini zasjenjenja. Mjereni taninski uzorci karakterizirani sa različitim srednjim stupnjevima polimerizacije (mDP= 8.6 i mDP=11), pH= 3.53 i

ionske jakosti $I = 0.00133 \text{ M}$ pokazala su postojanje jednog moda čije porijeklo nije za sada određeno (suradnja sa D.Zanchi, Université Paris VII i I.Sondi, Institut R.Bošković).

POPIS RADOVA

Redovni radovi u CC časopisima

1. M. Basletić, B. Korin-Hamzić, A.Hamzić and K. Maki, *Hall resistivity in unconventional spin density wave in $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ below $T^* = 4.2 \text{ K}$* , Synthetic Metals **141**, 99-101 (2004).

Konferencijski radovi u CC časopisima

1.M.Pinterić, S.Tomić and K.Maki, *The superconducting order parameter in the organic layered superconductor $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$* , J.de Physique IV France **114**, 245-249 (2004).

2.M.Pinterić, S.Tomić and K.Maki, *Gossamer superconductivity in $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{X}$?*, Physica C **408-410**, 75-76 (2004).

3. B. Korin-Hamzić, E.Tafra, M. Basletić, A.Hamzić, L.K.Montgomery and M.Dressel, *Hall effect in the normal phase of the organic conductors $(\text{TMTSF})_2\text{ReO}_4$ vs. $(\text{TMTTF})_2\text{AsF}_6$* , J.de Physique IV France **114**, 73-76 (2004).

Konferencijski radovi u Zbornicima konferencija

4. M.Pinterić, T.Vuletić and S.Tomić, *Properties of Mott-Peierls insulating phase in deuterated copper-DCNQI systems*, Proceedings of 39th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials MIDEM'03, Ptuj, Slovenia, 231-236 (2003).

POZVANA PREDAVANJA NA ZNANSTVENIM SKUPOVIMA

1. S.Tomić T.Vuletić, T.Ivek, B.Korin-Hamzić, , B.Gorshunov, P.Haas, T.Rôôm, M.Dressel, J.Akimitsu and T.Nagata, *Suppression of the Charge-Density Wave State in $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ by Calcium Doping*, March Meeting of American Physical Society, Montreal, Kanada, 22-26 ožujka 2004 (pozvano predavanje).

2. S.Tomić T.Vuletić, T.Ivek, B.Korin-Hamzić, , B.Gorshunov, P.Haas, T.Rôôm, M.Dressel, J.Akimitsu, T.Sasaki and T.Nagata, *Charge-Density Wave State in Ladder Planes of $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$* , International Conference on Low Energy Electrodynamics in Solids (LEES'04), Kloster Banz, Njemačka, 18-23 srpnja 2004 (pozvano predavanje).

SUDJELOVANJE NA ZNANSTVENIM SKUPOVIMA

3. S.Tomić, T.Vuletić, S.Dolanski Babić, D.Vurnek, S.Krča, D.Ivanković, L.Griparić, *Dielectric spectroscopy of genomic DNA solutions*, International Conference "From Solid State to Biophysics", Cavtat, Hrvatska, 25 lipnja-2 srpnja 2004 (predavanje).
4. S.Dolanski Babić, T.Vuletić, D.Vurnek, S.Tomić, S.Krča, D.Ivanković, L.Griparić, *Dielectric response of genomic DNA solutions: preparation, spectrophotometry and dielectric spectroscopy measurements*, International Conference "From Solid State to Biophysics", Cavtat, Hrvatska, 25 lipnja-2 srpnja 2004 (poster).
5. T.Vuletić, S.Dolanski Babić, D.Vurnek, S.Tomić, S.Krča, D.Ivanković, L.Griparić, *Dielectric spectroscopy of genomic DNA solutions*, International Conference on Biological Physics, Gothenburg, Švedska, 23-27 kolovoza 2004 (poster).

ODRŽANI SEMINARI

1. S. Tomić, *Charge-Density Wave State in Ladder Planes of $Sr_{14-x}Ca_xCu_{24}O_{41}$* , Université de Sherbrooke, Kanada, (ožujak 2004).

MEĐUNARODNA ZNANSTVENA SURADNJA

Projekti

1.
ime projekta: *Dynamical and conformational properties of native DNA in varying chemical environment* (projekt u okviru bilateralne suradnje sa Njemačkom)
nosioc: S.Tomić
partner u inozemstvu: *J.U.von Schütz, 3.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart*
2.
ime projekta: *Broad-Band Optical Spectroscopy of Low-Dimensional Quantum Spin Systems* (DFG project)
nositelji u inozemstvu: *M.Dressel I B.Gorshunov, Universität Stuttgart*

Neposredna suradnja

- 1.zajednička istraživanja sa prof.A.Hamzić i dr.sc.M.Basletić, Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- 2.zajednička istraživanja sa prof.K.Maki, University of Southern California, Los Angeles, California, USA.
- 3.zajednička istraživanja sa prof. M.Dressel, 1.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart
4. zajednička istraživanja sa dr.sc.D.Zanchi, Université Paris VII, Paris, Francuska
5. zajednička istraživanja sa dr.sc.S.Krča i dr.sc.I.Sondi, Institut Ruđer Bošković

SUDJELOVANJE U NASTAVI

Diplomski, magistarski, doktorski radovi

1. T.Ivek: *Val gustoće naboja u kvazijednodimenzionalnim kupratima*, PMF sveučilište u Zagrebu, diplomski rad, 17.prosinca 2004 (voditelj: dr.sc. S.Tomić).
2. T.Vuletić, *Collective electronic states of new quasi-one-dimensional materials*, PMF Sveučilište u Zagrebu, doktorski rad, 15. listopada 2004 (voditelj: dr.sc. S.Tomić).

GOSTOVANJA VANJSKIH SURADNIKA I POSJETITELJA NA PROJEKTU

- 1.Prof. K.Maki (ožujak i lipanj 2003)
Dept.of Physics and Astronomy, University of Southern California, Los Angeles, California, USA
- 2.Dr.D.Zanchi (srpanj 2003)
Laboratoire de Physique Theorique et Hautes Energies, Université Paris VII, Paris, Francuska

OSTALO

B. Hamzić kao članica grupe unutar HFD-a: “Žene u fizici” sudjelovala na konferenciji: «Waste of talents: turning private struggles into a public issue, Women and Science in the Enwise countries», Tallinn, Estonija, 8-10 rujna 2004.

Elektronska svojstva nano-strukturiranih materijala i površina (0035016)

Glavni istraživač: Dr. sc. Milorad Milun, znanstveni savjetnik

Suradnici: Dr. sc. Petar Pervan, znanstveni savjetnik
Dr. sc. Marko Kralj, viši asistent
Ivo Pletikosić, asistent.

Opis istraživanja

U okviru projekta završena su istraživanja istraživanjem fenomena nastajanja površinskih valova u ultratankim slojevima srebra, opaženima STM-om. Valovi nastaju raspršenjem površinskih elektrona na defektima i nečistoćama na površini. Studirani efekti opaženi su na sobnoj temperaturi, iako je većina takovih fenomena opažena tek kod vrlo niskih temperatura. Fourierova analiza tih slika pokazala je da na svim filmovima debljine od 1 do 5 ML nastaju valovi iste vrijednosti valnog momenta k . Vjerojatna interpretacija je da tu vrijednost k dominantno uvjetuje jedna od d-vrpce podloge, t.j., V(100) površine [1]. U okviru studiranja razvoja elektronskih vrpce d- simetrije u ultratankim slojevima metala na metalnim podlogama kompletirano je istraživanje spin-orbit cijepanja 4d nivoa srebra u ultra tankim slojevima na Cu(100) podlozi [2].

Nastavljena su istraživanja razvoja elektronskog sustava metalnih slojeva ekstremno malih debljina (do nekoliko monoslojeva) na sistemima Ag/Ni(110) i Ag/Pd(111) korištenjem fotoelektronske spektroskopije vrlo visoke energetske i kutne rezolucije. Strukturna svojstva studiraju se skenirajućom tunelirajućom mikroskopijom i difrakcijom nisko energetske elektrona. Teorijsku podršku imamo u suradnji sa teoretičarima (dr. Brako Institutom Ruđer Bošković) koji koristeći density functional formalizam modeliraju ove sisteme.

U suradnji s Université de Cergy-Pontoise (dr. Vita Ilakovac) sudjelovali smo u studiji rezonantnog prijelaza oko vanadijevog 2p nivoa na sinkrotronu u Trstu.

Kroz cijelu godinu projekt je bio uključen u Kolaborativni projekt "*Nanoznanosti: put u nove tehnologije*" gdje je služio kao koordinator aktivnosti. Održani subrojni sastanci sa ciljem međusobnog upoznavanja 22 uključena projekta i definiranja točaka zajedničkih istraživanja.

U drugoj polovini godine započeo je rad na HITRA – STIRP projektu *Složeni fotonaponski modul*, kojeg je sa MZOŠ ugovorio Institut Ruđer Bošković (glavni istraživač dr. D. Gracin) uz Institut za fiziku kao podugovaratelja.

Krajem godine, u listopadu, započeo je projekt *Framework 6 STREP "Production process for industrial fabrication of low price amorphous-microcrystalline silicon solar cells (LPAMS"*, Pr. No.: PL 509178, gdje je Institutu za fiziku jedna od šest ravnopravnih institucija.

Zahvaljujući ovim projektima napraviti će se još jedna ultravisoko vakuumska aparatura koja će omogućiti istraživanja elektronske strukture (sa lošijom kutnom i energetske rezolucijom) većim brojem metoda: ultraljubičasta fotoelektronska spektroskopija, rendgenska fotoelektronska spektroskopija i Augerova elektronska spektroskopija od kojih posljednje dvije nisu bile dostupne uz upotrebu analizatora visoke rezolucije.

Projektu se početkom rujna pridružio znanstveni novak Ivo Pletikosić. Tijekom cijele godine je mr.sci. Vesna Mikšić-Trontl sa Fakulteta za elektroniku i računarstvo u Zagrebu radila na mjerenjima za doktorsku disertaciju.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. Marko Kralj., Milorad Milun, Petar Pervan
Surface waves on Ag/V(100),
Surface Sci. 557 (2004) 208-214
2. V. Mikšić-Trontl, M. Kralj, M. Milun and P. Pervan
Spin-orbit splitting in ultra thin Ag films on Cu(100)
Surface Sci. 551 (2004) 125-131

Ostali radovi

Milorad Milun

Nanoznanosti i nanotehnologije
Kem. ind., 53 (2004) 545 – 547

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

V. Mikšić-Trontl, M. Kralj, M. Milun and P. Pervan,
Development of the silver 4d band in ultrathin films on Cu(100), Ni(111) and Pd(111) surfaces, 28. rujna – 2. listopada 2004, 10th Joint Vacuum Conference, Portorož, Slovenija, predavanje

M. Milun

Quantization of electrons in ultrathin metallic films,
21 – 26 lipanj 2004, Math/Chem/Comp 2004, Dubrovnik, pozvano predavanje

M. Milun

Electronic properties of ultrathin metallic films,
26 lipanj – 2 srpanj 2004, From Solid State to BioPhysics II, Cavtat, pozvano predavanje

M. Kralj, V. Mikšić-Trontl, M. Milun and P. Pervan

Formation, structure and electronic structure of ultrathin Ag films on V(100): experiments and calculations

28 lipanj - 2 srpanj 2004, 16th International Vacuum Congress, Venecija, Italija, poster

V. Mikšić-Trontl, M. Kralj, M. Milun and P. Pervan

Development of the silver 4d band in ultrathin films on Cu(100), Ni(111) and Pd(111) surfaces, 28 lipanj - 2 srpanj 2004, 16th International Vacuum Congress, Venecija, Italija, poster

M. Kralj, M. Milun and P. Pervan

Experimental and ab initio studies of ultrathin silver films on V(100), 8-12 ožujak 2004.: DPG Spring Meeting (Condensed Matter Physics), Regensburg, Njemačka, poster

M. Kralj, P. Lazić, J. Schneider, A. Rosenhahn, P. Pervan, M. Milun, Ž. Crljen, R. Brako, K. Wandelt

Experimental and ab initio studies of ultrathin silver films on V(100), 8-12 ožujak 2004.: DPG Spring Meeting (Condensed Matter Physics), Regensburg, Njemačka, poster

Kolaborativni projekti

Nano-znanosti: put u nove tehnologije, koordinator M. Milun

Tehnološki projekti

HITRA – STIRP projekt *Složeni fotonaponski modul*, Institucija nositelj Institut Ruđer Bošković (glavni istraživač dr. D. Gracin), podugovaratelj Institut za fiziku (glavni istraživač dr. M. Milun)

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti:

Framework 6 STREP "Production process for industrial fabrication of low price amorphous-microcrystalline silicon solar cells (LPAMS", Pr. No.: PL 509178, voditelj na Institutu za fiziku M. Milun

Neposredna suradnja

Institut fuer physikalische und theoretische Chemie, Bonn, Prof. K. Wandelt

Department of Physics, Warwick University, Prof. P. Woodruff

Department of Physics, Brookhaven National Laboratory, Dr. P.D. Johnson, Dr. T. Valla

Sudjelovanje u nastavi:

dodiplomska nastava

Petar Pervan, *Uporaba računala u nastavi fizike*, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, III godina, smjer fizika-informatika

poslijediplomska nastava

M. Milun, *Nanotehnologije*, poslijediplomski studij, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, smjer kemija

M. Milun, *Moderne spektroskopije i struktura materije*, Poslijediplomski studij didaktike prirodnih znanosti, Sveučilište u Splitu

diplomski, magistarski i doktorski radovi

Ivo Pletikosić

Ispitivanje površine paladija fotoelektronskom spektroskopijom
Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (2004)

Seminari

M. Kralj

Oslikavanje i manipulacija na atomskom nivou (sa STM tehnikom)
28. lipanj 2004, Ljetna škola (SS3) - Višnjan

Scenario of hybridization for ultra thin Ag films: Ag/V(100) study
2. prosinac 2004, Condensed Matter Department - Universidad Autonoma de Madrid, Španjolska

Scenario of hybridization for ultra thin Ag films: Ag/V(100) study
17. prosinac 2004, Laboratoire de Cristallographie, C.N.R.S. - Grenoble, Francuska

Ostalo

M. Milun

Član Međunarodnog programskog odbora 11. Konferencije o materialih in tehnologijah, Portorož, 13-15. 11. 2003

Član Međunarodnog programskog odbora 10th Joint Vacuum Conference, Portorož, Slovenija

P. Pervan

Član izdavačkog savjeta časopisa VACUUM, Elsevier

Član "Regional Expert Council of COSENT NETWORK (South-East European Network on

NANO - Science and Technologies: Nanostructured Materials and Devices)

Član programskog savjeta međunarodne konferencije CUC-2004 (CARNet user conference).

Koordinator projekta "Multimedijalni centar Instituta za fiziku"

Voditelj projekta "Magnetizam-multimedijalni moduli"

Član rektorskog povjerenstva Sveučilišta u Rijeci "e-sveučilište"

Član programskog odbora "e-learning akademije" CARNeta

Voditelj e-škola FIZIKA, Hrvatskog fizikalnog društva

Član upravnog odbora Hrvatskog Vakuumskog društva

MODELIRANJE SVOJSTAVA MIKRO- I NANOSTRUKTURIRANIH POVRŠINA (0035017)

Glavni istraživač: Dr. sc. Branko Gumhalter, znanstveni savjetnik

Suradnici: Dr. sc. Antonio Šiber, znanstveni suradnik
Faris El-Shaer, apsolvent fizike (civilni ročnik)

Opis istraživanja:

Rad na projektu u 2004. godini bio je koncentriran na teorijsko proučavanje, interpretiranje i modeliranje strukturnih, dinamičkih i elektronskih svojstava površina odnosno granica faza (interfaces) i njihovih interakcijama sa atomskim česticama i elektromagnetskim zračenjem. Proučavane granice faza uključuju planarne granice između kondenzirane i plinovite faze ili vakuuma (gas-solid interface), granice kondenzirane faze i kvazi-dvodimenzionalnih struktura (solid-monolayer interface), te zakrivljenih površina kvazi-jednodimenzionalnih i/ili cilindričnih struktura (nanotubes) i clustera. Posebna pažnja posvećena je sistemima u kojima se barem jedna od dimenzija mjeri na nanoskali (nanostructures & nanosystems).

Različitim teorijskim metodama i algoritmima, od kojih su neki posebno razvijeni u okviru tekućeg i prethodnog projekta, interpretirani su eksperimentalni rezultati neelastičnog raspršenja, adsorpcije i desorpcije atoma i molekula na/sa metalnih površina i adsorbiranih slojeva, adsorpcije elektromagnetskog zračenja u površinskim elektronskim vrpčama, te termodinamička svojstva plinova adsorbiranih na površinama različitih zakrivljenosti (ravne površine i nanocjevčice) i clustera raznih simetrija. Znanstvene informacije proizašle iz ovih istraživanja doprinose su fundusu znanja u području nanoznanosti (nanoscience) i ultrabrzih fenomena i procesa (ultrafast processes) koje se izrazito brzo razvijaju u zadnjih desetak godina zbog potencijalno važnih tehnoloških primjena.

Opis radova:

- 1.- Obavljena je komparativna studija različitih teorijskih opisa jednostavnog modela neelastičnog raspršenja atoma na površinskim fononima i ispitana je konvergencija kvaziklasičnih i kvantnih aproksimacija u usporedbi s egzaktnim numeričkim rješenjima.
- 2.- Istraženi su fenomeni dekoherencije u vremenskoj evoluciji i propagaciji parova elektron-šupljina pobudjenih u prvom koraku dvofotonske fotoemisije iz površinskih elektronskih vrpci.
- 3.- Istražen je utjecaj fononskih stupnjeva slobode (phonon heat bath) na spektre desorpcije molekula CO₂ sa površina katalizatora.
- 4.- Završen je rad na analizi svojstava modela perturbiranog oscilatora čije je početno stanje karakterizirano statističkom raspodjelom.
- 5.- Razmotren je utjecaj kvantnih efekata na ravnotežne oblike nanometarskih nakupina (klastera) inertnih atoma.

Objavljeni radovi:

Redovni radovi u CC časopisu:

1. Brenig, Wilhelm; Gumhalter, Branko.

Inelastic atom-surface scattering by phonons: A comparison of different approaches.
Journal of Physical Chemistry B **108** (2004) ; 14549-14557

2. El-Shaer, Faris; Gumhalter, Branko.

Entangled and disentangled decoherence of intermediate electron-hole pairs in two-photon-photoemission from surface bands: beyond the adiabatic approximation.
Physical Review Letters **93** (2004) ; 236804-1

3. Gumhalter, Branko; Matsushima, Tatsuo.

Energy dissipation during desorption of reaction products: the role of substrate phonons.
Surface Science **561** (2004) ; 183-192

4. Sunko, Denis K.; Gumhalter, Branko.

Perturbations of the excited quantum oscillator: From number states to statistical distributions. American Journal of Physics **72/2** (2004); 231-236

5. Šiber, Antonio.

Vibrations of closed-shell Lennard-Jones icosahedral and cuboctahedral clusters and their effect on the cluster ground-state energy.
Physical Review B **70** (2004) ; 075407-1 - 075407-7

6. Šiber, Antonio.

Reply to "Comment on 'Quantum virial expansion approach to thermodynamics of 4He adsorbates in carbon nanotube materials: Interacting Bose gas in one dimension'".
Physical Review B **70** (2004) ; 016502-1 - 016502-2

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Lazić, Predrag; Crljen, Željko; Brako, Radovan; Gumhalter, Branko.

Ab initio calculations of Xe monolayers adsorbed on Cu(111) surfaces
JVC-10, Portorož, Sept. 2004.

2. B. Gumhalter

Conference chairman at a Research Conference on:

"Advancing Frontiers in Optics and Quantum Effects in Condensed Matter"
ICTP, Trieste, 12-15 May 2004.

3. A. Šiber

V. Brijunska konferencija "Matter under extreme conditions"
poster: *"Helical structures in physics and biology"*.

Pozvano predavanje

A. Šiber:
IV international conference on science, art and culture,
"Thermodynamics and quantum mechanics of gases physisorbed in carbon nanotube materials",
Lošinj, Hrvatska, rujan 2004.

Međunarodna znanstvena suradnja:

1. Bavarian-Croatian Bilateral Research Project: "*Interaction of Gases with Surfaces*",
Suradnja Dr. B. Gumhalter i Prof. W. Brenig (Physik Department, TU München).

Neposredna suradnja:

1. B. Gumhalter i Prof. D.K. Sunko (PMF, Sveučilište u Zagrebu).

Ostalo

B. Gumhalter:
Član *Advisory Editorial Board* časopisa *Surface Science*.