

Predgovor

U protekloj, 2003, godini rad na znanstvenom programu "Fizika novih stanja materije" i pripadajućim projektima je uredno nastavljen.

45 fizičara zaposlenih na Institutu objavila su 67 znanstvenih radova od čega 55 u Current Contents (CC) časopisima (47 redovnih i 8 konferencijskih). Produktivnost po fizičaru ostaje i dalje vrlo visoka: 1.0 za redovne CC radove, 1.2 za sve CC radove i 1.5 za sve radove. Vidljivo je značajno smanjenje broja konferencijskih CC radova u odnosu na protekle godine što je vjerovatno rezultat unutrašnjih kriterija za napredovanje Instituta prema kojima se računaju jedino redovni CC radovi.

Krajem godine ugovoreni su Kolaborativni projekti Ministarstva znanosti i tehnologije. Veliki broj od naših 17 projekata sudjeluje u tim projektima, a sam Institut je nosilac 3 Kolaborativna projekta.

2 projekta Instituta su u procesu pregovora u okviru Framework 6 programa Evropske zajednice a jedan projekt je u poziciji mogućeg podgovarača.

Prihvaćena su 2 informatička projekta u natječajima Ministarstva znanosti i tehnologije

Prihvaćeno je 8 novih bilateralnih projekata.

U kadrovskom pogledu došlo je do značajnog pomlađivanja znanstvenog osoblja primanjem u stalni radni odnos četiri Znanstvena suradnika, i to iz redova dosadašnjih znanstvenih novaka. Sva četiri mjesta su iz tako zvanog Reformskog procesa od čega su dva mjesta dobivena "na posudbu" od Sveučilišta u Rijeci.

U rujnu je raspisan natječaj za 19 radnih mjesta u znanstvenim zvanjima za radna mjesta koja su po zakonskim propisima reizborna svakih pet godina.

Institut za fiziku je postao ustanova koja može primiti ročnike na služenje civilnog vojnog roka. Trenutno imamo 4 ročnika od kojih su svi fizičari.

Institutu je vraćeno III krilo u posjed te je krajem godine završeno njegovo stavljanje u funkciju. U III krilo su smješteni:

2 laboratorija za holografiju i interferometriju

3 laboratorija za magnetska mjerenja

multimedijski laboratorij (u formiranju u suradnji sa Carnetom)

velika konferencijska dvorana

mala seminarska dvorana

jezgra tehnološkog centra (u formiranju)

računalni čvor

uredi za znanstvenike (12)

uredi za znanstvene novake (3)

Sve troškove preseljenja i adaptacija prostora snosio je IF sam. To je između ostalog uključilo:

provedbu helijeve linije u oba kata trećeg krila, postavljanje trakastih zavjesa na južne prozore, uvođenje vodnih mjesta u prostorije, nabavka osnovnog namještaja za laboratorije i urede, i nabavku kompresora.

Posebnim projektom Ministarstva znanosti i tehnologije omogućeno je potpuno umrežavanje sva tri krila Instituta kao i proširenje telefonske mreže.

Potpuno je obnovljen krov na prvom i drugom krilu IFa.

Uklonjena je stara kotlovnica na lož-ulje.

Započeta je promjena sustava ulaza i kontrole ulaza u IF i prostor biblioteke. Izabran je sistem "proximity" kartica sa bilježenjem vremena ulaska i izlaska.

Nastavljeno je s revitalizacijom znanstvene opreme. Kroz natječaj za opremu koji je raspisao MZT Institut je dobio drugi dio femtosekundnog laserskog sistema i računalni grozd.

U suradnji sa Carnetom započet je program razvoja Multimedijalnog centra Instituta te su potpisana dva ugovora koja su temelj opremanja Centra što će u kasnijoj fazi služiti za izvođenje i realizaciju individualnih projekata vezanih uz Centar. Prvih pet projekata je definirano i poslano na odobrenje.

Obnovljen je dio strojnog parka mehaničke radionice nabavkom novog tokarskog stroja, glodalice, bušilice, te aparata za rezanje plazmom i zavarivanje pod zaštitnim plinom.

Započeli smo razgovore o suradnji sa sveučilištima u Osijeku, Rijeci i Splitu i Medicinskim fakultetom u Zagrebu.

Izvršen je uvez nešto manje od tisuću novih volumena tekuće periodike i nešto zaostataka.

Prvi put je objavljen Godišnji Izvještaj (za 2002 godinu) na engleskom jeziku.

Ova lista aktivnosti u 2003. godini je zaista samo preludij izvještaja koji slijede po projektima i koji predstavljaju rezultate rada u našoj osnovnoj djelatnosti – znanstvenim istraživanjima – ali i svih ostalih aktivnosti vezanih uz edukaciju i promociju fizike te tehnološki razvoj, aktivnosti za koje mi smatramo da su od jednake važnosti kao i ona prva duboko svjesni da ih nije moguće uspješno provoditi bez vrlo kvalitetnog znanstvenog rada.

Ravnatelj

Predsjednik Znanstvenog vijeća

M. Milun

Goran Pichler

1. STRUKTURA INSTITUTA

1.1. ORGANI INSTITUTA

Upravno vijeće:

Dr.sc. Branko Gumhalter, znanstveni savjetnik, predsjednik
Dr.sc. Aleksa Bjeliš, član
Dipl.inž. Darko Cvjetko, član
Dr.sc. Đuro Drobac, predstavnik zaposlenika

Ravnatelj:

Dr.sc. Milorad Milun, znanstveni savjetnik

Pomoćnici ravnatelja:

Dr. sc. Mladen Movre, znanstveni savjetnik
Dr.sc. Petar Pervan, viši znanstveni suradnik

Predsjednik Znanstvenog vijeća:

Dr.sc. Silvia Tomić, znanstvena savjetnica (do 19.05.2003. godine)
Dr.sc. Goran Pichler, znanstveni savjetnik (od 20.05.2003. godine)

1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA

Znanstvenici i istraživači:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Ivica Aviani, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 2. Ticijana Ban, dr.sc. | -znanstveni suradnik (od 27.10.2003.) |
| 3. Robert Beuc, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 4. Katica Biljaković, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 5. Nazif Demoli, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 6. Đuro Drobac, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 7. Jadranko Gladić, mr.sc. | - stručni suradnik II |
| 8. Branko Gumhalter, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 9. Bojana Hamzić, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 10. Berislav Horvatić, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 11. Vlasta Horvatić, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 12. Jovica Ivkov, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 13. Labazan Irena, dr.sc. | - znanstveni suardnik, (od 27.10.2003.) |
| 14. Davorin Lovrić, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 15. Jagoda Lukatela, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 16. Željko Marohnić, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 17. Ognjen Milat, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 18. Slobodan Milošević, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |

- | | |
|--------------------------------|--|
| 19. Milorad Milun, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 20. Marko Miljak, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 21. Mladen Movre, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 22. Miroslav Očko, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 23. Petar Pervan, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 24. Goran Pichler, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 25. Mladen Prester, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 26. Hrvoje Skenderović, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 27. Ana Smontara, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 28. Damir Starešinić, dr.sc. | - znanstveni suradnik (od 27.10.2003.) |
| 29. Krešimir Šaub, dipl.inž. | - stručni suradnik II |
| 30. Antonio Šiber, dr.sc. | - znanstveni suradnik (od 27.10.2003.) |
| 31. Silvia Tomić, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 32. Eduard Tutiš, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 33. Katarina Uzelać, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 34. Čedomil Vadla, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 35. Zlatko Vučić, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 36. Veljko Zlatić, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |

Znanstveni novaci:

1. Damir Aumiler, dipl.inž.
2. Ticijana Ban, dr.sc. (do 26.10.2003.)
3. Osor Slaven Barišić, mr.sc.
4. Ante Bilušić, dr.sc.
5. Mirta Herak, dipl.inž.
6. Marko Kralj, dr.sc.
7. Labazan Irena, dr.sc. (do 26.10.2003.)
8. Krešimir Salamon, dipl.inž.
9. Damir Starešinić, dr.sc. (do 26.10.2003.)
10. Kristina Šariri, dipl.inž.
11. Antonio Šiber, dr.sc. (do 26.10.2003.)
12. Tomislav Vuletić, dipl.inž.
13. Ivica Živković, dipl.inž.

Tehničari:

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 1. Krešimir Drvodelić | - tehnički suradnik |
| 2. Branko Kiš | - viši tehničar |
| 3. Marjan Marukić | - viši tehničar |
| 4. Josip Pogačić | - viši tehničar |
| 5. Milan Sertić | - tehnički suradnik |
| 6. Žarko Vidović | - tehnički suradnik (od 01.10.2003) |
| 7. Alan Vojnović | - viši tehničar |
| 8. Milan Vukelić | - tehnički suradnik |

Opći i zajednički poslovi:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Mladen Bakale | - ekonom |
| 2. Ivanka Bakmaz
knjigovođa | - računovodstveni referent-financijski |
| 3. Golubica Begić | - radno mjesto IV vrste |
| 4. Marica Fučkar-Marasović, prof. | - voditelj odjeljka I vrste |
| 5. Željko Kneklin, dipl.oec. | - viši stručni savjetnik ekonomske struke |
| 6. Nevenka Kralj
knjigovođa | - računovodstveni referent-financijski |
| 7. Mirjana Ličina | - radno mjesto IV vrste, od 01.03.2003. |
| 8. Gordana Lončarević | - radno mjesto IV vrste |
| 9. Vesna Lončarević | - radno mjesto IV vrste |
| 10. Darko Oštarčević | - radno mjesto IV vrste |
| 11. Nataša Pilko | - radno mjesto IV vrste (do 05.02.2003.) |
| 12. Jadranka Rajić, dipl. pravnik | - voditelj odjeljka I vrste |
| 13. Željko Rogin | - tehnički suradnik |
| 14. Marija Sobol | - upravni referent |
| 15. Joško Udiljak | - stručni suradnik |
| 16. Draženka Zajec | - radno mjesto IV vrste |

2. IZVJEŠTAJI O RADU NA PROGRAMU TRAJNE ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI

"Fizika novih stanja materije" (00350)

Temeljna znanstvena istraživanja organizirana su po znanstveno-istraživačkim projektima financiranim od Ministarstva znanosti i tehnologije RH:

- 1. Analitička spektroskopija i optička svojstva materija (0035001)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Čedomil Vadla**, znanstveni savjetnik
- 2. Femtosekundna laserska spektroskopija i ultrahladne molekule (0035002)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Goran Pichler**, znanstveni savjetnik
- 3. Laserska priprema, upravljanje i spektroskopija novih molekula (0035003)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Slobodan Milošević**, znanstveni savjetnik
- 4. Teorijski aspekti hladni sudara (0035004)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Mladen Movre**, znanstveni savjetnik
- 5. Optičko filtriranje, interferometrija i holografija (0035005)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Nazif Demoli**, viši znanstveni suradnik
- 6. Rast i morfologija kristala ravnotežnog oblika površine (0035006)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Zlatko Vučić**, viši znanstveni suradnik
- 7. Teorija kritičnih pojava i modeliranje u sustavima mnoštva čestica (0035007)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Katarina Uzelac**, viši znanstveni suradnik
- 8. Elektronska i strukturna svojstva slitina i intermetalika (0035008)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Jagoda Lukatela**, viši znanstveni suradnik
- 9. Magnetizam i supravodljivost kompleksnih oksida prijelaznih metala (0035009)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Mladen Prester**, viši znanstveni suradnik
- 10. Transport i termodinamika novih materijala s elektronski korelacijama (0035010)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Veljko Zlatić**, znanstveni savjetnik
- 11. Svojstva jako koreliranih metala od interesa za primjenu (0035011)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Miroslav Očko**, znanstveni suradnik

- 12. Nanostrukturne modulacije kompozitnih kristala i materijala** (0035012)
Glavni istraživač: **dr.sc. Ognjen Milat**, viši znanstveni suradnik
- 13. Toplinska svojstva specifično uređenih sustava** (0035013)
Glavni istraživač: **dr.sc. Ana Smontara**, znanstveni suradnik
- 14. Kompleksni sistemi: staklo modulirane faze i pobuđenja** (0035014)
Glavni istraživač: **dr.sc. Katica Biljaković**, znanstveni savjetnik
- 15. Sistemi reducirane dimenzionalnosti: od organskih sintetskih do biomaterijala** (0035015)
Glavni istraživač: **dr.sc. Silvia Tomić**, znanstveni savjetnik
- 16. Elektronska svojstva nano-strukturiranih materijala i površina** (0035016)
Glavni istraživač: **dr.sc. Milorad Milun**, znanstveni savjetnik
- 17. Modeliranje svojstava mikro- i nano-strukturiranih površina** (0035017)
Glavni istraživač: **dr.sc. Branko Gumhalter**, znanstveni savjetnik

ANALITIČKA SPEKTROSKOPIJA I OPTIČKA SVOJSTVA MATERIJALA (0035001)

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

Suradnik: dr.sc. Vlasta Horvatić, znanstveni suradnik

Opis istraživanja

Sažeti opis studije [1] radijativnog transporta i sudarnog transfera energije pobude u sustavima što ih čine pobuđeni cezijevi atomi u atmosferi argona ili helija, napravljene kao prilog razvoju dvodimenzionalnih atomskih filtera, izložen je u izvještaju za prethodnu godinu.

Primjenom metode inducirane fluorescencije određen je udarni presjek za σ_{5S} za *energy pooling* proces $\text{Na}(3P)+\text{Na}(3P) \rightarrow \text{Na}(5S)+\text{Na}(3S)$ u temperaturnom području od 567 do 676 K. Ustanovljeno je da se vrijednosti za σ_{5S} smanjuju s porastom temperature, pri čemu se pokazuje ovisnost $\sigma_{5S} \propto T^{-1.3}$. Dobiveni rezultati, objavljeni u referenci [2], izvrsno se slažu s najnovijim teorijskim računima. Također, pokazano je da se mjerena temperaturna ovisnost udarnog presjeka σ_{5S} vrlo dobro uklapa u opću sliku temperaturne ovisnosti udarnih presjeka za neradijativne prijenose elektronske energije. Uočene pravilnosti u toj slici, dobivenoj sistematizacijom postojećih podataka u literaturi i objavljenoj u [1], zasad nemaju neko teorijsko tumačenje.

Obzirom na svoje sasvim jasne obrise, navedena slika može vrlo dobro poslužiti za procjenu vrijednosti udarnih presjeka za procese od interesa, a za koje ne postoje odgovarajući podaci u literaturi. To se pokazalo neposredno korisnim pri modeliranju uvjeta za postizanje optimalne kvantne učinkovitosti atomskog filtera baziranog na ceziju. Na temelju uočenih zakonitosti predviđeno je da bi helijevi atomi mogli dati izuzetno veliki doprinos sudarno induciranim prijelazima između 6D i 7P nivoa cezija, čime se u mješavini Cs-He u odnosu na čiste cezijeve pare, za oko dva reda veličine pospješuje učinkovitost radne sheme $\text{Cs } 6S \rightarrow \text{Cs } 6P \rightarrow 6D \rightarrow \text{Cs } 7P \rightarrow \text{Cs } 6S$, u kojoj dolazi do konverzije zračenja sa prvog (852 nm ili 894) na drugi rezonantni (455 nm i 459 nm) prijelaz. Preliminarnim mjerenjima dobivena je eksperimentalna potvrda ovih predviđanja.

Objavljeni radovi

redovni rad u CC časopisu

1. Č. Vadla, V. Horvatić, K. Niemax, Radiative transport and collisional transfer of excitation energy in Cs vapors mixed with Ar or He, *Spectrochimica Acta Part B* **58** (2003) 1235-1277

redovni rad u časopisu s međunarodnom recenzijom

2. V. Horvatić, Temperature dependence of the cross section σ_{5S} for the energy pooling proces $\text{Na}(3P)+\text{Na}(3P) \rightarrow \text{Na}(5S)+\text{Na}(3S)$, *FIZIKA A*, **12** (2003) x-x+16

Medunarodna znanstvena suradnja

Projekt

Besetzungs- und Entvoelkerungsprozesse der metastabilen Zustaende 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

Potpورا: 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 (II)*

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

Opis istraživanja:

U protekloj godini pored istraživanja gustih alkalijskih para modernim metodama laserske spektroskopije započeli smo probne eksperimente s femtosekundnim laserskim oscilatorom (Millennia-Tsunami, Spectra Physics). Uspješno je razrađen i konačno objavljen znanstveni rad o simultanom mjerenju temperature i koncentracije rubidijevih atoma, gdje se globalni apsorpcijski profil rezonantnih linija neposredno uspoređuje s teorijskim simulacijama (1). U safirnoj kivetu pri sobnim i nešto povišenim temperaturama mjerili smo pomak i širenje hiperfinskih komponenata rezonantnih spektralnih linija rubidijevih izotopa 85 i 87, o čemu smo izvjestili na konferencijama iz atomske fizike. Dovođen je i jedan teorijski rad vezan uz stvaranje ultrahladnih molekula cezija pomoću procesa apsorpcije fotona u području velikih međuatomskih udaljenosti potencijala s dvije jame, te emisijom na najmanjim mogućim međuatomskim udaljenostima.

U području razvoja novih izvora svjetlosti objavili smo jedan znanstveni rad o najnovijim mjerenjima pulsog visokotlačnog cezijeveg izvora svjetlosti, što je također bilo prikazano na nekoliko konferencija iz fizike. U suradnji sa stomatolozima i kolegom N. Demolijem objavljen je rad o digitalnoj interferometriji kojom se mjerila promjenjiva debljina kompozitnog materijala pri obasjavanju plavom svjetlošću u realnom vremenu.

Razvoj i opremanje novog femtosekundnog laboratorija u sklopu kojeg su rađena i prva mjerenja pomoću oscilatora, dovršen je instalacijom femtosekundnog laserskog pojačala. Time je otvorena nova faza fizike ultrabrzih procesa, koja je počela eksperimentima s femtosekundnim laserskim oscilatorom na gustim parama rubidija i cezija. Uočena je pojava konusne emisije i proučeno je ponašanje konusa s obzirom na temperaturu metalne pare, na pobudnu valnu duljinu i snagu femtosekundnog lasera. Napravljena su i preliminarna mjerenja laserski inducirane fluorescencije u gustim parama rubidija i cezija izazvane femtosekundnim laserom na raznim valnim duljinama. Zbog izuzetno gustih para fluorescencija se mogla opažati samo u povratnom smjeru. I kod Rb i Cs para uočene su neke nove spektralne pojave, koje se zasada samo djelomice mogu objasniti poznatim diferentnim potencijalima novih ab initio računa.

Učestvovali smo u eksperimentima s četverovalnim miješanjem koristeći ultrakratke laserske pulseve ispod 20 femtosekundi. Prvi niz eksperimenata proveden je u plinskoj, fazi poglavito u molekularnom vodiku i njegovim mješavinama s dušikom, helijem i argonom. Za istraživanje rotaciono-vibracijskih prijelaza korišten je postav specifičan za CARS metodu (Coherent Antistokes Raman Scattering). Čisto rotacijski spektar dobiven je metodom DFWM (Degenerated Four-Wave Mixing, degenerirano četverovalno miješanje). Predložene su mogućnosti mjerenja temperature na bazi izmjerenih koeficijenata za širenje i pomak spektralnih linija.

U drugom nizu eksperimenata izmjerene su vibracijske koherencije u osnovnom i pobuđenom stanju β -carotena i lycopena pomoću DFWM metode, odnosno pomoću pumpa +

DFWM metode. Specifični modovi osnovnog stanja su koherentno kontrolirani pomoću metode oblikovanja femtosekundnih pulseva lasera koristeći LCD masku. Mjerena su vremena promjene faze za osnovno stanje gore spomenutih molekula, a isto je napravljeno i za cyclohexane, benzene, pyridine i n-hexane.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu:

1. D. Aumiler, T. Ban, R. Beuc and G. Pichler, Simultaneous temperature and density determination of rubidium vapor, *Applied Physics B*, **76** (2003) 859 - 867
2. V. Margetic, T. Ban, F. Leis, K. Niemax and R. Hergenröder, Hydrodynamic expansion of a femtosecond laser produced plasma, *Spectrochimica Acta B* **58**, 415 (2003).

konferencijski rad u CC časopisu

4. G. Pichler, V. Živčec, R. Beuc, Ž. Mrzljak, T. Ban, H. Skenderović, K. Günther and J. Liu, UV, Visible and IR Spectrum of the Cs High Pressure Lamp, *Physica Scripta*, **T105** (2003) 98-100.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. *Pressure broadening and shift of rubidium resonance lines by argon and helium*, predavanje, European Group for Atomic Spectroscopy (EGAS), Brussels 15.-18.07.2003.
2. *Atomic and molecular spectroscopy with superbright light-emitting diodes*, G. Pichler, D. Aumiler, T. Ban, European Group for Atomic Spectroscopy (EGAS), Brussels 15.-18.07.2003.
3. *High-resolution measurement of the pressure broadening and shift of rubidium resonance lines*, D. Aumiler, T. Ban, G. Pichler, poster, XXIII International Conference on Photonic Electronic and Atomic Collisions ICPEAC 2003, Stockholm 23.-29.07.2003.
4. *Violet and red laser excitation of rubidium diffuse band induced by collisional population*, T. Ban, D. Aumiler, G. Pichler, XXIII International Conference on Photonic Electronic and Atomic Collisions ICPEAC 2003, Stockholm 23.-29.07.2003.
Theoretical concepts and recent experiments on ultracold molecules, A Workshop and Training school, Volterra 22.-28.09.2003. 67. Physikertagung und AMOP-Frühjahrstagung,
5. *Determination of H₂ vibrational line profiles with femtosecond time resolved CARS* Hannover, Germany, March 2003. ECONOS
6. *Determination of collisional line broadening coefficients in gas mixtures with femtosecond time resolved CARS*,
DFWM spectroscopy with sub-20 fs pulses : Observation of rotations in H₂ Besancon, France, April 2003.
7. *Excited State Processes of Carotenoids in Photosynthesis, We-Heraeus-Seminar, Degenerate four-wave mixing in β -carotene with sub-20 fs pulses* Bad Honnef, Germany, October 2003.
3rd International Workshop on Optimal Control of Quantum Dynamics: Theory and Experiment

8. *Coherent control of vibrational modes in β -carotene with femtosecond DFWM*, Ringberg, Germany, December 2003.
Theoretical concepts and recent experiments on ultracold molecules, A Workshop and Training school,
9. *Pure long-range ion-pair alkali molecules*: T. Ban, R. Beuc, H. Skenderović and G. Pichler, Volterra 22.-28.09.2003.
10. *Ultrahladne rubidijeve molekule*, T. Ban, C. Gabbanini, A. Fioretti, Znanstveni sastanak hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb 13.-15. 11. 2003.

Međunarodna znanstvena suradnja

1. Ultrafast laser cooling of molecules and biomolecules
Dr. G. Pichler, Prof. Dr. E. Riedle, Institut für Medizinische Optik der Universität München, Oettingenstrasse 67, D-80538 München, GERMANY, 2002-2003.
2. Cold Molecules: Formation, Trapping, and Dynamics, Research Training Network, FW5, EU, G. Pichler, Dr. Françoise Masnou-Seeuws, Laboratoire Aime-Cotton, Orsay, Francuska.

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

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.

doktorski radovi

- Ticijana Ban, *Laserska fotoasocijacija i fotodisocijacija alkalijskih molekula*, PMF, Sveučilište u Zagrebu, 13.1.2003.

Ostalo (članstva u raznim Odborima, recenzentske aktivnosti itd)

- G. Pichler,
- predsjednik Hrvatskog fizikalnog društva (HFD) od 2000,
 - fellow of the American Physical Society,
 - vice-president of Molecular Physics Division of the European Physical Society.
- Ticijana:
- član HFD-a

studijski boravci

1. Inž. Damir Aumiler studijski boravak 05.-25.10.2003. Universität München.

2. Dr. Ticijana Ban, studijski boravak od 16.06.2003. do 12.07.2003. na **IPCF** (Istituto per i processi chimico-fisici) institutu u Pisi, Italija.

3. Dr. Ticijana Ban studijski boravak od 14.07.2003. do 05.09.2003. na **LENS** (European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy) institutu, Firenza-Italija.

G. Pichler

Članstvo u internacionalnim konferencijskim komitetima:

1. European CARS Workshop (ECW).
2. European Group for Atomic Spectroscopy (EGAS)
3. European Conference on Atomic and Molecular Physics (ECAMP, AMPD Committee).

LASERSKA PRIPREMA, UPRAVLJANJE I SPEKTROSKOPIJA NOVIH MOLEKULA (0035003)

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

Suradnici: dr. sc. Irena Labazan, znanstvena suradnica

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, vodikove ili ugljikove atome, npr. LiC, LiN, MnH 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.

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. Tom tehnikom uspjeli smo detektirati prisustvo alkalijskih dimernih molekula u laserski induciranom oblaku. Pored određivanja koncentracije i brzine molekula njihova mala unutrašnja energija ukazuje na činjenicu da molekule dolaze s površine ablatirane mete (Ref 1). Pri laserskoj ablaciji različitih vrsta grafita LASPOR metodom detektirane su molekule C₂ radikala, u uvjetima kada je to standardnim emisijskim metodama nemoguće (Ref 2). To otvara mogućnosti za različite nove eksperimente s obzirom na važnost C₂ radikala kao prekursora u npr. rastu fulerena i nanocjevčica ili kao međukoraka u različitim kemijskim reakcijama.

U protekloj godini posebno je istraživana laserska ablacija meta: litija, grafita, mangana, aluminij-litij-vodik itd., u vakuumu i različitim reaktivnim plinovima: dušiku, metanu itd. Započeta su i istraživanja laserske ablacije polimernih materijala. 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. U tom pravcu istraživanja provedene su spektroskopske analize RF plazme u različitim plinovima: kisiku, dušiku, zraku, metanu, ugljičnom dioksidu itd.. Razmotrena je mogućnost primjene LASPOR metode za detekciju elemenata u tragovima u atmosferi za monitoring kvalitete zraka (Ref. 3).

U sklopu studijskog boravka na FOM 'Rijnhuizen' radilo se na projektima produkcije NH i LiH molekula u supersoničnim snopovima uz pomoć laserske fotodisocijacije i ablacije (Ref. 4). Takvi izvori molekula velikog dipolnog momenta dio su sistema za fokusiranje i deceleraciju električnim poljima.

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 stomatologiji, nastavljaju se u narednoj godini.

**Objavljeni radovi:
redovni radovi u CC časopisima**

1. I. Labazan; S. Milošević Laser vaporized Li₂, Na₂, K₂ and LiNa molecules observed by cavity ring-down spectroscopy. *Physical Review A*. 68 (2003) , 032901; 8 str.

2. I. Labazan; N. Krstulović; S. Milošević, Observation of C₂ radicals formed by laser ablation of graphite targets using cavity ring-down spectroscopy. *Journal of Physics D: Applied Physics*. 36 (2003) , 20; 2465 –2470.

rad u zborniku konferencije

3. I. Labazan; N. Krstulović; S. Milošević, Trace gas detection by cavity ring-down spectroscopy *Proceedings of the 14th International Conference "Air quality - assessment and policy at local, regional and global scales"* K. Šega, (ur.). Zagreb : Croatian Air pollution prevention Association, 2003. 297--302

Pozvana predavanja na skupovima

I. Labazan; S. van de Meerakker, J. Y. T.; Kuepper, G. Meijer, An intense source of slow metastable NH radical. Book of abstracts, XXIII International Conference on photonic, electronic and atomic collisions R. Schuch (ur.). Stockholm : Stockholm Univeristy, SCFAB, 2003. We178 (pozvano predavanje)

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1.N. Krstulović; I. Labazan; S. Milošević. Spektroskopska analiza laserski inducirane plazme mangana u atmosferi metana, *Knjiga sažetaka, 4. Znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva / Kumerički, Krešimir* (ur.). Zagreb : Hrvatsko fizikalno društvo, 2003. 118-118

2. N. Krstulović; I. Labazan; S. Milošević Molecules detected in laser induced plume by time-resolved cavity ring-down spectroscopy, *Book of Abstracts, XXIII International Conference on photonic, electronic and atomic collisions / Schuch, Reinhold* (ur.). Stockholm : Stockholm Univeristy, SCFAB, 2003. Fr183 (sažetak).

3. N. Krstulović; I. Labazan; S. Milošević; A. Vesel, U. Cvelbar, M. Mozetič, Optični emisijski spektri RF kisikove plazme, *Zbornik Povzetkov, 10. mednarodni znanstveni sastanak Vakuumska znanost in tehnika*, L. Irmančik Belič, (ur.). Ljubljana : Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, 2003. 19-19

4. I. Labazan; N. Krstulović; S. Milošević, Cavity ring-down spectroscopy of laser vaporized graphite // *Tulip Summer School Modern Developments in Spectroscopy, Programme and abstract book*, M. Janssen, W.J. Buma, (ur.). Noordwijk : Holand Research School of Molecular Chemistry and, 2003. 45-45

5. A. Vesel, U. Cvelbar, M. Mozetič, N. Krstulović; I. Labazan; S. Milošević, Optički emisijski spektri RF plazme dušika i zraka, *Zbornik Povzetkov, 10. mednarodni znanstveni sastanak Vakuumska znanost in tehnika*, L. Irmančik Belič, (ur.). Ljubljana : Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, 2003. 23-23

6. S. Milošević Laserska spektroskopija u primjeni // *Knjiga sažetaka, 3P IF-a, VI Konferencija Instituta za fiziku, K. Biljaković, S. Tomić, A. Šiber, S. Milošević* (ur.). Zagreb : Institut za fiziku, 2003. xx (predavanje).

Diplomski radovi

N. Krstulović. Spektroskopska analiza laserski inducirane plazme mangana u atmosferi metana, diplomski rad. Zagreb : Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek, 10.12. 2003, 65 str. Voditelj: S. Milošević.

Međunarodna znanstvena suradnja:

Projekti

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

Neposredna suradnja

1. Laserska spektroskopija molekula i malih čestica proizvedenih u snopovima
Partner: Max-Planck-Institute für Strömungsforschung, Göttingen, Njemačka
Prof. dr. R. Düren
2. 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. Laserska ablacija za istraživanje novih molekula, subtermalnih sudara i pripremu novih
materijala, Partner: Dipartimento di Fisica, Unita'INFM-Universita' di Pisa, Italija, dr. F.
Fuso, (prijedlog bilateralnog projekta Italija/HR, podnesen za 2002/03. god.)

Domaća znanstvena suradnja

4. Razvitak tehnoloških postupaka za izradu postojanih adhezijskih restoracija, kolaborativni
projekt: Stomatološki fakultet, Zagreb, Klinička bolnica Centar, Zagreb, Institut za fiziku,
Zagreb.
5. 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.

Sudjelovanje u nastavi

Poslijediplomska nastava

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

Ostalo

1. S. Milošević, voditelj Znanstvene sekcije Hrvatskog fizikalnog društva (od listopada 2002.)
2. S. Milošević, voditelj seminara IF-a (do lipnja 2003.)

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

Semiklasična simulacija emisijskog ili apsorpcijskog spektra numerički je vrlo efikasna metoda (za red veličine efikasnija od vremenski vrlo zahtjevnog kvantnomehaničkog izračuna kontinuiranih spektara) i može poslužiti ne samo za modeliranje optičkih spektara pri vrlo niskim temperaturama već i kod vrlo visokih temperatura te za dijagnostičke svrhe za određivanje temperature i gustoće, dizajn novih svjetlosnih izvora itd.

Predložena je nova metoda istovremenog određivanja temperature i atomske gustoće alkalijских para [1]. Metoda se oslanja na teorijske račune punog profila prvih rubidijevih rezonantnih linija u spektralnom području 760-835 nm i temperaturnom intervalu 500-700 K, uzimajući u obzir prijelaze koji povezuju osnovno stanje Rb_2 molekule sa svim višim stanjima molekularne asimptote $Rb(5S_{1/2})+Rb(5P_{1/2,3/2})$. Dio koeficijenta apsorpcije koji je posljedica prijelaza na velikim međuatomskim udaljenostima temperaturno je neovisan, dok doprinos prijelaza na malim međuatomskim udaljenostima osjetno ovisi o temperaturi. Iako je metoda eksperimentalno provjerena za slučaj rubidijevih para, može se primijeniti i na ostale alkalijske metale.

Visokotlačne pulsne cezijeve svjetiljke pružaju mogućnost istraživanja detalja atomskih i molekulskih spektara pri visokim atomskim gustoćama i za visoke temperature. Proračun spektralnog profila, koristeći *ab initio* potencijale i odgovarajuće prijelazne dipolne momente, ukazao je na podudarnost s opaženim infracrvenim satelitskim vrpcama. Nadalje, ukazano je kakva je vrsta dizajniranja svjetlosnih izvora potrebna za povećanje efikasnosti cezijeve svjetiljke. Na primjer, bliski infracrveni dio spektra može se efikasno ukloniti koristeći u plameniku mješavinu rubidija i cezija. Zbog jake apsorpcije gustih rubidijevih para u spektralnom području 740-830 nm, efikasnost miješane Rb-Cs svjetiljke mogla bi se poboljšati za oko 10-20% [2].

Zanimanje za fotoapsorpcijsku spektroskopiju hladnih alkalijских atoma kao i za tvorbu hladnih molekula potaknulo je teorijski razvoj računanja adijabatskih potencijalnih krivulja i prijelaznih momenata za sve međuatomske udaljenosti. Prvi rezultati dobiveni za Cs korištenjem metode pseudopotencijala vrlo su obećavajući. Pri tom su pažljivo analizirana ograničenja metode kao i načini njena poboljšanja.

Objavljeni radovi:

redovni radovi u CC časopisu

D. Aumiler, T. Ban, R. Beuc, and G. Pichler,
Simultaneous determination of the temperature and density of rubidium vapor,
Appl. Phys. B 76 (2003) 859-867.

konferencijski rad u CC časopisu

G. Pichler, V. Živčec, R. Beuc, Ž. Mrzljak, T. Ban, H. Skenderović, K. Günther, and J. Liu,
UV, Visible and IR Spectrum of the Cs High Pressure Lamp,
Physica Scripta T105 (2003) 98-2003.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. G. Pichler, T. Ban, R. Beuc, *Long-range ion-pair rubidium molecule* XXIII International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions, Stockholm, Sweden, July 2003.
2. T. Ban, R. Beuc, H. Skenderović, and G. Pichler, *Pure long-range ion-pair molecules*, Volterra, Italy, September 2003.
3. R. Beuc i Mladen Movre, *Poluklasični opis sudarom induciranih optičkih prijelaza dvoatomskih molekula*, 4. znanstveni sastanak HFD, Zagreb, studeni 2003.
4. R. Beuc, G. Pichler, M. Pichler, J. Qi i W. C. Stwalley, *Vezana i kvazivezana stanja u okolini Cs 7P_J asimptote*, 4. znanstveni sastanak HFD, Zagreb, studeni 2003.

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.

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
2. Dr. O. Dulier, Laboratoire Aime Cotton, Orsay, Francuska. Prijedlog zajedničkog hrvatsko-francuskog projekta: *Teorijski aspekti formiranja ultrahladnih molekula. Primjena na kvantni plin.*

Sudjelovanje u nastavi:

poslijediplomska nastava

R. Beuc, *Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava* (315), PMF

M. Movre, *Fizika hladnih sudara* (316), PMF

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.).

R. Beuc, član upravnog vijeća Hrvatskog astronomskog društva (od 2000.).

M. Movre, *Nastava moderne fizike – 100 godina kasnije!*, VI. hrvatski simpozij o nastavi fizike, "Problemski i istraživački usmjerena nastava fizike", Makarska, travanj 2003.

M. Movre, recenzije udžbenikâ za osnovnu školu te priručnika za gimnazije.

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

Rad na projektu pokriva nekoliko područja koherentne optike. U području optičkog filtriranja, zasloni s tekućim kristalima (LCD zasloni) su karakterizirani te korišteni u dva tipa korelatora: a) korelator s preklopljenim Fourierovim transformatima s primjenom na analizu glagoljskog pisma i b) korelatora s množenjem Fourierovih transformata s primjenom u forenzici (diplomski rad). Radovi su u fazi dovršavanja. Objavljen je pregled primjena optičkog korelatora kao poglavlje jedne enciklopedije (rad 1).

Prethodno dovršena interferometrijska mjerenja na problemima fotopolimerizacijskih efekata kompozitnih smola koje se koriste u stomatologiji te mjerenje pomaka plohe nestehiometrijskog monokristala bakar selenida, rezultirali su publikacijama (radovi 2, 3 i 6).

Primjenom originalne metode oduzimanja (rad 5), otvorene su nove mogućnosti u digitalnoj holografiji i digitalnoj holografskoj interferometriji. Metoda oduzimanja temeljena je na eliminiranju nedifraktiranog člana koji inače zasjenjuje holografsku rekonstrukciju. U tijeku je analiza problema pojave šuma koji se pojavljuje pri holografskom zapisu objekta koji rotira. Značajni rezultati dobiveni su u suradnji s Louis Pasteur sveučilištem u Strasbourgu (prof. D. Vukičević), u okviru *Cogito* projekta i neposrednom suradnjom. Objavljen je prvi digitalni holografski interferometrijski film u boji koji prikazuje konvektivno širenje topline u tekućini (rad 4). Započet je rad na vremenski usrednjenom digitalnoj holografskoj interferometriji. Princip metode temeljen je na snimanju holograma objekta koji titra pomoću CCD kamere s vremenom ekspozicije puno dužim od perioda titranja. Na taj način istovremeno se bilježe dva ekstremna stanja površine koja prilikom rekonstrukcije holograma interferiraju. Pruge interferencije pokazuju amplitudu i raspodjelu polja deformacija. Cijeli niz interferograma snimljen je na rezonantnim frekvencijama membrane zvučnika i jednog mikro-elektro-mehaničkog sistema (MEMS). Metoda oduzimanja omogućuje upotrebu punog raspoloživog kuta za snimanje objekata. Tako postaje moguće snimiti hologram velikih objekata, što je demonstrirano na primjeru realizacije holograma tvrdog diska. Također je snimljeno i polje deformacija tvrdog diska na dvije rezonantne frekvencije korištenjem vremenski usrednjene holografске interferometrije. Razvijamo postupak istovremenog bilježenja polja deformacija nastalih uslijed titranja plohe i polja deformacija srednje plohe koja titra. Preliminarni rezultati, teorijski i eksperimentalni, potvrđuju velike mogućnosti koje nudi digitalna holografija u odnosu na klasičnu holografiju.

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisu

1. D. Lovrić, Z. Vučić, J. Gladić, N. Demoli, S. Mitrović and M. Milas, *Refined Fourier-transform method of analysis of full two-dimensional digitized interferograms*, Applied Optics **42** (2003) 1477-1484.

2. N. Demoli, D. Vukičević and M. Torzynski, *Dynamic digital holographic interferometry with three wavelengths*, Optics Express **11** (2003) 676-774.
3. N. Demoli, J. Meštrović and I. Sović, *Subtraction digital holography*, Applied Optics **42** (2003) 798-804.

Rad u zborniku konferencije

4. N. Demoli, G. Pichler, A. Knežević, Z. Tarle, A. Meniga and J. Šutalo, *Measurement of the composite resin thickness variations using digital interferometry*, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection III, Eds. W. Osten, K. Creath, M. Kujawinska, Proc. SPIE Vol. **5144** (2003) 343-349.

Poglavlje u knjizi

5. N. Demoli, *Optical Correlator Applications*, Encyclopedia of Optical Engineering, Marcel Dekker, Inc., New York (2003).

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. K. Šariri, Z. Stanić, N. Demoli, O. Milat, V. Maštruko, *Toolmarks identification using SEM images in optical correlator*, 6th Multinational Congress on Microscopy, European Extension, Pula, 01-05.06.2003. (poster).
2. N. Demoli, G. Pichler, A. Knežević, Z. Tarle, A. Meniga and J. Šutalo, *Measurement of the composite resin thickness variations using digital interferometry*, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection III, Minhen, Njemačka, 23-26.06.2003. (predavanje).
3. K. Šariri, N. Demoli, I. Sović, *Dinamička digitalna holografija*, 4. znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 13-15.11.2003. (poster).
4. I. Sović, N. Demoli, K. Šariri, *Mjerenje pomaka digitalnim interferometrom*, 4. znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 13-15.11.2003. (poster).

Međunarodna znanstvena suradnja

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

Neposredna suradnja

Dr. G. Wernicke, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Njemačka.

Sudjelovanje u nastavi

Diplomska nastava

M. Herak, I. Sović, *Seizmologija I* (7019), PMF

Poslijediplomska nastava

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

Diplomski radovi

1. Z. Stanić, *Optičko koreliranje 2D signala*, PMF, Sveučilište u Zagrebu, obranjen: 17.01.2003., voditelj: N. Demoli

Ostale edukacijske aktivnosti

N. Demoli, voditelj projekta e-škole: *Koherentna optika*

OSTALO

N. Demoli, recenzent časopisa koje izdaje *Optical Society of America* (OSA) i časopisa *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

U okviru istraživanja kristala ravnotežnog oblika (ECS) sa svrhom razumijevanja i određivanja energije kristalne površine u ovisnosti o orijentaciji promatrane površine, te o temperaturi, proučavan je i rast ECS kristala bakar selenida pod djelovanjem malog gradijenta kemijskog potencijala za Cu atome. Na temperaturama od 750K do 800 K opazili smo eruptivni način rasta atomski glatkih ploha vrlo sličan onom kristala ^4He na milikelvinskim temperaturama. Zbog izrazito nepovoljnih vibracijskih uvjeta i neprimjerene opreme (CCD kamera i grafička kartica nabavljene su pred 15 godina) nisu ostvareni svi postavljeni ciljevi.

Po prvi puta primijenili smo tehniku mjerenja brzine rasta atomski glatkih ploha koristeći prilagođen Michelsonov interferometar. CCD kamerom smo snimali sukcesivne interferograme i kompleksnom matematičkom obradom dobijali podatak o pomacima plohe okomito na površinu plohe. Do sada je slična interferometrijska metoda primijenjena samo u eksperimentu rasta (0001) plohe ^4He kristala i to kod vrlo sporog rasta (manje od 0.6 nm/sec). Za cjelovitu primjenu interferometrijske metode trebalo je razviti vlastite algoritme prihvata, spremanja, pripreme i obrade slijedom FFT – translacija – filtriranje – IFFT. Naš algoritam donio je dvije bitne novosti i poboljšanja. Privremeno je napušten koncept obrade signala u realnom vremenu jer prisutan vibracijski šum nužno traži vrlo učestalo uzorkovanje (25 slika u sek.). Osim toga, to ima za posljedicu oko 10^6 slika tijekom eksperimenta pa se uz probleme obrade javljaju još i problemi memoriranja, arhiviranja kao i pripreme za obradu. Prva novost odnosila se na automatsko odračunavanje pozadine što je poboljšalo omjer signal – šum za dva reda veličine. 2D - FFT slika karakterizirana je s jednim centralnim maksimumom i dva potpuno simetrična maksimuma izvan centra. Daljnja obrada uključuje određivanje točnog položaja jednog od maksimuma i njegovim pomakom u centar. Tu je uvedena druga novost, odnosno primijenjen je teorem o uzorcima koji se, koristeći ga za određivanje točnog položaja jednog od simetričnih maksimuma, pokazao odličnim prirodnim 'prozorom' (filtrom) koji sa slike briše sve suvišne elemente koji su locirani izvan maksimuma. Filtrirani i u centar pomaknuti maksimum IFFT – om omogućava izračunavanje 'faze' interferencijskog signala. Akumulirani niz sukcesivnih promjena faza pokazuje vremensko odvijanje rasta atomski glatke plohe. Metoda teorijski omogućava nanometarsku razlučivost.

Na tragu iskustava koja smo stekli snimanjem i obradom interferometrijskih slika, i postupka razvijenog za analizu ECS rubova na fotografijama, razvili smo novu metodu određivanja ionske vodljivosti miješanih elektronsko – ionskih vodiča. Metoda uključuje sukcesivno snimanje CCD kamerom položaja slobodne rastuće površine polikristalnog bakar selenida u uvjetima konstantnog poprečnog presjeka i konstantne temperature. Metoda je primjenjiva sve do temperature taljenja, odnosno u području u kojem praktički nema eksperimentalnih podataka. U tom području temperatura, naime, ne postoje materijali koji se uobičajeno koriste kao elektronske blokade i koji omogućuju izdvajanje minorne (ionske) komponente ukupne struje. Jedini način mjerenja je metoda polarizacije koja je to lošija što je udjel ionske komponente manji ($1/10^3$ za bakar selenid). Rad je prihvaćen za tisak i bit će objavljen u Journal of Crystal Growth 263/1-4, str. 590 - 599., 1. ožujka 2004.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. D. Lovrić, Z. Vučić, J. Gladić, N. Demoli, S. Mitrović, and M. Milas, *Refined Fourier – transform method of analysis of full two – dimensional digitized interferograms*, Appl. Optics 42 (2003) 1477 – 1484.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Z. Vučić, D. Lovrić, J. Gladić, *Rast kristala Cu i Ag halkogenida – metoda za mjerenje ionske vodljivosti do temperature taljenja*, Knjiga sažetaka, str. 98, Znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva Zagreb, 13 – 15. listopada 2003.
2. Z. Vučić, J. Gladić, D. Lovrić, *Rast plohe ECS kristala opisan modelom harmoničkog oscilatora*, Knjiga sažetaka, str. 161, Znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva Zagreb, 13 – 15. listopada 2003.

Neposredna suradnja

Suradnja s Dr. sc. N. Demolijem, Institut za fiziku, Zagreb, (0035005) na implementaciji Michelsonovog interferometra za praćenje rasta kristala.
Suradnja s inž. Ivicom Prličem, Institut za medicinska istraživanja Zagreb, na razmjeni opreme i iskustva o obradi i analizi 2D digitalnih zapisa.

Doktorski radovi

Mr. sc. Jadranko Gladić, *Istraživanje rasta kristala ravnotežnog oblika nestehiometrijskog bakar selenida*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Zagreb, 28. listopada 2003. (mentor Dr. sc. Z. Vučić)

Ostalo

Dr. sc. Z. Vučić,

- član Upravnog odbora Hrvatskog fizikalnog društva (HFD) od 2000,
- rad na razvoju autonomne hidrografske i meteorološke sonde u okviru projekta e – škole HFD – a (temperatura, tlak, vlažnost, slanost,...)

TEORIJA KRITIČNIH POJAVA I MODELIRANJE U SUSTAVIMA MNOŠTVA ČESTICA (0035007)

Glavni istraživač: Dr. sc. Katarina Uzelac,

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

Opis istraživanja

Istraživanja su obuhvatila nekoliko tema iz područja statističke fizike i fizike čvrstog stanja. Proučavana su dva nova problema u okviru statičkih kritičnih pojava u diskretnim modelima na rešetki:

Ponovno je otvoren problem određivanja prijelaza prvog reda u sustavima s dugodosežnim međudjelovanjima putem metode renormalizacije konačnih dosega, koja u uobičajenom postupku ne može prepoznati fazni prijelaz prvog reda. Karakter prijelaza izveden je iz detaljne analize spektra matrice transfera. Također je razmatrana veza između trikritične točke vezane uz pojavu promjene reda prijelaza i raspodjele ravnotežno uvedenih šupljina u ovim modelima.

Motivirano pokušajem modeliranja sociološkog problema kulturnog širenja započeto je proučavanje je posebnog oblika zamrznutog nereda, koji se odnosi na stanja u Pottsovom modelu. Razmatrano je postojanje i karakter faznog prijelaza u ovakvom modelu koristeći numeričke simulacije, pristup srednjeg polja, i analitički pristup.

Nastavak istraživanja polarona u okviru Holsteinovog modela dao je nekoliko novih rezultata. Izračunata su spektralna svojstva u granici niskih temperatura i dobiveni vrlo točni rezultati za niskofrekventni dio elektronske spektralne funkcije i realni dio optičke vodljivosti. Također je razmatran problem miješanja lokalne i translacijske dinamike polarona te važnost neadijabatskih efekata. Razmatrana su i bipolaronska stanja te je pokazano da su u adijabatskom području parametara niskoenergetska bipolaronska pobuđena stanja analogna onim polaronskim.

U sklopu teorijskog modeliranja organskih svjetlećih dioda, teorijski je analizirana pojava promjene spektra svjetlosti s promjenom nametnutog napona na organskim svjetlećim diodama. Ustanovili smo prije neopaženu pojavu prostornog cijepanja rekombinacijske zone, te smo objasnili mikroskopske razloge te pojave. Objavili smo model za simulaciju fizikalnih procesa u organskim uređajima s emisijom svjetlosti te dali na javnu upotrebu računalni kod za tu namjenu s uputama. Objavljen je rad koji mikroskopski razrađuje jedan mehanizam starenja u višeslojnim organskim svjetlećim uređajima te diskutirana fizikalna osnova jedne od važnijih modifikacija koje usporavaju starenje. Nastavljen je rad na transportu i injekciji naboja u neuređenom organskom mediju.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. Tutiš, E., Berner, D. Zuppiroli L. *Internal electric field and charge distribution in multilayer organic light-emitting diodes.* Journal of Applied Physics. 93(2003) 4594-4602

2. Houili H., Tutiš E., Lutjens H. Bussac MN. Zuppiroli L. MOLED: *Simulation of multilayer organic light emitting diodes*, Computer Physics Communications. 156(2003) 108-122

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Osor S. Barišić:

Spektralna svojstva Holsteinovog polarona,

Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, (2003).

2. Zvonko Glumac

Fazni prijelaz prvog reda u 1D dugodosežnom Pottsovom modelu,

Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, (2003).

Međunarodna znanstvena suradnja

Charge transport in molecular materials and devices (koord.: Zuppiroli (EPFL) – Tutiš (IFS)
SCOPEs no v.

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 visokotemperaturne supravodljivosti

Postdiplomski studij iz fizike

Ostalo

K Uzelac,

- pridruženi urednik u časopisu Fizika A
- Vođenje računskog centra i lokalne mreže, pripadnih servisa, te koordinacija s CARNetom

E. Tutiš: Član organizacijskog odbora Sastanka HFD 2003.g.

ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA SLITINA I INTERMETALIKA (0035008)

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

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

Opis istraživanja

Detaljnije je istražena fazna transformacija i kinetika kristalizacije amorfne $Al_{78}W_{22}$ slitine pod izokronim i izotermnim uvjetima. Električna otpornost uzoraka mjerena je pri izotermnom grijanju na tri temperature iznad temperature dinamičke kristalizacije, T_x ($530^{\circ}C$) kod koje se fazna transformacija počinje javljati. Razvoj kristalne faze određen je iz standardnih dvofaznih modela za električnu otpornost. Analiza rezultata je pokazala da je tijekom izoternog grijanja mehanizam kristalizacije kontroliran difuzijom i stacionarnom (steady state) nukleacijom. Relativno visoka temperatura dinamičke kristalizacije i prolongirana kristalizacija na temperaturama iznad T_x (preko 6 sati pri grijanju na $70^{\circ}C$ iznad T_x) čine $Al_{78}W_{22}$ slitinu, preko mogućnosti modificiranja svojstava termalnom obradom, interesantnom za primjene. Od interesa za daljnje istraživanje bilo bi i ispitivanje strukturnih promjena pomoću elektronske mikroskopije.

Nastavljeno je ispitivanje temperaturne stabilnosti i procesa kristalizacije amorfni Al_xW_{100-x} slitina ($63 < x < 86$) mjerenjem električne otpornosti pri izokronom i izotermnom grijanju te usporedbom sa rezultatima difrakcije X-zraka (za $63 < x < 80$). Električna otpornost pokazuje neobično velike ireverzibilne efekte strukturne relaksacije koji se ne mogu u jednakoj mjeri razlučiti u difrakciji X-zraka. Utjecaj strukturne relaksacije na električnu otpornost u ovom sistemu slitina pojačan je preko hibridizacije aluminijevih sp- i volframovih d-elektrona te je vjerojatno najveći u području koncentracija gdje se uspostavlja d-vrpca (oko $x = 80$). Oko te koncentracije dolazi do naglog odstupanja Hallovog koeficijenta od slobodnoelektronske vrijednosti te njegovog naglog prijelaza prema pozitivnim vrijednostima. Utvrđeno je da relaksacija jako ovisi o podlozi te da se smanjuje redom od korunda preko stakla do safirne podloge. Relaksacija također jako opada sa temperaturom podloge za vrijeme deponiranja filma. Od posebnog interesa bi bilo ispitivanje mogućeg utjecaja debljine filma (do sada su svi ispitani filmovi bili debljine oko $2 \mu m$) na relaksaciju odnosno polaznu strukturu filma kao i mogući utjecaj hrapavosti podloge, npr kod podloga od korunda.

Nastavljeno je istraživanje transportnih svojstava binarnih metalnih slitina dopiranih vodikom mjerenjem otpornosti u temperaturnom intervalu od 2 K do 300 K i u magnetskim poljima do 1 T.

Istraživanje električke i toplinske vodljivosti periodičnih faza, tzv. aproksimanata, koje u faznim dijagramima okružuju kvazikristalne ikozaedarske i dekaogonalne faze u sistemu Al-Cr-Fe, opisano je u izvještaju na Projektu 0035013 s kojim surađujemo.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. J. Ivkov, N. Radić, A. Tonejc, T. Car,
Structural relaxation of Al-W amorphous thin films, Jour. of Non-Cryst. Solids. 319 (2003)
232-240

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Nikola Radić, Tihomir Car, Antun Tonejc, Jovica Ivkov, Mirko Stubičar, Mirjana Metikoš-Huković, *Al-W amorphous thin films*, International Workshop on Physics and Technology of Thin Films, Department of Physics, Sharif University of Technology, Teheran, Iran , 22. veljače - 6. ožujka, 2003., predavanje.
2. Ante Bilušić, Jagoda Lukatela, Ana Smontara, *Nove klase termoelektričkih materijala*, Institut za fiziku, Zagreb, siječanj, 2003., predavanje.
3. Željko Bihar, Ante Bilušić, Jagoda Lukatela, Ana Smontara, *Transportna i magnetska svojstva aproksimata Al-Cr-Fe*, Znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, PMF, Zagreb, studeni, 2003., predavanje.

Međunarodna znanstvena suradnja

1. *Proizvodnja i ispitivanje novih kvazikristala*,
Kordinator na hrvatskoj strani: Dr. sc. Ana Smontara
Partner u inozemstvu: Prof. Dr.sc. Janez Dolinšek, Institut J. Stefan, Odsek za fiziko trde snovi, Ljubljana, Slovenija u okviru bilateralne suradnje Republike Hrvatske s Republikom Slovenijom

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.

Magnetizam i supravodljivost kompleksnih oksida prijelaznih metala (0035009)

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

Suradnici:

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

Opis istraživanja

U okviru interesa za tzv. kvantne magnete istraživali smo spoj Cu_3SbO_2 koji, premda poznat već dulje vrijeme, tek od prije nekoliko godina privlači veću pažnju. Započeli smo rad na detaljnim magnetskim svojstvima ne-oksidnog magnetskog sistema BaVS_3 . Također smo započeli istraživanje spoja Cu_3TeO_6 . O magnetskim svojstvima tog spoja nema nikakvih literaturnih podataka. Mjerenjima ac susceptibilnosti ustanovili smo prisustvo nisko-temperaturnog magnetskog faznog prijelaza u magnetski uređenu fazu. U protekloj godini ipak smo se najviše bavili novim bakar-teluridima, $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{Br}_2$ and $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ zbog intrigantnosti dosad mjerenih svojstava. Magnetizam predmetnih telurida potječe od kvazi-planarno koordiniranih iona Cu^{2+} . Mnoga svojstva tih spojeva su još nepoznata i naša iscrpna istraživanja tehnikom ac susceptibilnosti ukazala su na još neotkrivene aspekte magnetizma tih sistema. Zahvaljujući također visokoj kvaliteti raspoloživih monokristala po prvi puta samo pokazali da bi osnovno stanje sistema sa $\text{X}=\text{Br}$ moglo biti singletno, tj. ne-magnetsko. Ustanovljeno je da je spinski energijski procjep, koji razdvaja singletno osnovno stanje od prvog pobuđenog, iznosa $\Delta=30\text{K}$. Po svemu sudeći taj sistem predstavlja prvi magnetski singlet (nemagnetsko osnovno stanje) među dosad poznatim tetraedarskim spinskim sistemima. Osnovno stanje izostrukturnog telurida sa $\text{X}=\text{Cl}$, $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$, je još interesantnije. Snažno izraženi lom krivulje susceptibilnosti na 18K označava prisustvo magnetsko prijelaza, ranije interpretiranog uspostavom 3D antiferomagnetskog dugodosežnog uređenja. Zbog izostanka anizotropije u ponašanju susceptibilnosti u prolazu kroz prijelaz naša mjerenja ukazuju da je priroda 3d uređenja ispod 18K kompleksna i inkompatibilna sa jednostavnim kolinearnim AF uređenjem. U mjerenjima termičke vodljivosti (suradnja sa projektom 0035013) na Cl-uzorku je opažen neobično snažan i strm porast vodljivosti ispod 18 K. Takvo ponašanje ukazuje na izuzetno snažno vezanje tipa spin-rešetka i odgovorno je za jako raspršenje fonona na magnetskim eksitacijama. Za razliku od Cl.uzorka anomalno ponašanje termičke vodljivosti u teluridu s bromom nije opaženo na temperaturama iznad 11K.. Priroda prijelaza na 18K nije za sada rasvijetljena ali je izvjesno da oba, magnetski i strukturalni (a možda i orbitalni) stupnjevi slobode sudjeluju u stabilizaciji osnovnog stanja. Ako bi se intrinzično osnovno stanje pokazalo kao nemagnetsko moglo bi se govoriti o nekoj vrsti spin-Peierls prijelaza što bi predstavljalo posebno interesantnu novost u području magnetizma kvantnih magneta.

Suradnici na projekti započeli su suradnju sa Dr.M.Miljakom (projekt 0035010) te nastavili plodnu suradnju sa suradnicima na projektima 0035011 i 0035015.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. M.Očko, D.Drobac, J-G Park, Z.Samardžija and K.Zadro, Investigation of the spin glass transition in a low U doped YRu_2Si_2 sample, *J.Phys.Condens.Matter* **15** (2003) 4613 (1-8).

2. M.Očko, J.L.Sarrao, I.Aviani, D.Drobac, I.Živković, and M.Prester, *Anomalous properties of the $Yb_xY_{1-x}InCu_4$ alloy system*, Phys.Rev. B **68** (2003) 075102 (1-7).

3. S.Sabolek, E.Babić, S.Popović, Ž.Marohnić, *Effects of etching on the soft magnetic properties of nanocrystalline $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3Si_{15.5}B_7$ ribbon*, Journal of Magnetism & Magnetic Materials **261** (2003) 269 (1-7).

Medunarodna znanstvena 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

Neposredna suradnja

Mladen Prester, Israel Felner, *Racah Institute of Physics, Hebrew University, Jerusalem, Israel*

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

Mladen Prester, Oksana Zaharko/Joel Mesot, Paul Scherrer Institute, SINQ, CH-5232 Villigen PSI, 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, znanstveni suradnik
dr.sc.Berislav Horvatić, znanstveni suradnik
dipl.ing. Mirta Herak, znanstveni novak

Opis istraživanja

Nastavili smo istraživati termodinamička i stransportna i svojstva metalnih sistema čiji elektroni interagiraju lokalnim kulonskim silama. Teorijskim istraživanjima obuhvatili smo nekoliko različitih problema fizike mnogo-čestičnih sistema čija su svojstva određena jakim elektronskim korelacijama. S jedne strane, razvili smo novu teorijsku metodu, koja omogućuje egzaktno rješenje Falicov-Kimball modela u beskonačno dimenzija. Time smo objasnili anomalno ponašanje intermetalnih spojeva tipa YbInCu i EuNi(2)Si(2-x)Ge(x). (Detalji su opisani u radovima 1-3.) S druge strane, analizom Andersonovog modela objasnili smo utjecaj kristalnog polja na Kondo efekt cerijevih i iterbijevih nečistoća u metalnim matricama. (Detalji tih istraživanja opisani su u radu 4.) U eksperimentalnom dijelu projekta nastavljeno je s istraživanjima niže dimenzionalnih struktura, gdje se defekti drastično manifestiraju u svim fizikalnim svojstvima. Ti su se problemi ponovo aktualizirali pojavom jednodimenzionalnih strukturabakar-oksida, koji su usko vezani za temu visoko temperaturne supervodljivosti. Kombiniranjem rezultata dobivenih visoko-osjetljivom torque metodom i rezultataza magnetsku susceptibilnost, dobili smo uvid u prirodu defekata. Kao prvo, dobili smo informaciju o smještaju defekta u kristalu (da li je mjesto regularno ili slučajno), a u nekim slučajevima i nformaciju o tome dali je defekt ukazuje na prazno mjesto u rešetci, primjesni atom ili promjenu okoline. (Detalji su opisani u radu 6.)

redovni rad u CC časopisima:

1. J. K. Freericks and V. Zlatić
Exact solution of the Falicov-Kimball model with dynamical mean-field theory,
Review of Modern Physics, 75, pp. 1333-1382 (2003)
2. J. K. Freericks and V. Zlatić
Application of the multicomponent Falicov-Kimball model to intermediate-valence materials: YbInCu(4) and EuNi(2)Si(2-x)Ge(x),
Physics Status Solidi (b), 236, pp. 265-274 (2003)
3. J. K. Freericks, D. O. Demchenko, A. V. Joura, and V. Zlatić
Optimizing thermal transport in the Falicov-Kimball model: binary alloy picture,
Physical Review B68, 195120, pp. 1 - 12, (2003)
4. V. Zlatić, B. Horvatić, I. Milat, B. Coqblin, G. Czycholl and C. Grenzbach
Thermoelectric power of Cerium and Ytterbium intermetallics,
Physical Review B68, 104432, pp. 1 - 11, (2003)
5. F. Simon, V.A. Atsarkin, V.V. Demidov, R. Gaal, Y. Moritomo, M. Miljak, A. Janossy, and L. Forro
Electron spin resonance and relaxation studies of double-layered manganites

Physical Review B67, 224433, pp.1-8 (2003)
6. K. Biljaković, M. Miljak, D. Staresinić, J.C. Lasjaunias, P. Monceau, H. Berger, and F. Levy
Fractional power law susceptibility and specific heat in low-temperature Insulating state of o-TaS₃
Europhysics Letters. 62, pp. 554-560 (2003)

konferencijski rad u CC časopisu:

1. V. Zlatić and J. K. Freericks
DMFT solution of the Falicov-Kimball model with an internal structure,
Acta Physica Polonica 34, pp. 931-939 (2003) - pozvano predavanje

Rad u zborniku konferencije:

1. V. Zlatić and J. K. Freericks
Describing the valence-change transition by the DMFT solution of the Falicov-Kimball model,
in Concepts in Electron Correlation, eds. A. Hewson and V. Zlatić,
Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Hvar, Croatia, September 29 - October 3, 2002, NATO SCIENCE SERIES: II Mathematics, Physics and Chemistry - Volume 110, pp. 287-296 (Kluwer Academic Publishers, 2003)
2. B. Coqblin, V. Zlatić, B. Horvatic and I. Milat,
A theoretical study of the Thermoelectric power in Heavy fermion systems
Proceedings of the 22nd International Conference on Thermoelectrics (ICT03), La Grande Motte, France (August 2003), published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers (I.E.E.E.), pp. 468-471 (2003).

Knjiga:

Concepts in Electron Correlation, A. Hewson and V. Zlatić, editors,
Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Hvar, Croatia, September 29 - October 3, 2002, NATO SCIENCE SERIES: II Mathematics, Physics and Chemistry - Volume 110, (Kluwer Academic Publishers, 2003)

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. V. Zlatić (pozvano predavanje)
Theory of Yb- and Eu-based inter-metallic compounds with an unstable f-shell
Annual Meeting of the Japanese Physical Society, Sendai, Japan, April 2003
2. V. Zlatić (pozvano predavanje)
Theory of YbInCu₄ and related valence-fluctuating compounds
MATH/CHEM/COMP, Dubrovnik, lipanj 2003
3. V. Zlatić (selected oral presentation)
Description of valence-change transitions by the DMFT solution of the Falicov-Kimball model,
International Conference on Magnetism, Rim, Italija, kolovoz 2003,
Medunarodna znanstvena suradnja

1. *Thermodynamic and thermoelectric properties of heavy fermions,*

Projekt financira 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

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

3. *Fizikalna svojstva novih materijala s jakim elektronskim korelacijama*

Bilateralna suradnja Republike Hrvatske i Repoblike Slovenije

Kordinator na hrvatskoj strani: Dr. V. Zlatić

Partner u inozemstvu: Prof. Dr P. Prelovšek

Institut J. Stefan, Ljubljana, RS

4. *Transport properties of Cerium and Ytterbium Kondo systems*

Projekt Centre National de la Recherche Scientifique, Francuska

Kordinator na hrvatskoj strani: Dr. V. Zlatić

Partner u inozemstvu: Dr B. Coqblin,

Laboratoar de Physique des Solides, Orsay, France

Neposredna suradnja:

1. Prof. F. Steglich, Max-Planck-Institut fr Chemische Physik fester Sto_e,
Dresden, Njemačka

2. Dr A. Hewson, Imperial College, London, UK

Diplomski radovi

1. Ana Akrap, PMF Zagreb, prosinac 2003

Termodinamička svojstva idealnog boze i fermi plina u magnetskom polju.

Voditelj diplomskog rada (V. Zlatić):

Ostalo

V. Zlatić - Guest Professor - Japanese Society for the Promotion of Science,
Kyoto, 03 - 05, 2003

Svojstva jako koreliranih metala od interesa za primjenu (035011)

Glavni istraživač: dr. sc. Miroslav Očko, znanstveni suradnik

Suradnici: dr. sc. Ivica Aviani, znanstveni suradnik

Opis istraživanja

Tokom 2003. godine dovršeni su eksperimentalni radovi na istraživanjima sistema slitina $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ i $\text{YbIn}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Cu}_4$ (radovi: I2, II1, II3, jedan je rad poslan na ocjenu, a dva su u pripremi). Istraživanja $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ pokazuju da promjena Kondo temperature s koncentracijom nije u skladu s promjenom kemijskog tlaka i da je Kondo temperatura LM faze intermetalika YbInCu_4 manja u odnosu na vrijednosti koje se navode u literaturi. Jasne Kondo značajke kod slitina sistema $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ opažene su samo za niske koncentracije Yb (do $x=0.2$) i to samo u električnom otporu. Pokazujemo da matrica YInCu_4 ima svojstva kompenzirajućeg polumetala, a time i objašnjavamo zašto ne opažamo Kondo efekt u termostruji. Osim toga, pokazujemo da u cijelom koncentracijskom području imamo mješavinu Yb^{+3} i Yb^{+2} iona. Istraživali smo i magnetski odziv valentno-fluktuirajućeg spoja YbInCu_4 razrijeđenog itrijem. Zamjena magnetskog iterbija u YbInCu_4 nemagnetskim itrijem dovodi do iščezavanja valentnog faznog prijelaza, pa se visokotemperaturna faza karakterizirana lokalnim magnetskim momentom (LM) proteže se sve do najnižih mjerenih temperatura. Susceptibilnosti LM faze $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ za sve koncentracije $x < 0.70$, skaliraju se iznad 6 K po jedinstvenoj krivulji koja se podudara s onom za stehiometrijski, $x=1$, spoj. Stoga zaključujemo da dopiranje itrijem ne mijenja bitne karakteristike LM faze. To nam omogućuje studiju LM faze na niskim temperaturama gdje su efekti kristalnog polja izraženiji, a na temelju kojih je moguće izračunati energetske nivoe kristalnog polja. Istraživanja $\text{YbIn}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Cu}_4$ sistema slitina za $x > 0.5$ daju niz neočekivanih ponašanja, koje smo djelomično prikazali u radu III i koje ćemo detaljnije obraditi u radovima u pripremi. Oko tri mjeseca ispitivali smo nove uzorke sistema slitina $\text{Yb}_x\text{Lu}_{1-x}\text{Al}_3$ napravljene u Los Alamosu za koje pretpostavljamo da bi bili dobri termoelektrici. Međutim pokazalo se da uzorci još nisu dovoljno kvalitetni.

Vežano uz mogućnost primjene materijala koje proučavamo počeli smo ispitivati i mehanička svojstva (radovi: I4, I6, II2, II4, te dva rada poslana na ocjenu). Pokazali smo da u $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$ sistemu slitina koncentracijska ovisnost Vickersove mikrotvrdoće odražava promjenu elektronskih svojstava toga sistema. Treba napomenuti da je teško uočiti vezu između mehaničkih svojstava i elektronske strukture, pa je taj rad time veoma interesantan i značajan.

Zbog otvorene 5f orbitale očekuje se da uran otopljen u nemagnetskoj matrici pokazuje Kondo efekt (rad: I3). Međutim pokazali smo da je Kondo interakcija slabija od RKKY interakcije, ako uran otopimo u YRu_2Si_2 , tako da je osnovno stanje ispitivanog sistema spinsko staklo.

U slučaju kolektivnih fenomena, 4f nesferičnost koja se razvija, rezultira deformacijom rešetke i novom periodičnošću naboja (rad: II). Deformacija rešetke može se mjeriti dilatometrijskim tehnikama, a za detekciju promjene gustoće naboja potrebna je mikroskopska proba: X-zrake. Za ilustraciju efikasnosti tih tehnika u detekciji 4f nesferičnosti, napravljena je studija NdMg u kolinearnoj i višeosnoj antiferomagnetskoj fazi.

Objavljeni radovi

1. M. Amara, S. E. Luca, R.M. Galéra, I. Aviani, J.F. Béar
Orbital degrees of freedom and ordering phenomena in a 4f system
J. Solid State Chem. 171 (2003) 69-75.
2. M. Očko, J. L. Sarrao, I. Aviani, Đ. Drobac, I. Živković, M. Prester:
Some anomalous properties of the $Yb_xY_{1-x}InCu_4$ alloy system
Phys. Rev. B. 68 (2003) 075102-1-7
3. M. Očko, J.-G.Park, Đ. Drobac, Z. Samardžija, K. Zadro:
Investigations of the spin-glass transition in a U low doped YRu_2Si_2 ,
J. Phys.: Condens. Matter 15 (2003) 4613-4621
4. M. Očko, J. L. Sarrao, N. Stubičar, I. Aviani, Ž. Šimek, M. Stubičar:
Microhardness of the $Yb_xY_{1-x}InCu_4$ alloy system: the influence of electronic structure on hardness
J. Phys.: Condens. Matter 15 (2003) 8719-8723

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. M. Očko, J. L. Sarrao, E. D. Bauer, Ž. Šimek
Unusual behaviour of the Kondo temperatures in $YbIn_{1-x}Ag_xCu_4$ ($x \geq 0.5$)
Proceedings of International Conference on Magnetism, 27 July-1 August
2003, Roma, Italy (poster)
2. M. Stubičar, M. Očko, N. Stubičar
Microhardness of some novel compounds and alloys
Proceedings of 6. Multinational Congress on Microscopy-European Extension-
Pula, Croatia, June 1-5, 2003, p.458 (poster)
3. I. Aviani, M. Očko, Ž. Šimek, J. L. Sarrao
Studija valentno-fluktuirajućeg $Yb_xY_{1-x}InCu_4$ sistema slitina
4. Znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Knjiga sažetaka str. 5, Zagreb
2003. (usmeno izlaganje)
4. M. Stubičar, M. Očko, N. Stubičar, Ž. Šimek, V. Bermanec, J. L. Sarrao
Plastic properties of the single crystal $Yb_xY_{1-x}InCu_4$ and $YbAg_yIn_{1-y}Cu_4$ alloy systems
4. Znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Knjiga sažetaka, str 101.,
Zagreb, 2003. (poster)

Kolaborativni projekti

Prošle godine prihvaćen je kolaborativni projekt "Kompleksni sistemi" pod vodstvom Dr. K. Biljaković u kojem sudjelujemo.

Međunarodna znanstvena suradnja:

1. *Thermodynamic and thermoelectric properties of heavy fermions,*
Project no. 7KRPJ065554, the Swiss National Science Foundation in Bern.
Prof. R. Monier, ETH, Zürich, Switzerland, Swiss
Dr. Veljko Zlatić - koordinator na našoj strani.
2. *Magnetism and superconductivity of complex systems*
Project no. 7KRPJ065631, the Swiss National Science Foundation in Bern.
Dr. D. Pavuna, Institut de Physique de la Matière Complexe, École Polytechnique

Fédérale de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland

Dr. Mladen Prester - koordinator na našoj strani.

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

I. Aviani, Magnetizam i jaki magneti (*popularno predavanje uz demonstracijske pokuse*), *3PIF-a, Tjedan Instituta za fiziku 15-17 siječnja 2003. –, Otvoreni dan, Zagreb 2003.*

I. Aviani, Magnetizam i jaki magneti, *predavanje uz pokuse za učenike i nastavnike, V Gimnazija, Zagreb, 07. 11. 2003.*

Ostalo

I. Aviani

član Organizacijskog odbora Tjedna Instituta zadužen za organizaciju Otvorenog dana Instituta, 2003.

Projekt primjene informacijskih tehnologija MZT-a, *Magnetizam- interaktivni moduli*; voditelj P. Pervan

Projekt e-škole: *Magnetizam i jaki magneti*

Nanostrukturne modulacije kompozitnih kristala i materijala (0035012)

Glavni istraživač: Dr Ognjen Milat, viši znanstveni suradnik

Suradnici: dipl. inž. Krešimir Salamon, znanstveni novak
Dr Pavo Dubček (konzultant)

Opis istraživanja:

Istraživane su nanostrukturne nehomogenosti u podpovršinskim slojevima monokristalnog silicija koje su inducirane implantacijom ionima kriprona, i helija (specifično odabranih doza implantacije: $0.5 - 2.10^{15}$, 2.10^{16} at/cm², i energija: 100, i 20 keV), te naknadno oblikovane i modificirane termičkim tretmanom (100 – 450°C). U slučaju implantacije kriptonom ustanovljeno je formiranje amorfnog sloja pod neznatno oštećenim slojem kristalnog silicija. U slučaju implantacije helijem nađeni su kritični uvjeti za formiranje stabilnih mjehurića (He-bubbles): u podpovršinskom području (130-210 nm) u kojemu se oštećenja aglomeriraju u nakupine od četiri i više vakancija. Pokazalo se da mobilnost atoma He na temperaturama iznad 200°C, formira planarni podpovršinski sloj koncentriranih defekata rešetke silicija, u kojemu se na temperaturi od 450°C stabiliziraju nakupine He-mjehurića, a kod zagrijavanja na 900°C preostaju praznine – cavities (čija je prisutnost od tehnološkog interesa).

Ispitivana je i kinetika rasta nanokristala CdS i US generiranih implantacijom pripadnih iona u podpovršinski sloj kvarca te naknadnom precipitacijom na temperaturama (1073 - 1273 K), i 1273 K.

Ustanovljeno je da veličina i broj precipitiranih nanokristalića ovise o uvjetima pripreme i termičkog tretmana: veće doze implantacije uzrokuju smanjenje izoliranih pravilnih nanokristalića koji predstavljaju „kvantne točke” (QD) zbog njihove aglomeracije u veće nepravilne nakupine.

Istraživana je i nanostruktura tankih filmova volfram karbida (WC_{1-x}) tehnikom rendgenske i elektronske difrakcije pod malim kutom.

Objavljeni radovi:

redovni radovi (u CC časopisima):

- 1) B. Pivac, O. Milat, P. Dubček, S. Bernstorff, F. Corni, C. Nobili, R. Tonini: Early stages of bubble formation in helium-implanted (100) silicon; *Physica Status Solidi A-Applied Research*. **198**, (2003) 29-37.

konferencijski radovi (u CC časopisima):

1. P. Dubček, N. Radić, O. Milat: Characterisation of grains in tungsten-carbon films; *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B-Beam Interactions with Materials & Atoms*, **200**, (2003) 329-32.
2. M. Buljan, K. Salamon, P. Dubček, S. Bernstorff, D. Desnica-Franković, O. Milat, U.V. Desnica: Analysis of 2D GISAXS patterns obtained on semiconductor nanocrystals; *Vacuum*, vol. **71**, (2003) 65-70

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. K. Šariri, Z. Stanić, N. Demoli, O. Milat, V. Maštruko: *Toolmarks identification using SEM images in optical correlator*; The 6.MCM.EE, Pula, June 1-5. 2003
2. K. Salamon, O. Milat, N. Radić: *Crystal structure and nanostructure of b-WC1-x*; The 6.MCM.EE, Pula, June 1-5. 2003
3. Milat, N. Demoli, L. Righi, A. Migliori, G. Calestani: *Thickness dependent imaging of atomic columns in CaxCuO2 composite crystal*. The 6.MCM.EE, Pula, June 1-5. 2003
4. K. Salamon: *Istraživanje nanometarskih struktura raspršenjem X-zračenja pod malim kutom*, Tjedan IF 2003, Zagreb, 15-17. siječnja 2003
5. Milat: *Rendgenografija kompozitnih materijala - strukturna karakterizacija koštanog tkiva*, Tjedan IF 2003, Zagreb, 15-17. siječnja 2003
6. *New developments in nanostructured materials – synthesis, characterization, functionality*, Autumn School 2003 on Advanced Materials Science and Electron Microscopy Institute of Physics of the Humbolt University of Berlin, Sept. 27th – October 1st, 2003,
7. O. Milat (pozvano predavanje): *Nanosize modulation in complex composite crystals*, Autumn School 2003 on Advanced Materials Science and Electron Microscopy
8. Krešimir Salamon, Ognjen Milat, Nikola Radić: *Electron diffraction and microscopy study of hydrocarbon film W-C:H*, Autumn School 2003 on Advanced Materials Science and Electron Microscopy

Međunarodna znanstvena suradnja:

Elektronska kristalografija lokalno koreliranih sistema; Dr. Ognjen Milat, Prof. G. Calestani, Università di Parma, Parma, Viale Sci. I-43100 Parma, Italia

Ostalo

Milat: Suvremene mogućnosti opažanja atoma i molekula, na Seminaru za voditelje županijskih stručnih vijeća iz fizike, Makarska 22-23. travnja 2003.

TOPLINSKA SVOJSTVA SPECIFIČNO UREĐENIH SUSTAVA (0035013)

Glavni istraživač: Dr. sc. Ana Smontara

Suradnici: Dr. sc. Ante Bilušić, viši asistent
Dipl. Inž. Mirta Herak, mlađi asistent (do 19. svibnja 2003.)
Dipl. Inž. Željko Bihar, mlađi asistent (od 8. rujna 2003.)

Opis istraživanja

Rezultati naših istraživanja u protekloj godini predstavljaju nove prodore u području fizike niskodimenzionalnih sistema s pojavom supravodljivosti, kvantnih spinskih sustava te kvazikristala.

Istraživana je toplinska vodljivost monokristala heksagonske simetrije NbSe₂ u baznoj ravnini u ovisnosti o magnetskom polju, orijentiranom duž i okomito na c-os, na nekoliko temperatura ispod temperature supravodljivog prijelaza. Kod magnetskog polja u baznoj ravnini i polja orijentiranog paralelno na toplinski tok, i u magnetskom polju ispod H_{c2}, uočeno je histeretično ponašanje karakteristično za fazni prijelaz prve vrste. Prijelaza nema u slučaju da je polje u smjeru bazne ravnine, ali orijentirano okomito na smjer toplinskog toka. Uzrok pojave kao i priroda uočenog faznog prijelaza nisu još razjašnjeni.

Proučavana je toplinska vodljivost bakar-telurida stehiometrijske formule Cu₂Te₂O₅Cl_{2-x}Br_x koji spadaju u klasu kvantnih spinskih sustava. Hlađenjem monokristala bakar-telurida na temperature niže od temperature faznog prijelaza (između 10 K i 18 K), toplinska se vodljivost počinje naglo povećavati, razlog kojega još nije do kraja definiran: je li riječ o naglom nestanku mehanizama raspršenja fonona na magnetskom podsustavu (kao kod CuGeO₃, SrCu₂(BO₃)₂ ...) ili o stanju novog mehanizma vođenja topline (Sr₁₄Cu₂₄O₄₁ i Cu₃B₂O₆) ili pak o nečem trećem? Analiza rezultata je u tijeku.

Različite kvazikristalne faze, posebice ikozaedarske i dekadonalne, koje su najčešće uočene u Al-spojevima, u faznom dijagramu su okružene periodičnim fazama sličnog sastava koje nazivamo aproksimantima. Nekoliko aproksimanata je otkriveno i u sistemu Al-Cr-Fe, a karakteristično je da posjeduju vrlo velike jedinične ćelije. Istraživali smo električnu i toplinsku vodljivosti različitih faza Al-Cr-Fe skupine (suradnja s projektom 0035008). Otpornost aproksimanta pokazuje mali negativni temperaturni koeficijent poput metalnih stakla ili kvazikristala, dok otpornosti □-faze i (i+□)-faze pokazuju pozitivan temperaturni koeficijent. Razmjerno mala veličina jedinične ćelije, □-faze i (i+□)-faze čini istraživane legure sličnije periodičkim strukturama. Toplinska vodljivost, Al-Cr-Fe faza, može se konzistentno analizirati uzimajući u obzir tri kanala vođenja topline: elektronski, fononski i lokaliziranih fononskih stanja.

Objavljeni radovi

redovni rad u CC časopisu

1. J. Dolinšek, P. Jeglič, P. McGuinness, Z. Jagličić, A. Smontara, E. Tabachnikova, V. Bengus *Magnetic and electrical investigations of Fe_{85-x}Co_xBe₁₅ metallic glasses* Applied Physics A, 78 (2003) 1 (7).

2. V. Sologubenko, I. L. Landau, H. R. Ott, A. Bilušić, A. Smontara, H. Berger
Unusual magnetic field-induced phase transition in the mixed state of superconducting NbSe₂
Phys. Rev. Lett. 91, (2003) 197005 (4).

Stručni radovi

A. Smontara, *Nikola Tesla-izumitelj i vizionar*, 19. ljetna škola mladih fizičara - Zbornik, M. Požek (ur.), Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, 2003 (5 stranica).

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Ante Bilušić, Jagoda Lukatela, Ana Smontara, *Nove klase termoelektričkih materijala*, 3P IF-a, Institut za fiziku, Zagreb, siječanj, 2003., predavanje.
2. Ante Bilušić, Mirta Herak, Ana Smontara, *Transport topline u novim kvazikristalnim materijalima*, 10. međunarodni znanstveni sastanak Vakuumska znanost in tehnika, Brdo pri Kranju, Slovenija, 22. svibnja 2003., predavanje.
3. Ana Smontara, Ante Bilušić, Zvonko Jagličić, Janez Dolinšek, Helmuth Berger, *Anomalous thermal conductivity of single crystal Cu₂Te₂O₅Cl₂*, NMR and EPR of Broad-Line Solids, Portorož, Slovenia, 8-12. rujna 2003., poster.
4. Željko Bihar, Ante Bilušić, Jagoda Lukatela, Ana Smontara, *Transportna i magnetska svojstva aproksimirana Al-Cr-Fe*, Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, Hrvatska, 13-15. studenog 2003., poster.
5. Ana Smontara, Ante Bilušić, *Anomalno ponašanje toplinske vodljivosti bakar-telurida Cu₂Te₂O₅Cl₂*, Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, Hrvatska, 13-15. studenog 2003., predavanje.
6. Ante Bilušić, Ana Smontara, *Niskotemperaturna atomska dinamika kvazikristala: kristal ili staklo?*, Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, Hrvatska, 13-15. studenog 2003., predavanje.

Međunarodna znanstvena suradnja

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

Neposredna suradnja

1. A. Bilušić i A. Smontara (IF) i L. Forro i H. Berger (Institut de la Physique de la Matière Complexe, EPFL, Lausanne, Švicarska) suradnja je u okviru projekta « *Materials with Novel Electronic Properties (MANEP)* » financiranog od Swiss National Science Foundation.
2. 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.
3. A. Bilušić i Z. Jagličić, Institut za matematiku, fiziku in mehaniku, Ljubljana, Slovenija
4. A. Smontara i P. C. Canfield, Ames Laboratory and Department of Physics and Astronomy, Iowa State University, Iowa, SAD

5.A. Bilušić i A. Smontara (IF) i H. R. Ott i A. Sologubenko (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Höggerberg, Zürich, Švicarska)

Sudjelovanje u nastavi:

dodiplomska nastava

A. Bilušić

Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja, vježbe, 2 semestar 2002/2003.

Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja, vježbe, 1 semestar 2003/2004.

doktorski rad

Ante Bilušić, "*PROUČAVANJE PROCESA TOPLINSKOG TRANSPORTA U KVAZIKRISTALIMA, NISKODIMENZIONALNIM SISTEMIMA I FULLERENIMA*", PMF, Sveučilište u Zagrebu, 25.04.2003. (mentor dr. sc. A. Smontara)

Ostalo

A. Smontara,

-urednica za fiziku Matematičko-fizičkog lista od 1998.

-članica Organizacionog odbora 19. ljetne škole mladih fizičara, Vela Luka, 22-26. 06.2003.

-članica organizacionog odbora 10. međunarodnog znanstvenog sastanka Vakuumska znanost in tehnika, Brdo pri Kranju, 22. 05. 2003.

A. Bilušić

-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

U suradnji s kolegama unutar Instituta, kao i okviru naše međunarodne suradnje nastavili smo s ispitivanjem nanocjevčica, sistema s valovima gustoće (VG) naboja (VGN) i spina (VGS) i sistema sa spinskim ljestvicama koji pokazuje postojanje VGN. Započeli smo i s ispitivanjem sistema mješane valencije $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$.

Objavljene su dvije publikacije na ispitivanju niskotemperaturnog toplinskog kapaciteta jednostjenčanih nanocjevčica baziranih na ugljiku [4,5] (neposredne suradnje 1. i 3.). Pokazalo se da je mjerenje toplinskog kapaciteta veoma dobra tehnika za karakterizaciju nisko-energetskih vibracionih pobuđenja u energetskom području ispod 2meV [4]. Osim toga, veoma je osjetljivo na stanja adsorbiranog plina, posebno He^4 [5]. Ustanovili smo da su elastička svojstva u dvije vrste materijala s različitim brojem nanocjevčica u snopićima bitno ovisna o veličini snopića te da se mogu detektirati intrinzični defekti nanocjevčica u vidu jakog doprinosa lokaliziranih pobuđenja. Pokazali smo da toplinski kapacitet (C_p) koji je izuzetno osjetljiv na adsorbirani helij može dati informacije o dimenzionalnosti adsorbata. Po prvi puta je dobivena eksperimentalna potvrda za postojanje 1D He atoma lokaliziranih unutar intersticijskih kanala ili žljebova na omotaču snopića [5]. Nastavlja se ispitivanje «faznog dijagrama» adsorbiranog helija u ovisnosti o topologiji materijala (prvenstveno o broju nanocjevčica u snopićima) i količini samog helija (u granici malih gustoća). Istovremeno ispitujemo visokotemperaturnu manifestaciju adsorpcije drugih vrsta plinova.

Nastavljena su ispitivanja VG sistema u magnetskom polju (CNRS projekt 1. i neposredna suradnja 1.). Nakon objavljivanja dva rada iz te tematike u protekloj godini [1,6] na VGS sistemu $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$, nastavili smo s ispitivanjem anorganskih VGN sistema, $\text{Rb}_{0.3}\text{MoO}_3$, $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$ i o-TaS₃. Pokazalo se da uz proučavani VGS sistem, koji ima maksimum u ovisnosti toplinskog kapaciteta o magnetskom polju, $C_p(H)$, na $H=0.2$ T, i anorganski VGN sistem o-TaS₃ ima prijelaz za mala magnetska polja ($H=0.1$ T). Uz to, magnetska susceptibilnost tog sistema ukazuje da se radi o neuređenom spinskom lancu (suradnja s projektom 0035010), što daje nove smjernice za teoretsko razmatranje tih niskoenergetskih pobuđenja [2]. Dodatnu karakterizaciju tih stanja nastavljamo ispitivanjem termostruje (suradnja s projektom 0035011) i ESR (neposredna suradnja 2.) te transportnih nelinearnih svojstava i dielektričnog odziva (regionalni projekt 3.)

Dalje se ispituje C_p sistema sa spinskim ljestvicama $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$, a započeto je mjerenje C_p sistema mješane valencije $\text{Yb}_x\text{Y}_{1-x}\text{InCu}_4$, kao i transportnih svojstava (nelinearnost i termički stimulirani izboj) organskih sistema $(\text{TMTTF})_2\text{X}$ s fero-električkim osnovnim stanjem.

U okviru interdisciplinarnih aktivnosti formalizirali smo suradnju kroz kolabo-rativni projekt «Obrasci kompleksnosti i njihova primjena» i objavili prve zajedničke radove ([3] i rad s rektorovom nagradom - studentica fizike i student šumarstva).

Objavljeni radovi

redovni rad u CC časopisu

1. S. Sahling, J. C. Lasjaunias, K. Biljaković, and P. Monceau
Magnetic field influence on the low temperature heat capacity and heat release of $(TMTSF)_2PF_6$,
J. of Low Temp. Phys. **133**, (2003) 273 (22)
2. K. Biljaković, M. Miljak, D. Starešinić, J.C. Lasjaunias, P. Monceau, H. Berger, F. Levy
Fractional power law susceptibility and specific heat in low temperature insulating state of $o-TaS_3$,
Europhys. Lett. **62**, 4; (2003) 500 (5)
3. J. C. Lasjaunias, K. Biljaković, P. Monceau, and J. L. Sauvajol
Low-energy vibrational excitations in carbon nanotubes studied by heat capacity,
Nanotechnology **14**, (2003) 998 (6)
4. J. C. Lasjaunias, K. Biljaković, J. L. Sauvajol and P. Monceau
Evidence of 1D Behavior of He_4 Confined within Carbon-Nanotube Bundles
Phys. Rev. Lett. **91**; (2003) 025901(1-4)
5. J. C. Lasjaunias, S. Sahling, K. Biljaković and P. Monceau
Long-time heat release in the quasi-1D conductor $(TMTSF)_2PF_6$ at low temperatures
J. of Low Temp. Phys. **130**, 1-2; (2003) 25 (18)

ostali radovi

- K. Biljaković, D. Nestić, and B. Podobnik
Raspodjela dohotka u Hrvatskoj u svjetlu zakona statističke fizike,
Financijska teorija i praksa **2**, (2003) 213 (10)

Međunarodna znanstvena suradnja

1. *L'origin et la nature de la transition vitreus dans l'état de base des ondes de densite de charge ou de spin*
Projekt bileratne (CNRS) suradnje:
Dr. K. Biljaković i dr. P. Monceau, CRTBT, CNRS, Grenoble, Francuska
2. *Proizvodnja i ispitivanje novih sistema nanocjevčica*
Bilateralna suradnja sa Slovenijom:
Dr. K. Biljaković i dr. D. Mihailović, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija
3. *Microwave response of new materials with complex charge modulation*
Regional project Bavarska – R. Hrvatska
Dr. K. Biljaković i prof. P. Lunkenheimer, Experimentalphysik V,
Universität Augsburg, Njemačka

Neposredna suradnja

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

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. K. Biljaković: *New landscape of density wave systems: DW glasses* pozvano predavanje na «*Theory of Quantum Transport in Metallic and Hybrid Nanostructures*», NATO Advanced Research Workshop, August 24-29, 2003, St Petersburg (Russia)- <http://www.ioffe.rssi.ru/QT/>
2. J. C. Lasjaunias, S.Sahling, K.Biljakovic, P.Monceau: *Unusual magnetic field-induced transition in the low temperature ($T < 1K$) SDW ground state of $(TMTSF)_2PF_6$* , poster na «*The Fifth International Symposium on Crystalline Organic Metals, Super-conductors and Ferromagnets - ISCOM 2003*», September 21-26, 2003, Porte Bourgenay (France)
3. J. C. Lasjaunias, K.Biljakovic, P.Monceau and J. L. Sauvajol: *Low-energy vibrational excitations in carbon nanotubes studied by heat capacity*, pozvano predavanje na International Conference "Euromat" - 200" September, 2003, EPFL, Lausanne (Swiss)
4. D. Starešinić: *Zašto (i dalje) istražujem sisteme s valovima gustoće naboja* izlaganje na Tjednu Instituta za fiziku 15.-17. siječnja 2003.
5. D. Starešinić: *Temperaturna histereza u svojsvima zapinjanja vala gustoće naboja* poster na 4. Znanstvenom sastanku Hrvatskog fizikalnog društva 13.-15. studenog 2003.

Ostalo

K. Biljaković,

- koordinator kolaborativnog projekta «Obrasci kompleksnosti i njihova primjena»
studentski rad s Rektorovom nagradom

R. Rosavec i M. Plodinec, 2003. «Možemo li predvidjeti širenje šumskih požara?»,
(mentori: Ž. Španjol, Šumarski fakultet i K. Biljaković, Institut za fiziku)

Sistemi reducirane dimenzionalnosti: od organskih sintetskih do biomaterijala (0035015)

Glavni istraživač:

Dr.sc. Silvia Tomić, znanstveni savjetnik

Suradnici:

Dr.sc. B.Hamzić, viši znanstveni suradnik

Dr.sc. M.Pinterić, znanstveni novak**

Dipl.ing. T.Vuletić, znanstveni novak*

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

Opis istraživanja

Istraživanja odgovora naboja podsistema ljestvica kvazi-1D kuprata $Sr_{14-x}Ca_xCu_{24}O_{41}$, otkrila su postojanje kolektivnog zasjenjenog moda vala gustoće naboja (VGN) i u smjeru prečkica ljestvica (a ne samo u smjeru ljestvica) za $x=0, 3$ i 6 . Za $x=8$ i 9 , VGN duž prečkica nestaje, te ostaje samo VGN u smjeru ljestvica. Mjerenja anizotropije vodljivosti su pokazala anizotropiju reda veličine 10 unutar ravnina ljestvica na svim temperaturama za $x \leq 8$, dok $x=9$ sistem postaje više jedno-dimenzionalan na niskim temperaturama (suradnja sa M.Dressel, Sveučilište Stuttgart). Izgrađena je nova varijanta komore za mjerenje kompleksne vodljivosti uzoraka bio-materijala u tekućoj fazi koja je umanjila probleme na visokim frekvencijama, izvršena su test mjerenja potrebna za karakterizaciju komore, test mjerenja destilirane vode te mjerenja Na-DNA različitih koncentracija u destiliranoj vodi. Komora združena sa preciznim analizatorom impedancija Agilent 4294A, omogućava mjerenja u frekventnom području 10 Hz – 100 MHz te u području temperatura -20 do +60 °C.

Započeli smo istraživanja dinamičkih svojstava genomske DNA te istraživanja koloidnih suspenzija biljnih polifenola tanina sa primjenom na starenje crnog vina. Izvršena su mjerenja na (a) uzorcima Na-DNK, izolirane iz lososovih testisa, otopljene u destiliranoj vodi, u rasponu koncentracija 0.059 – 10 mg/ml i na (b) uzorcima tanina, izoliranih iz koštica grožđa, srednjeg stupnja polimerizacije 8.6, otopljenih u hidro-alkoholnom otapalu, u rasponu koncentracija 0.6 – 6 mg/ml (suradnja sa J.U.von Schütz, Sveučilište Stuttgart; L.Griparić, UCLA; S.Dolanski Babić, Medicinski fakultet Zagreb; S.Krča i D.Ivanković, IRB; D.Zanchi, Université Paris VII).

Rezultate istraživanja tenzora otpornosti organskog vodiča $(TMTSF)_2PF_6$ upotpunili smo detaljnim istraživanjem Hallovog efekta (suradnja sa A.Hamzić, M.Basletić, E.Tafra Fizički odsjek, PMF, Sveučilište u Zagrebu; K.Maki, University of Southern California, SAD). Ustanovili smo da prethodno predloženo objašnjenje pojave nekonvencionalnog vala gustoće spina, koji bitno modificira energetski spektar kvazičestica, daje konzistentan opis tenzora vodljivosti. Rezultati detaljnih istraživanja anizotropije magnetootpora organskog vodiča α - $(BEDT-TTF)_2KHg(SCN)_4$ objašnjeni su pomoću novog teoretskog modela o nekonvencionalnom valu gustoće naboja na $T < 8K$. Istraživanja visokotemperaturne faze organskih vodiča, koja su potaknuta potragom za promjenama u fizikalnim svojstvima koje bi se mogle povezati sa 1D \rightarrow 2D dimenzionalnim prijelazom iz Luttinger-liquid (LL) u koherentno Fermi-liquid (FL) ponašanje, nastavili smo nakon $(TMTSF)_2ReO_4$ i mjerenjima transportnih svojstava na više anizotropnom sistemu $(TMTTF)_2AsF_6$ (suradnja sa M.Dressel, Sveučilište Stuttgart). Dobiveni rezultati, posebno Hall efekta (gdje smo ustanovili znatnu redukciju broja nosioca naboja), ukazuju na postojanje visoko-temperaturnog režima, ali samo u $(TMTTF)_2X$ spojevima, gdje se elementi 1D LL obilježja pojavljuju u transportnim svojstvima.

Objavljeni radovi

redovni radovi u CC časopisima

1. T.Vuletić, B.Korin-Hamzić, S.Tomić, B.Gorshunov, P.Haas, T.Rôôm, M.Dressel, J.Akimitsu and T.Nagata, *Suppression of the charge-density wave state in $Sr_{14}Cu_{24}O_{41}$ by calcium doping*, Phys.Rev.Lett.**90**, (2003) 257002 (1-4).
2. T.Vuletić, B.Korin-Hamzić, S.Tomić, B.Gorshunov, P.Haas, M.Dressel, J.Akimitsu, T.Sasaki and T.Nagata, *Variable-range hopping conductivity in the copper-oxygen chains of $La_3Sr_3Ca_8Cu_{24}O_{41}$* , Phys.Rev.**B67**, (2003) 184521 (1-4).
3. M.Pinterić, T.Vuletić, M.Lončarić, K.Petukhov, B.Gorshunov, J.U.von Schütz, S.Tomić and M.Dressel, *Mott-Peierls phase in deuterated copper-DCNQI systems: a comprehensive study of longitudinal and transverse conductivity and aging effects*, J.of Physics, Condensed Matter, **15**, 7351-7364 (2003).
4. B.Korin-Hamzić, E.Tafra, M.Basletić, A.Hamzić, G.Untereiner and M.Dressel, *Conduction Anisotropy, Hall Effect and Magnetoresistance of $(TMTSF)_2ReO_4$ at High Temperatures*, Phys.Rev.B **67**, 014513 (2003)
5. K. Maki, B.Dóra, M.Kartsovnik, A.Virosztek, B.Korin-Hamzić, M.Basletić, *Unconventional charge-density wave in the organic conductor α - $(BEDT-TTF)_2KHg(SCN)_4$* , Phys. Rev. Lett **90**, 256402 (2003).

Konferencijski radovi u CC časopisima

6. S.Tomić, M.Pinterić, M.Prestor, Đ.Drobac and K.Maki, *Genuine superconducting ground state in κ - $(BEDT-TTF)_2Cu[N(CN)_2]Br$: an understanding after decade of controversy*, Synthetic Metals **137/1-3** (2003) 1327-1329.
7. B.Korin-Hamzić, E.Tafra, M.Basletić, A.Hamzić, G.Untereiner and M.Dressel, *Conduction Anisotropy, Hall Effect and Magnetoresistance of $(TMTSF)_2ReO_4$ at High Temperatures*, Synthetic Metals **137/1-3**(2003)1323-1324

Konferencijski radovi u Zbornicima konferencija

8. 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 (2003) 231-236.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. S.Tomić, M.Pinterić, and K.Maki, *Influence of internal disorder on the superconducting state in the organic layered superconductors κ - $(BEDT-TTF)$* , International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets (ISCOM 2003), Port-Bourgenay, Francuska, 21 – 26 rujna 2003 (predavanje).
2. M.Pinterić, T.Vuletić, S.Tomić, *Properties of Mott-Peierls insulating phase in deuterated copper-DCNQI systems*, 39th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials (MIDEM'03), Ptuj, Slovenia, 1 - 3 listopada 2003 (predavanje).
3. T.Vuletić, M.Vukelić, K.Radmanović and S.Tomić, *Komora za mjerenje kompleksne vodljivosti uzoraka biomaterijala u tekućoj fazi*, 3. znanstveni sastanak hrvatskih biofizičara, Zagreb, 13 lipnja 2003 (predavanje).

- 4.S.Tomić, T.Vuletić, S.Dolanski Babić, S.Krča, D.Ivanković, L.Griparić, D.Zanchi, A.Vernhet and C.Poncet-Legrand, *Dielektrična spektroskopija biomaterijala*, Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 13 – 15 studeni 2003 (predavanje)
- 5.T.Vuletić, T.Ivek, B.Korin-Hamzić and S.Tomić, *Fazni dijagram quasi-1D kuprata $Sr_{14-x}Ca_xCu_{24}O_{41}$* , Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 13 – 15 studeni 2003 (predavanje i poster).
6. 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: $(TMTSF)_2ReO_4$ vs. $(TMTTF)_2AsF_6$* , International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets (ISCOM 2003), Port-Bourgenay, Francuska, 21 – 26 rujna 2003 (predavanje).
7. E.Tafra, B.Korin-Hamzić, M.Basletić, A.Hamzić i M.Dressel, *Hallov efekt u normalnoj fazi organskih vodiča: $(TMTSF)_2ReO_4$ vs. $(TMTTF)_2AsF_6$* , Četvrti znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 13 – 15 studeni 2003.

Održani seminari

1. T.Vuletić, *Fazni dijagram quasi-1D kuprata $Sr_{14-x}Ca_xCu_{24}O_{41}$* , Institut za fiziku (svibanj 2003).

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti

1. *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. *Frequency-dependent conductivity of commensurate density waves in organic metals: a search for the pinned mode* (DFG projekt 436 KRO 113/5/0-1), nosioc: S.Tomić
partner u inozemstvu: M.Dressel, 1.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

Neposredna suradnja

- 1.zajednička istraživanja sa prof.A.Hamzić i mr.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 grupom dr.sc M.V.Kartsovnik, Garching, Njemačka
- 4.zajednička istraživanja sa prof. M.Dressel, 1.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart
5. zajednička istraživanja sa dr.sc.D.Zanchi, Université Paris VII, Paris, Francuska

Sudjelovanje u nastavi

Diplomski, magistarski, doktorski radovi

1. M.Pinterić, *Electronic properties of the superconducting and density wave phases in organic anisotropic materials*, PMF Sveučilište u Zagrebu, doktorski rad, 14 ožujka 2003 (voditelj: dr.sc. S.Tomić).
2. M.Basletić, *Galvanomagnetska svojstva anizotropnog organskog vodiča $(TMTSF)_2PF_6$* , PMF Sveučilište u Zagrebu, doktorski rad, 17. listopada 2003. (voditelj: dr.sc. B.Hamzić).

Gostovanja vanjskih suradnika

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

3.Prof. S.Haas (srpanj 2002)

Dept.of Physics and Astronomy University of Southern California, Los Angeles, California, USA

4. Dr.L.Griparić (srpanj 2003).

Dept. of Biological Chemistry, UCLA School of Medicine, Los Angeles, USA

Elektronska svojstva nano-strukturiranih materijala i površina (0035016)

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

Suradnici: Dr. sc. Petar Pervan, viši znanstveni suradnik
Dr. sc. Marko Kralj, viši asistent

Opis istraživanja

U okviru projekta završena su istraživanja strukture 5×1 rekonstruirane $V(100)$ površine [1]. Završena je studija strukture ultra tankih srebrnih filmova na $V(100)$ površini metodom skenirajuće tunelirajuće mikroskopije (STM) i modeliranjem u okviru density functional (DF) pristupa [2]. Kvantizacija d stanja u tim filmovima opisana je u [3].

Rad na projektu nastavljen je 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 -vrpca podloge, t.j., $V(100)$ površine.

Nastavljena su istraživanja razvoja elektronskih vrpca d - simetrije u ultratankim slojevima metala na metalnim podlogama. Modelni sistemi su bili srebrni filmovi na $Pd(111)$ i $Cu(100)$. Započeta su istraživanja oksidacije $Ni(110)$ površine sa ciljem definiranja postupka stvaranja sloja Al_2O_3 na toj površini. Naime, očekuje se da će u određenim uvjetima naparavanje Al na oksidiranu površinu dovesti do formiranja Al oksida i to u formi dvosloja koji potom treba služiti kao podloga za rast metalnih klastera. Ova istraživanja su dio suradnje sa Institutom za fizikalnu i teorijsku kemiju u Bonnu (Prof. Wandelt) [1,2].

U okviru suradnje sa Institutom za metale u Ljubljani (dr. Jenko) [1] istraživali smo uvjete za dobivanje ultratankih slojeva selena [4] kao i elektronska svojstva i sastav oksidnih slojeva legure indija i kositra [5].

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

Posebno treba istaknuti suradnju sa Institutom Ruđer Bošković (dr. Brako) koja nam je omogućila jaku interakciju sa teoretičarima koji koristeći density functional formalizam modeliraju neke od sistema koje mi eksperimentalno istražujemo [2].

Objavljeni radovi: redovni rad u CC časopisu

1. M. Kralj, P. Pervan, M. Milun, K. Wandelt, D. Mandrino, M. Jenko, *HRAES, STM and ARUPS study of (5×1) reconstructed $V(100)$ surface* Surface Sci. 526 (2003) 166-176
2. M. Kralj, P. Pervan, M. Milun, P. Lazić, Ž. Crljen, R. Brako, J. Schneider, A. Rosenhahn and K. Wandelt, *Tetragonal silver films on $V(100)$: experimental and ab initio studies* Phys. Rev. B, 68 (2003) 195402 (8)
3. M. Kralj, P. Pervan, M. Milun, T. Valla, P. D. Johnson, D. P. Woodruff, *d -quantum well states in ultra thin silver films on $V(100)$* Phys. Rev. B 68 (2003) 245413 (8)
Selected for the Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology 8(26) (2003)

konferencijski rad u CC časopisu

4. Dj. Mandrino, M. Milun and M. Jenko,
UHV Se evaporation source: r.t. deposition on a clean V(110) surface
Vacuum, 71 (2003) 267-271

5. M. Jenko B. Erjavec and M. Milun,
High resolution AES analysis and imaging of In₂₀Sn₈₀ oxidized surfaces using field emission Auger microprobe
Vacuum, 71 (2003) 19-25

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. M. Kralj,
STM - proba energetski razlučivih Friedelovih oscilacija na površini, January 15-17,
Conference of the Institute of Physics, Zagreb TALK

2. M. Kralj
High-resolution photoelectron spectroscopy,
22nd May, 10th International Meeting of Croatian and Slovenian Vacuum Societies, Brdo pri
Kranju INVITED TALK

3. M. Kralj, P. Pervan, M. Milun, D. Mandrino, M. Jenko, K. Wandelt *SEM-HRAES and STM study of (5x1) reconstructed V(100)*, 1-5 June, 6th Multinational Congress on Microscopy - 6MCM, Pula TALK

4. M. Kralj, P. Lazić, Ž. Crljen, R. Brako, P. Pervan, M. Milun *Hybridisation effects in Ag/V(100) probed by STM*, 12th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy - STM'03, Eindhoven POSTER

5. M. Kralj, P. Pervan, M. Milun
Hybridisation effects in Ag/V(100) quantum well system,
22nd European Conference on Surface Science - ECOSS 22, Praha TALK

Kolaborativni projekt

Nanoznanosti: put u nove tehnologije
koordinator M. Milun

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti:

Rekonstrukcija metalnih površina, Hrvatsko-Slovenska suradnja, voditelji projekta P. Pervan i Dj. Mandrino (IMT, Ljubljana)

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
Université de Cergy-Pontoise, dr. Vita Ilakovac

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

Doktorat

Marko Kralj, **Electron states in ultra thin silver films on (100) vanadium surface**, PMF, Sveučilište u Zagrebu, travanj.2003.

(voditelj: Petar Pervan)

Diplomski rad

Damir Rister “ Istraživanje strukture V(100)5x1 površine metodom tunelirajuće mikroskopije”

Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (2003)

(voditelj: Petar Pervan)

Seminari

M. Milun

Klub Humboldtovaca, Beograd, 24.9.2003

Institut za fizikalnu i teorijsku kemiju – Bonn,

P. Pervan

Institut za fizikalnu i teorijsku kemiju – Bonn,

M. Kralj

Interfaces: unavoidable tailors of QW's properties

Institut za fizikalnu i teorijsku kemiju – Bonn, 28.11. 2003

Ostalo

M. Milun

Koordinator kolaborativnog projekta "Nano-znanosti: put u nove tehnologije"

Član Međunarodnog programskog odbora 10. Konferencije o materialih in tehnologijah,

Portorož, 13-15. 11. 2003

P. Pervan

Član programskog odbora

“XI susreta vakuumista Hrvatske i Slovenije” *Brdo pri Kranju 22 svibnja 2003*

Član organizacijskog odbora “Executive Council Meeting of IUVSTA”, Dubrovnik, Croatia, Rujan 19-21, 2003

Član izdavačkog savjeta časopisa VACUUM, Elsevier

Organizator i moderator okruglog stola “Znanost i obrazovanje” na prvom Festivalu znanosti, Zagreb, 2003-09-08

Član “Regional Expert Council of COSENT NETWORK (South-East European Network on NANO - Science and Technologies: Nanostructured Materials and Devices)

Voditelj informatičkog projekta “Magnetizam – interaktivni moduli” Ministarstva znanosti i tehnologije

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

Opis istraživanja:

U članku 1.) istraženo je kako linearno i nelinearno vezanje projektila na fononsko polje površine kristala utječe na emisiju fonona prilikom neelastičnog raspršenja atoma na kristalnim površinama. Nađeno je da su multifononski efekti dominantno uzrokovani linearnim vezanjem, protivno nekim dosadašnjim predviđanjima.

U članku 2.) analizirane su disperzije površinskih fonona mjerene u eksperimentima raspršenja atoma He na monoslojevima atoma Xe adsorbiranim na (110) površini bakra. Neobično "mekšanje" lateralnih Xe-Xe interakcija ranije opaženih na Xe/Cu(111) i Xe/Cu(100) površinama posve različitih komenzurabilnosti potvrđene su i u sistemu Xe/Cu(110) sa miješanom komenzurabilnosti.

U članku 3.) kombiniran je pristup rješavanja difraktivnog raspršenja nisko-energetskih atoma na periodički uređenim površinama metodom vezanih kanala (CC metoda) sa opisom linearnog vezanja projektila na površinske fonone kako bi se dobila unificirana slika difrakcijskih spektara dobivenih mjerenjima raspršenja atoma He na monoslojevima atoma Xe adsorbiranih na grafitu. Taj rad je opširnije prikazan u članku 4.).

U članku 5.) nastavljeno je razmatranje ponašanja adsorbata u materijalima građenim od ugljikovih nanocijevi u aproksimaciji slabe pokrivenosti (uptake-a), gdje je polazna pretpostavka da se adsorbati u takvim režimima daju opisati kao neinteragirajući plin ili interagirajući plin u kojem se interakcije među adsorbatima mogu tretirati kao (mala) smetnja. Razmotren je utjecaj interakcija među adsorbatima na termodinamička svojstva materijala primjenom pristupa virijalnog razvoja termodinamičkih veličina (virijalni koeficijenti). U članku 6.) napravljen je detaljni proračun vibracijskih karakteristika (fonona) gusto pakiranih teških adsorbata (Xe) gdje su vibracije substrata (ugljikovih nanocijevi) uzete u obzir. U članku 7.) razmotrene su uređene strukture adsorbata na pojedinačnoj, izoliranoj ugljikovoj nanocijevi koje minimiziraju klasičnu potencijalnu energiju sistema. Definirana je simetrija takvih struktura i izračunata njihova vezivna energija. Članak 8.) predstavlja nastavak istraživanja ponašanja "bijele" svjetlosti u materijalima sporog nelinearnog optičkog odziva. Razmotreni su uvjeti za nastanak solitona u takvim materijalima.

Nastavljen je rad na analizi svojstava modela perturbiranog oscilatora čije je početno stanje karakterizirano statističkom raspodjelom (članak 9).

Započet je rad na istraživanju utjecaja fononskih stupnjeva slobode (phonon heat bath) na spektre desorpcije molekula CO₂ sa površina katalizatora.

Objavljeni radovi

redovni radovi u CC časopisu

1. A. Šiber and B. Gumhalter:

Linear versus nonlinear coupling effects in single-and multiphonon atom-surface scattering
Phys. Rev. Lett. 90,126103-1-126103- 4(2003)

2. C.Boas, M. Kunat, U. Burghaus, B. Gumhalter and C. Wöll :

Determination of the lateral Xe-Xe potential in a single xenon layer adsorbed on Cu(110) from surface phonon dispersion measurements

Phys. Rev. B 68, 075403(2003)

3. A. Šiber and B. Gumhalter:

Diffraction of He atoms from Xe monolayer adsorbed on the graphite (0001) revisited: the importance of multiple scattering processes

Surf. Sci. 529, L269-L274(2003)

4. A. Šiber and B. Gumhalter:

Interactions of He atoms with Xe plated graphite: unified treatment of scattering and adsorbate dynamics based on method of coupled channels

Prog. Surf. Sci. 74,375-388(2003)

5. A. Šiber:

Quantum virial expansion approach to thermodynamics of He-4 adsorbates in carbon nanotube materials: Interacting Bose gas in one dimension

Phys. Rev. B 67,165426(2003)

6. M.T. Cvitaš and A. Šiber,

Vibrations of a chain of Xe atoms in a groove in a carbon nanotube bundle

Phys. Rev. B 67,193401(2003)

7. A. Šiber:

Coating carbon nanotubes: Geometry of incommensurate long-range-ordered physisorbed monolayers

Phys. Rev. B 68,033406(2003)

8. H. Buljan, A. Šiber, M. Soljačić, T. Schwartz, M. Segev and D.N. Christodoulides:

Incoherent white light solitons in logarithmically saturable noninstantaneous nonlinear media

Phys. Rev. E 68,036607 Part 2(2003)

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. B. Gumhalter:

Pozvano predavanje na Workshopu: "*Ultrafast Surface Dynamics*"

Telluride, Colorado, USA (23-27 June, 2003).

2. B. Gumhalter:

Pozvano predavanje na konferenciji: "*Fundamental Interactions and Excitations in Confined Systems*",

ICTP, Trieste, Italy (11-15 Aug. 2003).

3. A. Šiber,

Predavanje na skupu Hrvatskog fizikalnog društva:

"*O adsorpciji plinova u ugljikovim nanocijevima, mikrotubulima, ananasima i katedrali u Durhamu*",

Zagreb, srpanj 2003. godine.

Održani seminari:

Antonio Šiber:

"*Quantum mechanics and thermodynamics of atoms physisorbed in carbon nanotube materials*",

Ruhr Universität Bochum, srpanj 2003.

B. Gumhalter:

"Femtosecond decoherence of quasiparticles in the states of surface image potential",
ICTP, Trieste, Feb. 2003.

"Multiphonon processes in atom-surface scattering: Manifestation of linear or nonlinear coupling"

Physik Department, TU München, Apr. 2003.

"Multiphonon processes in atom-surface scattering: Manifestation of linear or nonlinear coupling"

University of Pittsburg, USA, June 2003.

"Electronic structure of CO chemisorbed on Cu and d-transition metal surfaces: $2\pi^$ -resonance features"*

Hokkaido University, Sapporo, Japan, Sept. 2003.

"Energy transfer in scattering of atoms from surfaces",

Hokkaido University, Sapporo, Japan, Oct. 2003.

"Energy transfer in scattering of atoms from surfaces",

Osaka University, Osaka, Japan, Oct. 2003.

Međunarodna znanstvena suradnja:

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

Neposredna suradnja:

B. Gumhalter i Prof. T. Matsushima (Hokkaido University, Sapporo, Japan).

Ostalo

B. Gumhalter:

Član *Advisory Editorial Board of Surface Science.*

3. OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA

3.1. Seminari

Voditelj seminara: dr. sc. Slobodan Milošević, do 25.05.2003.
dr. sc. Ognjen Milat, od 26.05.2003.

- 18.12.2003. Davorka Azinović, Institute for Chemistry of Inorganic Materials, Technische Universität München
Photoluminescence from silsesquioxanes R₈(SiO_{1.5})₈
- 4.12.2003. Mr. Sci. Anto Bajo, Institut za javne financije, Katančićeva 5, 10000 Zagreb, Hrvatska
Financiranje visokog školstva i znanosti u Hrvatskoj - mogućnosti i ograničenja
- 25.11.2003. Prof. Dr. Eberhard Riedle, Lehrstuhl fuer BioMolekulare Optik, Sektion Physik Munchen, Germany
Real-time Investigation of Nuclear Motion During Primary Chemical Reactions in the Condensed Phase
- 17.11.2003. Dr Roland Hergenröder Institute of Spectrochemistry and Applied Spectroscopy, Bunsen-Kirchhoffstr. 11, Dortmund, Germany
Ultrashort laser pulse-matter interaction with intensities above the damage threshold
- 17.11.2003. Dr Vanja Margetić Institute of Spectrochemistry and Applied Spectroscopy, Bunsen-Kirchhoffstr. 11, Dortmund, Germany
Femtosecond lasers in material analysis
- 6.11.2003. Dr Andrej Zorko, Institut "Jožef Stefan". Ljubljana, Slovenija
Magnetic Properties of a Novel 2D Spin-gap System SrCu₂(BO₃)₂
- 4.11.2003. Dr Tanja Bizjak, Lehrstuhl für BioMolekulare Optik, Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität, Oettingenstr. 67, 80538 München, Germany
Femtosecond Spectroscopy of Electron Dynamics and Photoionization of Indole
- 16.10.2003. Zvonimir Šikić, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
Mathematics, physics and music - a case study
- 16.9.2003. Prof. Dr. Peter Hering, Institut für Lasermedizin, Universität Düsseldorf, and Research Center CAESAR, Bonn, Germany
Modern Laser applications in environmental and life sciences
- 23.7.2003. Stephan Haas, Department of Physics & Astronomy, University of Southern California, USA
Adaptive Quantum Design
- 10.7.2003. Tonica Valla, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY, USA
Spectral Properties of Systems Near Metal-Insulator Transition: One- and Two-Dimensional Cases
- 8.7.2003. Boris Sinkovic, University of Connecticut, U-3046 2152 Hillside Road, USA
Spectro-Microscopic Studies of NiO(001) films
- 17.6.2003. Minoru Takahashi, Institute of Solid State Physics, University of Tokyo, Japan
Thermodynamics and Correlation Functions of XXZ Chain
- 29.5.2003. Tomislav Vuletić, Institut za fiziku, Zagreb, Bijenička 46, Hrvatska
Fazni dijagram kvazi 1D kuprata Sr_{14-x}CaxCu_{24O41}
- 26.5.2003. Prof.dr. Christoph Strunk, Institut fuer experimentelle un angewandte physik, Universitaet Regensburg, D
Electron transport through nanostructures - what can we learn from noise measurements?

- 29.4.2003. Theo Neger, Institute for Experimental Physics, University of Technology, Graz, Austria
Optical diagnostics in combustion research
- 28.4.2003. Igor Žutić, Center for Condensed Matter Theory, University of Maryland, USA
Spintronika: osnove i primjene
- 24.4.2003. Slobodan Mitrović, Institut de Physique des Nanostructures, EPFL, CH-1015 Lausanne
Kutno-razlučena fotoelektronska spektroskopija (ARPES) u istraživanju niskodimenzionalnih materijala
- 17.4.2003. Klaus Wandelt, Institute for Physical and Theoretical Chemistry, University Bonn, Germany
Electrochemistry is interface physics: An atom view of Cu/electrolyte interfaces
- 9.4.2003. Mile Dželalija, Fakultet prirodoslovno matematičkih-znanosti i odgojnih područja, Sveučilište u Splitu
Pregled znanstveno-nastavnih aktivnosti Fakulteta prirodoslovno matematičkih-znanosti i odgojnih područja, Sveučilište u Splitu
- 3.4.2003. Stefan Lochbrunner, LS BioMolekulare Optik, Sektion Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany
Coherent wavepacket dynamics in ultrafast reactions
- 27.2.2003. Prof. dr Kay Niemax, Institut fuer Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS) Dortmund, D
The impact of physics in analytical sciences demonstrated by the application of diode laser spectroscopy
- 13.2.2003. Ivan Kupčić, Fizički odsjek, Prirodoslovno-Matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska
Baždarno invarijantna analiza optičke vodljivosti izmjerene u normalnom metalnom stanju Bechgaardove soli (TMTSF)₂PF₆
- 30.1.2003. Mile Ivanda, Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, HR 1000 Zagreb
Razvoj i primjena LPCVD metode na institutu "Rudjer Bošković"
- 9.1.2003. Zlatko Bačić, Department of Chemistry, New York University, USA
HF Dimer in Small Helium Clusters: Interchange-Tunneling Dynamics in a Quantum Environment

KNJIŽNICA

BIBLIOTEKAR: Marica Fučkar Marasović, prof., dipl. bibliotekar

STRUČNI SURADNIK: dr. Vlasta Horvatić, znanstveni suradnik

Knjižnica radi od 9 do 17 sati. Knjižnica posuđuje knjige na ograničeni rok od 6 mjeseci za korisnike Instituta, izvan Instituta samo uz međuknjižničnu pozajmicu i to na ograničen rok od mjesec dana. Uvezane časopise posuđuje za korisnike Instituta na rok od mjesec dana, neuvezane časopise na tjedan dana. Korisnicima izvan Instituta posuđuje uvezane časopise na tjedan dana, neuvezane samo za korištenje u knjižnici i za izradu kopija.

Korisnicima knjižnice, kao i za potrebe međuknjižnične suradnje, na raspolaganju je aparat za fotokopiranje.

Knjižnica je tokom 2003. godine, nastavila svojom aktivnošću. Tokom godine knjižnica je dobila novo računalo na ime projekta «Sustav znanstvenih informacija – podsustav Prirodoslovlje i tehnologija» .

Kompjutorska obrada monografskih publikacija u bazu LIBRI i periodike u bazu PERI u programu CDS/ISIS 3.7 provodi se dalje. Obraduje se tekuće godište i naknadno pronađene izgubljene publikacije. Obradeno je 3779 knjiga, dok je obrada baze periodike gotova.

Knjižnica posjeduje 295 naslova časopisa; 83 tekuća naslova, a ostalo su starija godišta onih naslova koji više ne pristizu.

Pretraživanje obiju baza svim je korisnicima dostupno putem mreže

<http://www.ifs.hr/hr/library.html>

FOND KNJIŽNICE:

1. knjige 4496 knjiga
2. periodika 83 tekuća naslova
3. diplomske radnje 583
4. magistarske radnje 119
5. disertacije 100
6. katalozi periodike 24

STATISTIKA IZDANIH INFORMACIJA I POSUDBA KNJIŽNIČNE građe:

1. Posuđeni časopisi i knjige za izradu kopija: 419
2. Posuđene knjige: 44
3. Čitaonica - izdani časopisi: 328
4. Međuknjižnična posudba
 - a) zahtjevi putem pošte
 - primljenih zahtjeva: 17
 - upućenih zahtjeva 5
 - b) zahtjevi putem telefona ili osobno
 - primljenih zahtjeva: 26
 - upućenih zahtjeva 13

KORISNICI: Znanstveno-istraživačko osoblje: 45

Znanstveno-nastavno osoblje: 20

Studenti: 420

Ostali: 30

Ukupno: 515

3.3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA

Doktorirali:

Dr.sc. Ticijana Ban- 13.01.2003.

Dr.sc. Ante Bilušić- 25.04.2003.

Dr.sc. Jadranko Gladić- 28.10.2003.

Dr.sc. Marko Kralj- 16.04.2003.

3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSLIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI

Dodiplomska nastava

M. Herak, I. Sović, *Seizmologija I* (7019), PMF
Ivica Živković, Vježbe iz *Osnove teorije vjerojatnosti i Matematička statistika*
Đuro Drobac sudjeluje u dijelu kolegija *Eksperimentalne metode fizike*.
A. Bilušić, Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja, vježbe, 2 semestar 2002/2003.
A. Bilušić, Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja, vježbe, 1 semestar 2003/2004.
Petar Pervan, *Uporaba računala u nastavi fizike*, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, III godina, smjer fizika-informatika
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

S. Milošević, Metode atomskih i molekularnih snopova (314), PMF, Zagreb
R. Beuc, *Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava* (315), PMF
M. Movre, *Fizika hladnih sudara* (316), PMF
V. Vujnović, N. Demoli, *Optika i holografija* (310), PMF
M. Očko, Praktikum iz Fizike I i II (*PMF*)
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
E. Tutiš, Fizika visokotemperaturne supravodljivosti
(Postdiplomski studij iz fizike)

3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 2003. GODINI

1. D. Aumiler
10.04.03.- Austrija, znanstveni posjet
15.07.03.-19.07.03.- Belgija, sudjelovanje na konferenciji
22.07.03.-31.07.03.- Švedska, sudjelovanje na konferenciji
21.09.03.-28.09.03.- Italija, sudjelovanje na Workshop-u
05.10.03.-25.10.03.- Njemačka, studijski boravak
2. I. Aviani
23.02.03.-25.05.03.- Francuska, studijski boravak
24.12.03.- Slovenija, znanstveni posjet
3. T. Ban
10.04.03.- Austrija, znanstveni posjet
16.06.03.-12.07.03.- Italija, studijski boravak
14.07.03.-05.09.03.- Italija, studijski boravak
21.09.03.-28.09.03.- Italija, sudjelovanje na Workshop-u
4. R. Beuc
10.04.03.- Austrija, znanstveni posjet
07.07.03.- Austrija, službeni put
21.09.03.-28.09.03.- Italija, sudjelovanje na Workshop-u
5. A. Bilušić
01.02.03.-08.02.03.- Švicarska, studijski boravak
10.04.03.-11.04.03.- Slovenija, znanstveni posjet
01.05.03.-30.06.03.- Švicarska, studijski boravak
6. K. Biljaković
23.01.03.-26.01.03.- Njemačka, službeni put
04.02.03.-14.02.03.- Francuska, studijski boravak
19.02.03.- Hrvatska, službeni put
18.02.03.-29.02.03.- Austrija, znanstveni posjet
02.04.03.-30.04.03.- Njemačka-Francuska, stud. boravak+znanstveni posjet
04.06.03.-09.06.03.- Hrvatska, službeni put
24.08.03.-31.08.03.- Rusija, sudjelovanje na Workshop-u
23.10.03.-21.11.03.- Francuska, studijski boravak
7. N. Demoli
21.03.03.- Austrija, službeni put
05.05.03.-30.05.03.- Francuska, studijski boravak
23.06.03.-26.06.03.- Njemačka, sudjelovanje na simpoziju
01.10.03.- 10.01.03.- Francuska, znanstveni posjet
24.11.03.-17.12.03.- Francuska, studijski boravak
8. Đ. Drobac
21.06.03.-27.06.03.- Hrvatska, ljetna škola mladih fizičara
9. M. Fučkar-Marasović
09.04.03.-11.04.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
25.11.03.-29.11.03.- Hrvatska, sudjelovanje na seminaru

10. B. Gumhalter
 23.02.03.-25.02.03.- Italija, znanstveni posjet
 26.02.03.-03.03.03.- Italija, znanstveni posjet
 12.04.03.-27.04.03.- Njemačka, znanstveni posjet
 03.06.03.-12.06.03.- Italija, znanstveni posjet
 08.06.03.-30.06.03.- Colorado, sudjelovanje na Workshop-u
 07.07.03.-19.07.03.- Italija, studijski boravak
 10.08.03.-16.08.03.- Italija, znanstveni posjet
 30.08.03.-01.12.03.- Japan, studijski boravak
11. B. Hamzić
 20.09.03.-26.09.03.- Francuska, sudjelovanje na konferenciji
 10.11.03.-12.11.03.- Belgija, sudjelovanje na Workshop-u
12. V. Horvatić
 25.02.03.-26.02.03.- Austrija, službeni put
 15.05.03.-18.05.03.- Hrvatska, državno natj. mladih fizičara
 30.06.03.- Austrija, službeni put
 18.08.03.-16.12.03.- USA, studijski boravak
13. M. Kralj
 24.03.03.-30.03.03.- Italija, službeni put
 22.05.03.- Slovenija, sudjelovanje na sastanku vakuumista
 02.06.03.-03.06.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
 19.07.03.-29.07.03.- Nizozemska-Njemačka, sudj. na konf+znan. Posjet
 01.09.03.-31.08.04.- Njemačka, poslijedoktorsko usavršavanje
 07.09.03.-12.09.03.- Češka, sudjelovanje na konferenciji
14. I. Labazan
 01.11.02.-31.01.03.- Nizozemska, studijski boravak
 01.02.03.-30.04.03.- Nizozemska, studijski boravak
 01.05.03.-10.05.03.- Nizozemska, studijski boravak
 11.05.03.-14.05.03.- Nizozemska, sudjelovanje na ljetnoj školi
 22.05.03.- Slovenija, znanstveni sastanak
 22.07.03.-29.07.03.- Švedska, sudjelovanje na konferenciji
15. J. Lukatela
 28.04.03.-30.04.03.- Slovenija, znanstveni posjet
16. Ž. Marohnić
 13.03.03.-17.03.03.- Italija, službeni put
 15.05.03.-18.05.03.- Hrvatska, državno natjecanje mladih fizičara
17. O. Milat
 12.05.03.- Hrvatska, službeni put
 22.05.03.-26.05.03.- Belgija, znanstveni posjet
 30.05.03.-06.06.03.- Hrvatska, sudjelovanje na znanstvenom skupu
 27.09.03.-01.10.03.- Njemačka, službeni put
18. M. Milun
 27.01.03.-28.01.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 19.02.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 18.03.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 07.03.03.-08.04.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 06.05.03.-18.05.03.- Slovenija, znanstveni posjet

- 19.05.03.-23.05.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 10.06.03.-11.06.03.- Hrvatska, službeni put
 22.06.03.-28.06.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
 31.07.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 18.09.03.-21.09.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
 09.09.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 24.09.03.-25.09.03.- Srbija i Crna Gora, službeni put
 06.10.03.-10.01.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 28.10.03.-01.11.03.- Njemačka, znanstveni posjet
 01.12.03.- Slovenija, znanstveni posjet
19. S. Milošević
 08.05.03.-09.05.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 22.05.03.- Slovenija, službeni put
 06.10.03.-10.10.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
20. M. Movre
 17.03.03.-16.04.03.- Njemačka, studijski boravak
 24.04.03.-26.04.03.- Hrvatska, službeni put
 09.09.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 22.09.03.-28.09.03.- Italija, sudjelovanje na Workshop-u
21. M. Očko
 25.07.03.-07.08.03.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
22. P. Pervan
 19.02.03.- Hrvatska, službeni put
 24.03.03.-30.03.03.- Italija, službeni put
 22.04.03.-25.04.03.- Hrvatska, sudjelovanje na simpoziju
 22.05.03.- Slovenija, službeni put
 28.06.03.-04.07.03.- Švedska, sudjelovanje na konferenciji
 11.09.03.- Hrvatska, službeni put
 18.09.03.-21.09.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
 15.10.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 28.10.03.-01.11.03.- Njemačka, sudjelovanje na seminaru+znan. Suradnja
 09.12.03.-12.12.03.- Italija, službeni put
23. G. Pichler
 03.03.03.-14.03.03.- Francuska, studijski boravak
 18.03.03.-Hrvatska, znanstvena suradnja
 21.03.03.-24.03.03.- Austrija, znanstveni posjet
 27.03.03.-30.03.03.- Francuska, znanstveni sastanak
 10.04.03.- Austrija, znanstveni posjet
 17.06.03.-22.06.03.- Litva, sudjelovanje na konferenciji
 14.07.03.-19.07.03.- Belgija, sudjelovanje na konferenciji
 22.07.03.-31.07.03.- Švedska, sudjelovanje na konferenciji
 09.09.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 13.10.03.-19.10.03.- USA, sudjelovanje na simpoziju
 06.11.03.-08.11.03.- Mađarska, sudjelovanje na sastanku
 18.11.03.- Austrija, službeni put
24. K. Salamon
 25.02.03.-03.03.03.- Italija, službeni put
 31.05.03.-05.06.03.- Hrvatska, sudjelovanje na znanstvenom skupu
 27.09.03.-01.10.03.- Njemačka, službeni put
 08.12.03.-11.12.03.- Italija, službeni put

25. H. Skenderović
 03.11.02.-01.02.03.- Njemačka, postdoktorski studij
 02.02.03.-30.06.03.- Njemačka, postdoktorski studij
 01.07.03.-02.11.03.- Njemačka, postdoktorski studij
 08.12.03.-12.12.03.- Njemačka, sudjelovanje na konferenciji
26. A. Smontara
 01.02.03.-08.02.03.- Švicarska, znanstveni posjet
 10.04.03.-11.04.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 21.05.03.-22.05.03.- Slovenija, znan. posjet+sudjelovanje na sastanku
 28.05.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 21.06.03.-27.06.03.- Hrvatska, ljetna škola mladih fizičara
 08.07.03.-09.07.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 30.07.03.-31.07.03.- Slovenija, znanstveni posjet
 08.09.03.-12.09.03.- Slovenija, sudjelovanje na konferenciji
 19.09.03.- Hrvatska, sudjelovanje na stručnom skupu
 16.10.03.- Hrvatska, službeni put
 20.11.03.-21.11.03.- Švicarska, studijski boravak
27. D. Starešinić
 22.04.03.-05.05.03.- Njemačka, studijski boravak
 08.07.03.-28.07.03.- Njemačka, studijski boravak
28. S. Tomić
 18.03.03.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 02.06.03.-16.06.03.- Njemačka, studijski boravak
 20.09.03.-04.10.03.- Francuska, sudjelovanje na konf.+znan. posjet
 03.12.03.-17.12.03.- Njemačka, studijski boravak
29. K. Šariri
 01.06.03.-05.06.03.- Hrvatska, sudjelovanje na kongresu
30. A. Šiber
 21.06.03.-27.06.03.- Hrvatska, ljetna škola mladih fizičara
 14.07.03.-29.07.03.- Njemačka, znanstveni posjet
31. E. Tutiš
 06.07.03.-20.07.03.- Švicarska, studijski boravak
32. Č. Vadla
 30.06.03.-Austrija, službeni put
 01.10.03.-19.12.03.- Njemačka, studijski boravak
33. Z. Vučić
 16.05.03.- Austrija, službeni put
34. T. Vuletić
 02.10.03.-12.10.03.- Italija, sudjelovanje na međunarodnom skupu
35. V. Zlatić
 13.01.03.-31.01.03.- Švicarska, studijski boravak
 02.03.03.-05.03.03.- Njemačka, znanstveni posjet
 18.03.03.-15.05.03.- Japan, znanstveni posjet
 18.06.03.-22.06.03.- Slovenija, studijski boravak
 23.06.03.-27.06.03.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
 30.06.03.-07.07.03.- Švicarska, studijski boravak

07.07.03.-12.07.03.- Velika Britanija, studijski boravak
27.07.03.-02.08.03.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
08.08.03.-15.08.03.- Slovenija, znanstveni posjet
06.09.03.-14.09.03.- Slovenija, sudjelovanje na znanstvenom skupu
29.09.03.-02.10.03.- Hrvatska, službeni put
21.10.03.-26.11.03.- USA, studijski boravak

36. I. Živković

04.10.03.-10.10.03.- Italija, sudjelovanje na međunarodnom skupu