

1. STRUKTURA INSTITUTA

1.1. ORGANI INSTITUTA

Upravno vijeće

Prof.dr.sc. Dario Vretenar, profesor PMF-a, predsjednik,
Prof.dr.sc. Emil Babić, profesor PMF-a, član
Dr.sc. Katica Biljaković, znanstveni savjetnik, član
Dr.sc. Đuro Drobac, viši znanstveni suradnik, predstavnik zaposlenika (do 12/2005)
Dr.sc. Hrvoje Skenderović, viši znanstveni suradnik (od 01/2006)

Ravnatelj:

Dr.sc. Milorad Milun, znanstveni savjetnik -trajno

Pomoćnici ravnatelja:

Dr.sc. Robert Beuc, viši znanstveni suradnik
Dr.sc. Petar Pervan, znanstveni savjetnik

Predsjednik Znanstvenog vijeća:

Dr.sc. Čedomil Vadla, znanstveni savjetnik

1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA

Znanstvenici i istraživači – radna mjesta:

1. Ivica Aviani, dr.sc. - znanstveni suradnik
2. Ticijana Ban, dr.sc. - znanstveni suradnik
3. Robert Beuc, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
4. Katica Biljaković, dr.sc. - znanstveni savjetnik -trajno (od 31.03.2006)
5. Nazif Demoli, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
6. Đuro Drobac, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
7. Jadranko Gladić, dr.sc. - stručni suradnik II
8. Branko Gumhalter, dr.sc. - znanstveni savjetnik -trajno
9. Bojana Hamzić, dr.sc. - znanstveni savjetnik
10. Berislav Horvatić, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
11. Vlasta Horvatić, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
12. Jovica Ivkov, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
13. Marko Kralj, dr.sc. - znanstveni suradnik (od 26.09.2006)
14. Irena Labazan, dr.sc. - znanstveni suradnik
15. Davorin Lovrić, dr.sc. - znanstveni suradnik
16. Jagoda Lukatela, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
17. Željko Marohnić, dr.sc. - znanstveni suradnik
18. Ognjen Milat, dr.sc. - znanstveni savjetnik
19. Slobodan Milošević, dr.sc. - znanstveni savjetnik -trajno
20. Milorad Milun, dr.sc. - znanstveni savjetnik -trajno
21. Marko Miljak, dr.sc. - viši znanstveni suradnik
22. Mladen Movre, dr.sc. - znanstveni savjetnik -trajno

- | | |
|-------------------------------|--|
| 23. Miroslav Očko, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 24. Petar Pervan, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 25. Goran Pichler, dr.sc. | - znanstveni savjetnik -trajno |
| 26. Mladen Prester, dr.sc. | - znanstveni savjetnik (od 26.09.2006) |
| 27. Hrvoje Skenderović, d.sc. | - viši znanstveni suradnik (od 05.05.2006) |
| 28. Ana Smontara, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 29. Damir Starešinić, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 30. Krešimir Šaub, dipl.inž. | - stručni suradnik II |
| 31. Antonio Šiber, dr.sc. | - znanstveni suradnik |
| 32. Silvia Tomić, dr.sc. | - znanstveni savjetnik -trajno |
| 33. Eduard Tutiš, dr.sc. | - viši znanstveni suradnik |
| 34. Katarina Uzelac, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 35. Čedomil Vadla, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 36. Zlatko Vučić, dr.sc. | - znanstveni savjetnik |
| 37. Veljko Zlatić, dr.sc. | - znanstveni savjetnik -trajno |

Znanstveni novaci:

1. Damir Aumiler, dr.sc. (od 18.12.2006.)
2. Ivan Balog, dipl.inž.
3. Osor Slaven Barišić, dr.sc.
4. Damir Dominko, dipl.inž., od 01.04.2006.
5. Mirta Herak, dipl.inž.
6. Tomislav Ivek, dipl.inž.
7. Sanja Krajinović, prof. fizike
8. Nikša Krstulović, dipl.inž.
9. Ivo Pletikosić, dipl.inž.
10. Krešimir Salamon, dipl.inž.
11. Juraj Savitz-Nossan, dipl.inž., od 01.04.2006.
12. Igor Smiljanić, dipl.inž.
13. Kristina Šariri, dipl.inž.
14. Željko Šimek, prof. fizike
15. Silvije Vdović, dipl.inž.
16. Nataša Vujičić, dipl.inž., od 01.01.2006.
17. Tomislav Vuletić, dr.sc.
18. Ivica Živković, dr.sc. (od 05.07.2006)

Tehničari:

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 1. Krešimir Drvodelić | - tehnički suradnik |
| 2. Ivan Čičko | - tehnički suradnik, od 13.03.2006. |
| 3. Branko Kiš | - viši tehničar |
| 4. Josip Pogačić | - viši tehničar |
| 5. Žarko Vidović | - tehnički suradnik |
| 6. Alan Vojnović | - viši tehničar |

Opći i zajednički poslovi:

1. Mladen Bakale - ekonom
2. Ivanka Bakmaz - računovodstveni referent-financijski knjigovođa
3. Golubica Begić - radno mjesto IV vrste (do 30.12.2006)
4. Marica Fučkar-Marasović, prof. - voditelj odjeljka I vrste
5. Željko Kneclin, dipl.oec. - viši stručni savjetnik ekonomske struke
6. Nevenka Kralj - računovodstveni referent-financijski knjigovođa
7. Gordana Lončarević - radno mjesto IV vrste
8. Vesna Lončarević - radno mjesto IV vrste
9. Mario Madunić - tehnički suradnik, od 07.03.2006.
10. Darko Oštarčević - radno mjesto IV vrste
11. Jadranka Rajić, dipl. pravnik - voditelj odjeljka I vrste
12. Željko Rogin - tehnički suradnik
13. Marija Sobol - upravni referent
14. Nataša Šuput - radno mjesto IV vrste
15. Draženka Zajec - radno mjesto IV vrste
16. Zrinka Šumanovac - voditelj računalnog središta, od 20.03.2006.

Ukupno 77 zaposlenika.

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**, znanstveni savjetnik
7. **Teorija kritičnih pojava i modeliranje u sustavima mnoštva čestica (0035007)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Katarina Uzelac**, znanstveni savjetnik
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**, znanstveni savjetnik
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**, viši znanstveni suradnik
12. **Nanostrukturne modulacije kompozitnih kristala i materijala (0035012)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Ognjen Milat**, znanstveni savjetnik

- 13. Toplinska svojstva specifično uređenih sustava (0035013)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Ana Smontara**, viši znanstveni suradnik
- 14. Kompleksni sistemi: staklo modularane 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, viši znanstveni suradnik

Opis istraživanja

Provedena su apsorpcijska mjerenja tripletnih satelitskih i difuznih vrpca u ceziju [1] i rubidiju radi nalaženja pouzdanih spektroskopskih metoda za određivanje koncentracije atoma u gustim alkalijskim parama. Primijenjena je metoda prostorno razlučene apsorpcije bijele svjetlosti u pregrijanoj alkalijskoj pari generiranoj u toplovodnoj peći.

U suradnji s kolegama u Gainesville-u, Florida, SAD nastavljena su istraživanja vezana uz poboljšanje kvantne efikasnosti cezijeve atomske filtere. Kvantitativno su analizirane raspodjele naseljenosti u pobuđenim nivoima cezija stvorene dvostupanjskom $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2}$ laserskom pobudom primjenjujući apsorpcijsku i saturacijsku spektroskopiju. Pokazano je da se pobudom Doppler proširene linije pomoću jednodimenzionalnog, uskolinijuskog lasera samo $\approx 2\%$ atoma iz osnovnog stanja može transferirati u prvo pobuđeno $6P_{3/2}$ stanje, odnosno u konačnici, u $6D_{5/2}$ stanju je moguće postići naseljenost koja iznosi tek oko 1% od one u osnovnom stanju. Analizirano je ograničenje učinkovitosti atomske filtere uslijed brzinski selektivne pobude i predložen je način za njegovo otklanjanje [2].

Nedavnim teorijskim istraživanjima alkalijskih atoma pobuđenih u visoka Rydbergova stanja predviđeno je postojanje ultradugodosežnih vezanih molekularnih stanja. Takvi pobuđeni dimeri karakterizirani su velikim dipolnim momentima što ih, u kombinaciji s njihovim dugim vremenima života, čini izvrsnim kandidatima za manipuliranje atomskim strukturama u raznim primjenama. Provedena su eksperimentalna istraživanja vlastitog širenja principalnog niza rubidijevih linija koja su pokazala postojanje višestrukih satelita u krilima linija. Pokazano je da se položaji satelita kvantitativno slažu s teorijski predviđenim minimumima u potencijalima dugodosežnih pobuđenih Rydbergovih stanja rubidijeve molekule što predstavlja prvu eksperimentalnu potvrdu postojanja takvih dugodosežnih Rydbergovih molekula [3].

Eksperimentalno je istraživana apsorpcijska spektar Rb_2 molekule u području valnih duljina od 600 do 1100 nm i u rasponu temperatura od 615 do 745 K. Reducirani apsorpcijski koeficijent određen iz mjerenja prostorno razlučene apsorpcije bijele svjetlosti u pregrijanoj rubidijevoj pari s radijalnim temperaturnim gradijentom. Ugradnjom dodatnog grijača unutar ćelije s alkalijskom parom u svrhu pregrijavanja postignuti su uvjeti za mjerenje kvalitetnih apsorpcijskih spektara u uvjetima velike gustoće alkalijske pare, što je omogućilo pouzdanu usporedbu s teorijom i provjeru molekularne strukture i dinamike.

U suradnji s kolegama u Dortmundu, SR Njemačka, razvijena je nova metoda preslikavanja za detekciju različitih reakcija vezanja u biološkim procesima metodom mjerenja rezonancije površinskih plazmona u (SPR) koja omogućava veliki protok podataka. CCD kamerom se istovremeno procesiraju dvije slike zabilježene na valnim duljinama dvaju diodnih lasera. Razvijeni je posebni program za diferencijalnu obradu tako zabilježenih slika. Tehnika je primijenjena u simultanom mjerenju hibridizacije tri različita tipa tioliranih oligonukleotida raspoređenih u 30 malih ograničenih područja na ispitivanoj površini. S predloženom konfiguracijom za mjerenje SPR moguće je istovremeno mjerenje do 400 reakcija vezanja uz nivo šuma od približno 1.5×10^{-6} RIU.

Napravljena su mjerenja difuzije i zarobljavanja zračenja u rubidijevim parama. Mjerenjem prostornih raspodjela fluorescentnog zračenja rubidijeve D1 linije u ovisnosti o koncentraciji Rb atoma u osnovnom stanju određen je tzv. faktor bijega η za Rb D1 liniju. Uočen je efekt sužavanja prostornih raspodjela pri visokim Rb koncentracijama (do sada opažen samo u Na parama).

Aproksimativnom "piece by piece" metodom izračunati η je u dobrom slaganju s eksperimentom kao i s općenitijim i složenijim računima. Na ovom eksperimentu studentica D. Takač sa Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku izradila je diplomski rad.

ANALYTICAL SPECTROSCOPY AND OPTICAL PROPERTIES OF MATERIALS

Absorption measurements of the triplet satellite and diffuse bands in caesium [1] and rubidium were made in order to find reliable spectroscopic method for the determination of the ground state number densities in dense alkali vapours. The measurements were performed by the spatially resolved white light absorption in overheated alkali vapour generated in a heat pipe.

In the collaboration with the colleagues in Gainesville, Florida, USA, the investigations aiming at the improvement of the quantum efficiency of the caesium based atomic line filters were continued. Excited states population distributions created by two-step $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2}$ laser excitation in room temperature cesium vapor were quantitatively analyzed applying absorption and saturation spectroscopy. It was shown that only $\approx 2\%$ of the ground state population could be transferred to the first excited state by pumping the Doppler broadened line with a single-mode narrow-line laser. With complete saturation of the second excitation step, the population amounting to only $\approx 1\%$ of the ground state can be eventually created in the $6D_{5/2}$ state. The limitations imposed on the sensitivity of such resonance fluorescence detector caused by velocity-selective excitation in the first excitation step were pointed out and the way to overcome this obstacle is proposed [2].

Recent theoretical studies with alkali atoms A^* excited to high Rydberg states predicted the existence of ultra-long-range molecular bound states. Such excited dimers have large electric dipole moments which, in combination with their long radiative lifetimes, make them excellent candidates for manipulation in applications. Experimental investigations of the self-broadening of Rb principal series lines revealed multiple satellites in the line wings. It was shown that the positions of the satellites agree quantitatively with theoretically predicted minima in the excited long-range Rydberg states of Rb_2 [3].

Absorption spectrum of the Rb_2 molecule was investigated experimentally in the wavelength range from 600 to 1100 nm at temperatures between 615 and 745 K. The reduced absorption coefficient was determined from the spatially resolved white light absorption measurements in the overheated rubidium vapour with radial temperature gradient. With a help of additional built-in heater overheating of the vapour was produced and the conditions were realized which enabled measurements of high quality spectra under the conditions of dense alkali vapour, thus enabling reliable comparison with theory and check of molecular structure and dynamics.

In the collaboration with the colleagues at ISAS-Dortmund, FRG, a new high-throughput imaging technique, based on the surface plasmon resonance (SPR) measurements, was developed for detection of various binding reactions in biological processes. A CCD camera was used for simultaneous recording of two images at two different wavelengths provided by two laser diodes. Special software for differential processing of the two images was developed. The technique is applied in simultaneous measurement of hybridization reactions of three different types of thiolated oligonucleotides in 30 small areas at the investigated surface. The proposed arrangement for the SPR measurements would allow simultaneous measurements of up to 400 binding reactions with a noise level of about 1.5×10^{-6} RIU.

The measurements of diffusion and trapping of the resonance radiation in rubidium vapor were performed. The escape probability η for the rubidium D1 line was determined from the measurements of the spatial distributions of the fluorescence radiation of the Rb D1 line in dependence on the ground state rubidium number density. The effect of narrowing of the spatial distributions at high rubidium densities was observed (so far noticed only in sodium vapour). The escape probability η calculated by approximate "piece by piece" method was found to be in good agreement with the experiment and with more complex and elaborate calculations. Within the frame

of this experiment, D. Takač, a student at the J. J. Strossmayer University in Osijek made her diploma work.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu:

1. C. Vadla, V. Horvatic, K. Niemax, *Accurate determination of the atomic number density in dense Cs vapors by absorption measurements of Cs₂ triplet bands*, Appl. Phys. B **84** (2006) 523-527
2. V. Horvatic, T. L. Correll, N. Omenetto, C. Vadla, J. D. Winefordner, *The effects of saturation and velocity selective population in two-step $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2}$ laser excitation in cesium*, Spectrochimica Acta Part B **61** (2006) 1260-1269
- 3., C. H. Greene, E. L. Hamilton, H. Crowell, C. Vadla, K. Niemax, *Experimental verification of minima in excited long-range Rydberg states of Rb2*. Phys. Rev. Lett. **97** (2007) 233002(1) - 233002(4)
4. C. Vadla, R. Beuc, V. Horvatic, M. Movre, A. Quentmeier, K. Niemax, *Comparison of theoretical and experimental red and near infrared absorption spectra in overheated potassium vapour*. Eur. Phys. J. D **37** 37-49 (2006)
(on-line 2005, DOI:10.1140/epjd/e2005-00241-3)

Diplomski radovi, seminari

1. Diplomski rad
Danijela Takač, *Zarobljavanje i difuzija zračenja u rubidijevim parama*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Odjel za fiziku, Osijek, 13. rujna 2006.
Mentorica: dr.sc. Vlasta Horvatić
2. Seminarski rad
Marijana Varošaneć, *Udarni presjeci za miješanje $3P_J$ stanja fine strukture u natriju zbog sudara sa atomima Rb i Cs u osnovnom stanju*, seminarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, svibanj 2006.
Mentorica: dr.sc. Vlasta Horvatić

Medunarodna suradnja

1. Projekt *Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Alkali-Rydberg-Atomen in Quantenzuständen $n_{eff} \geq 8$ mit Alkali-grundzustandatomem*, Deutsch - kroatiskes Kooperationsprojekt (DFG 436 KRO 113/9/0-1). Voditelji: prof. Dr. K. Niemax (ISAS-Institute for Analytical Sciences at the University of Dortmund) i dr. Č. Vadla (Institut za fiziku, Zagreb).
2. Neformalna suradnja na projektu *Resonance fluorescence imaging detectors* sa prof. dr N. Omenettom, Department of Chemistry, University of Florida, Gainesville, FL USA.

Ostale aktivnosti

1. Dr. Vlasta Horvatić - tajnica Hrvatskog fizikalnog društva.

FEMTOSEKUNDNA LASERSKA SPEKTROSKOPIJA I ULTRAHLADNE MOLEKULE (0035002)

Glavni istraživač: Dr. sc. Goran Pichler, znanstveni savjetnik (-trajno)

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

Opis istraživanja:

U 2006. godini bili smo vrlo aktivni i uspješni po kvaliteti i raznovrsnosti objavljenih znanstvenih radova. To je također rezultiralo i povećanim brojem publikacija, čime opravdavamo znatna ulaganja u vidu krupne opreme u posljednjih nekoliko godina.

U području interakcije alkalijskih atoma s frekventim češljem iz femtosekundnog laserskog oscilatora proširili smo istraživanja na nekoliko grana. Prvo, ispitivao se utjecaj homogenog magnetskog polja na opažene efekte optičkog pumpanja u situaciji rezonantnog pobuđenja rubidijeve pare s fs frekventnim češljem. Drugo, ispitivao se utjecaj koncentracije atoma na već gore spomenute efekte. U okviru ovih istraživanja razvila se nova eksperimentalna metoda koja koristi dodatnu rubidijevu kivetu u svojstvu atomskog filtra. Treće, razvila se nova, osjetljivija metoda za mjerenje opaženih efekata optičkog pumpanja koja omogućava detaljniju analizu interakcije i pruža mogućnost daljnje primjene opaženog efekta. Efekti akumuliranja naseljenosti i koherencije uslijed visoke repeticije femtosekundnih laserskih pulseva imaju vrlo specifično djelovanje pa smo preduzeli sve korake da se slični efekti istraže na atomima cezija.

Također smo nastavili istraživanja interakcije femtosekundnih pulseva s vrućim alkalijevim parama rubidija, gdje smo opazili efekt konusne emisije.

Homonuklearne, Cs₂, i heteronuklearne, KRb, molekule alkalija istraživali smo u specijalnim uvjetima niskih temperatura na površini helijevih nano-kapljica. Naša teorijska predviđanja vrlo dobro predviđaju opažanja u eksperimentima na tehničkom sveučilištu u Grazu.

Koristili smo i femtosekundno lasersko pojačalo za istraživanje električnog proboja kada je u niskotlačnoj komori između dviju elektroda postojao napon manji od onog dovoljnog za samoproboj. Ta istraživanja će imati i svoj zanimljiv nastavak u idućem razdoblju, jer postoji mogućnost primjene za lasersko odvođenje gromova.

Nova vrsta istraživanja u našem laboratoriju obuhvaćala je efekt elektromagnetski inducirane transparencije (EIT) u rubidijevoj pari. EIT je dobro poznat efekt u literaturi, a naš novi doprinos ovom području je istraživanje EIT-a pomoću crvenog (780 nm, prva rezonantna linija) i ljubičastog (420 nm, druga rezonantna linija) poluvodičkog, diodnog lasera. Ovakvi sistemi (V-tip EIT sistemi s različitim valnim duljinama pobuđenja) izuzetno su zanimljivi zbog razvoja novih vrsta lasera u ljubičastom području spektra. Također, budući da je EIT kvantnomehanički fenomen ovakva vrsta istraživanja pruža niz spoznaja o samoj prirodi promatranog atoma.

Naša suradnja s Max-Planck Institutom za kvantnu optiku iz Garchinga rezultirala je još jednim radom u kojem je opisano pojačanje Raman modovi pomoću koherentne kontroleu β -carotenomolekulama.

U okviru suradnje s kolegama sa stomatologije u Zagrebu napravljen a je usporedba parametara kod stvrdnjavanja kompozita kontrolom svjetlosnog izvora, porasta temperature i polimerizacijskog skupljanja. Nadalje je izrađen rad u kojem se razmatra promjena boje zubi za različite dobne skupine.

FEMTOSECOND LASER SPECTROSCOPY AND ULTRACOLD MOLECULES (0035002)

In the year 2006 we were very active and successful with respect to quality and diversity of the published scientific papers. This simultaneously resulted in a increased number of publications, with which we justify considerable support in large equipment from the Ministry of Sciences, Education and Sport within last few years.

In the field of alkali atom interaction with a femtosecond laser frequency comb we broadened our research to several branches. First, we studied the influence of the homogeneous magnetic field on the observed effects of the optical pumping in the case of resonance excitation of rubidium vapor with fs frequency comb. Second, we studied the influence of the atom concentration on the shapes of velocity selection by accumulative effects of the fs frequency comb. Within the framework of these investigations we developed a new experimental method in which the added rubidium cell serves as an atomic hyperfine filter for amplitude manipulation of a certain number of frequency comb lines. Third, we developed a new and more sensitive method for measuring velocity selection by optical pumping, which enables more detailed analysis of fs laser interaction and rubidium atoms. It will also enable possible applications. The effects of accumulation of populations and coherences caused by the high repetition rates of the femtosecond laser pulses were also tested in the case of cesium atoms, for which experiment and theory exhibit satisfactory agreement.

We continued our search for conical emission from the hot rubidium vapor illuminated by the femtosecond laser frequency comb. A number of interesting features were established at different central wavelengths of the fs laser.

Homonuclear, Cs_2 , and heteronuclear, KRb, alkali molecules were investigated in special conditions of low temperatures on the surface of helium nanodroplets. Our theoretical predictions very well describe experimental observations at the Technical Univesrity in Graz.

The femtosecond laser amplifier was used in studies of electric breakdown at low pressures when the voltage drop between two hollow electrodes was smaller than that sufficient for the self breakdown. These investigations will certainly have interesting continuation in the near future, because there exists important possibility of application in guiding atmospheric electricity.

The new research in our laboratory has touched electromagnetically induced transparency (EIT) in rubidium vapor. EIT is a well known effect, and our contribution is the establishment of EIT effect by means of the „V“ scheme using red (780 nm, Rb first resonance line) and violet (420 nm, Rb second resonance line) semiconductor diode lasers. Such systems (V-type EIT with different excitation wavelengths) are extremely interesting because of the development of the new types of lasers in the violet spectral region. In addition to this, since the EIT is a quantum-mechanical phenomenon these studies enable new insights about the nature of observed atoms.

Our collaboration with Max-Planck Institute for Quantum Optics in Garching resulted with one scientific paper in which we described enhancement of Raman modes by means of the coherent control in β -carotene molecules.

In a collaboration with coworkers at School of dentistry in Zagreb we performed the comparison study of the composite polymerization by control of light source, increase of the composite temperature and polimerization shrinkage. Furthermore, we were involved in the work on dental color changes in groups of people at different ages.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu:

1. M. Laškarin, H. Brkić, G. Pichler, D. Buković:
The influence of age on tooth root colour changes
Coll. Antropol. **30**, 315 (2006).
2. S. Vdović, D. Sarkisyan, G. Pichler:
Absorption spectrum of rubidium and cesium dimers
by compact computer operated spectrometer
Opt. Commun. **268**, 58 (2006).
3. R. Beuc, M. Movre, T. Ban, G. Pichler, M. Aymar, O. Dulieu, W. E. Ernst:
Predictions for the observation of KRb spectra under cold conditions
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **39**, S1191 (2006).
4. M. C. Castex, C. Olivero, G. Pichler, D. Ades, A. Siove:
Fluorescence, room temperature phosphorescence and photodegradation
of carbazole compounds in irradiated poly(methyl methacrylate) matrices
Synthetic Metals **156**, 699 (2006).
5. T. Ban, D. Aumiler, H. Skenderović, G. Pichler:
Mapping of the optical frequency comb to the atom velocity comb
Phys. Rev. A **73**, 043407 (2006).
izabrano u Virtual Journal of Ultrafast Science (Svibanj 2006).
6. J. Hauer, H. Skenderović, K.-L. Kompa, M. Motzkus:
Enhancement of Raman modes by coherent control in β -carotene
Chem. Phys. Lett. **421**, 523 (2006).
7. M. Pichler, J. Qi, W. C. Stwalley, R. Beuc, G. Pichler:
Observation of blue satellite bands and photoassociation at ultracold temperatures
Phys. Rev. A **73**, 021403(R) (2006).
8. Z. Tarle, A. Knežević, N. Demoli, A. Meniga, J. Šutalo, G. Unterbrink,
M. Ristić, G. Pichler:
Comparison of Composite Curing Parameters: Effect of Light Source and Curing Mode
on Conversion, Temperature Rise and Polymerization Shrinkage
Operative Dentistry **31**, 219 (2006).
9. N. Vujičić, H. Skenderović, T. Ban, D. Aumiler, G. Pichler:
Low-density plasma channels generated by femtosecond pulses
Appl. Phys. B **82**, 377 (2006).
10. W. E. Ernst, R. Hauber, S. Jiang, R. Beuc, M. Movre, G. Pichler:
Cesium dimer spectroscopy on helium droplets
J. Chem. Phys. **124**, 024313 (2006).

Objavljeni konferencijski radovi

G. Pichler, D. Aumiler, N. Vujičić, S. Vdović, T. Ban, H. Skenderović:
Mapping of the optical frequency comb to the atom velocity comb
Quantum Computing - Back Action
p. 301-312, AIP Conference Proceedings vol. 864 (2006).

M. Pichler, J. Qi, W. C. Stwalley, R. Beuc, G. Pichler:
Blue satellite bands and photoassociation spectra of ultracold cesium
Spectral Line Shapes: 18th International Conference
p. 179-189, American Institute of Physics (2006).

Sudjelovanje na konferencijama

1. M. Pichler, J. Qi, W. C. Stwalley, R. Beuc, G. Pichler:
Blue satellite bands and photoassociation spectra of ultracold cesium
Spectral Line Shapes: 18th International Conference
Auburn, SAD (2006).

2. G. Pichler:
Cesium pulsed high pressure discharge, spectroscopy and development
COST Strategic Workshop on Lighting Technology for the Future
Heraklion, Kreta, Grčka (2006). – usmeno saopćenje

3. N. Vujičić, S. Vdović, T. Ban, D. Aumiler, H. Skenderović, G. Pichler:
Velocity selection within rubidium and cesium resonance lines with
femtosecond pulse train
Cold Molecules, Bad Honnef, Njemačka (2006).

4. Ticijana Ban
Manipulation of the atom velocity with femtosecond laser frequency comb
Imaging in Space and Time, 28.08.-01.09. Brijuni, Hrvatska (2006) – usmeno saopćenje.

5. T. Ban, D. Aumiler, H. Skenderović and G. Pichler
Mapping of the optical frequency comb to the atom velocity comb
15th International Conference on Ultrafast Phenomena, 31.07.-04.08. 2006. Pacific Grove,
California, USA – usmeno saopćenje

6. Ticijana Ban
Femtosecond pulse train excitation of a Doppler broadened rubidium vapor
From Solid State to BioPhysics III, 24.06.-01.07. 2006. Dubrovnik, Hrvatska. – pozvano predavanje

7. N. Vujičić, S. Vdović, T. Ban, D. Aumiler, H. Skenderović, G. Pichler:
Treating cesium resonance lines with femtosecond pulse train
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors
Skradin, Hrvatska (2006). - poster

8. H. Skenderović, N. Vujičić, T. Ban, D. Aumiler, G. Pichler:
Conical emission from rubidium vapor pumped by fs laser
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors
Skradin, Hrvatska (2006). - poster

9. G. Pichler, H. Skenderović, D. Aumiler, T. Ban, M. Pichler:
Amplitude and phase control of direct frequency comb spectroscopy by atomic filter
DAMOP, Knoxville, USA (2006).
10. M. Pichler, J. Qi, W. C. Stwalley, R. Beuc, G. Pichler:
Blue satellite bands and photoassociation near $7P_{3/2}$ and $7P_{1/2}$ atomic limits in cesium
DAMOP, Knoxville, USA (2006).
11. H. Skenderović, N. Vujičić, T. Ban, D. Aumiler, G. Pichler:
Conical emission from rubidium vapor pumped by fs laser
38th EGAS, Napulj, Italija (2006). - poster
12. S. Vdović, T. Ban, D. Aumiler, G. Pichler:
Coherent effects in mismatched V-type rubidium system
38th EGAS, Napulj, Italija (2006). - poster
13. N. Vujičić, H. Skenderović, T. Ban, D. Aumiler, G. Pichler:
Low-density plasma channels generated by the femtosecond pulses
38th EGAS, Napulj, Italija (2006). - poster
14. T. Ban, D. Aumiler, H. Skenderović, G. Pichler:
Femtosecond pulse train excitation of a Doppler broadened rubidium vapor
38th EGAS, Napulj, Italija (2006). - poster
15. N. Vujičić, S. Vdović, T. Ban, D. Aumiler, H. Skenderović, G. Pichler:
Treating cesium resonance lines with femtosecond pulse train
38th EGAS, Napulj, Italija (2006). - poster
16. D. Aumiler, N. Vujičić, H. Skenderović, G. Pichler:
Femtosecond pulse propagation in a resonant medium
38th EGAS, Napulj, Italija (2006). - poster
17. G. Pichler, D. Aumiler, T. Ban, H. Skenderović:
Mapping of the optical frequency comb to the atom velocity comb
Quantum Computing: Back Action, Kanpur, Indija (2006). – usmeno saopćenje
18. J. Hauer, T. Buckup, H. Skenderović, K.-L. Kompa, M. Motzkus:
Selective preparation of vibrational states in complex molecules by quantum control
Quantum Computing: Back Action, Kanpur, Indija (2006).
19. D. Aumiler, T. Ban, H. Skenderović, G. Pichler:
Mapping of the optical frequency comb to the atom velocity comb
Achievements and perspectives of cold molecules, Les Houches, Francuska (2006). – usmeno saopćenje
20. H. Skenderović, N. Vujičić, S. Vdović, T. Ban, D. Aumiler, and G. Pichler
Velocity selection within rubidium and cesium resonance lines with femtosecond pulse train,
Cold Molecules, W E Heraus Seminar Bad Honnef, Njemačka
studen 2006.

Objavljeni popularno-znanstveni radovi

H. Skenderović, Spora svjetlost, Matematičko fizički lis, broj 3, 2006.

G. Pichler, Razvoj laserske spektroskopije na Institutu za fiziku Sveučilišta u Zagrebu
Matematičko fizički list, broj 3, 2006.

Međunarodna znanstvena suradnja

1. dr. Goran Pichler - dr. Marie-Claude Castex - Laboratoire des Physiques des Lasers, CNRS, Université Paris-Nord (Paris 13), Villetaneuse, Francuska
Femtosekundni laserski efekti na organskim svijetlećim napravama.

2. dr. Goran Pichler - dr. Karoly Rozsa - Research Institute for Solid State Physics and Optics, Mađarska, Mikrokapilarne izbojne plazme.

3. dr. Goran Pichler - dr. Françoise Masnou-Seeuws - Laboratoire Aime-Cotton, Orsay, Francuska, Cold Molecules: Formation, Trapping and Dynamics
Research Training Network, FW5, EU.

Neposredna suradnja

1. Zrinka Tarle, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

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

Natasa Vujičić, Elektrodinamika, vježbe III godina fizike, nastavni smjer.

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

1. Damir Aumiler, prosinac, 2006. Rezonantna interakcija atoma i molekula s femtosekundnim laserskim frekventnim češljem

Ostalo (članstva u raznim Odborima, recenzentske aktivnosti itd)

G. Pichler,

- fellow of the American Physical Society,
- Member of the Optical Society of America (Pichler).
- Deutsche Physikalische Gesellschaft, Mitglied .
- Member of the Institute of Physics (England)

5. Predavanja na znanstvenim institucijama

1. T. Ban, Manipulation of the atom velocity using femtosecond lasers, Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics, Dresden, Njemačka, 07.03.2007.
2. T. Ban, Preslikavanje optičkog frekventnog češlja u češalj atomskih brzina PMF, Fizički odsjek, Zagreb, Hrvatska, 14.11.2006.
3. T. Ban, Mapping of the optical frequency comb to the atom velocity comb Institut Galilée, Université Paris-Nord (Paris 13), Villetaneuse, Francuska, 06.10.2006.
4. H. Skenderović, Femtosekundna spektroskopija, Seminar Fizičkog Odjela Sveučilišta u Osijeku, ožujak 2006.
5. H. Skenderović, nastupno predavanje za izbor u višeg znanstvenog suradnika, IF, travanj 2006.

Sudjelovanje u popularizaciji znanosti

1. T. Ban, 22. ljetna škola mladih fizičara Hrvatskog fizikalnog društva, Labin, 2006. Organizacijski odbor: tehnički urednik zbornika.
2. T. Ban, Festival znanosti, Tehnički muzej, Zagreb, Hrvatska 2006.
 - a) Ta divna svjetlost – radionica
 - b) Laseri i nešto mračno, nešto sporo i nešto vrlo hladno – predavanje
3. G. Pichler, Festival znanosti, Tehnički muzej, Zagreb, Hrvatska 2006. predavanje o laserima.
4. G. Pichler, Kalefata, Lopud i Šipan popularna predavanja i eksperimenti.
5. H. Skenderović: Nikola Tesla i plazma u vakuumskoj cijevi, predavanje 22. ljetna škola mladih fizičara Hrvatskog fizikalnog društva, Labin, 2006.

LASERSKA PRIPREMA, UPRAVLJANJE I SPEKTROSKOPIJA NOVIH MOLEKULA (0035003)

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

Suradnici: dr. sc. Irena Labazan, znanstvena suradnica
Nikša Krstulović, dipl. ing. - znanstveni novak

Opis istraživanja

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

Koristimo lasersku ablaciju za stvaranje pare i/ili plazme i nekoliko tehnika za detekciju molekula u tako stvorenom oblaku pare. Tu posebno ističemo lasersku apsorpcijsku spektroskopiju pomoću optičkog rezonatora (LASPOR) primjenjenu na analizu laserski stvorene pare, medija u kojem se apsorpcija brzo mijenja u vremenu. Tu tehniku primijenili smo na proučavanje plazme mangana u atmosferi metana uz opažanje MnH molekula (Ref 1) te opažanju AlH molekula ablacijom LiAlH₄ mete (Ref 2).

Druga grupa istraživanja obuhvaća primjenu optičke emisijske spektroskopije (OES) za karakterizaciju radio-frekventne (RF) plazme za čišćenje i obradu površina. OES metoda primijenjena je u proučavanju obrade PET folije kisikovom plazmom (Ref. 3) i pri čišćenju poroznih materijala (Ref. 4) od interesa u industriji. U suradnji s grupom Jožef Stefan Instituta u Ljubljani razrađena je metoda i uređaj za selektivno jedkanje kompozitnih materijala pomoću laserske ablacije, što je rezultiralo zajedničkom patentnom prijavom u Sloveniji. Pored toga provedena su intenzivna istraživanja sterilizacije kisikovom plazmom pomoću OES metode.

Nastavljen je rad na uvođenju laserom inducirane breakdown spektroskopije za analizu elemenata u materijalima i novom vrstom eksperimenata više pulsne laserske ablacije, što je rezultiralo sa nekoliko saopćenja na konferencijama i radovima koji su u pripremi. U potpunosti je automatiziran i obnovljen sustav kontrole eksperimentalnih uređaja i prikupljanja podataka u laboratoriju (dipl. rad).

Istraživanja na dva pravca: proizvodnji i detekciji molekula u laserski stvorenoj plazmi (pretežno metal hidrida od interesa za hlađenje molekula) i/ili RF hladnoj reaktivnoj plazmi uz razvoj detektora na bazi LASPOR metode, te razmatranje različitih primjena u industriji i (medicini) stomatologiji, nastavit će se u određenoj mjeri i u narednoj godini kroz program rada novog projekta s još većim naglaskom na razvoj metoda optičke spektroskopije u karakterizaciji procesa obrade materijala.

U protekloj godini ostvareni su kontakti s grupama u Londonu, Berlinu i Beču i predložen je novi zajednički projekt „Hladne molekule za primjene u preciznim mjerenjima“ u sklopu EuroQUAM programa koji je u procesu evaluacije.

LASER PREPARATION, MANIPULATION AND SPECTROSCOPY OF NEW MOLECULES

The main goal of our research is to determine and optimize experimental conditions for formation of new molecules not previously observed. In addition, for already well-known molecules, there is an open question how to prepare them suitable for trapping and cooling in attempt to obtain molecular Bose-Einstein condensate. Some molecules are of interest for the control in plasma treatment of various materials, therefore the research is also oriented towards technological applications. We use laser vaporization (ablation) as a very good environment for formation of molecular ions and neutrals. The analyses and detection were performed by means of time-of-flight mass spectrometry (TOF-MS), cavity ring-down spectroscopy (CRDS), and various time resolved emission spectroscopy methods (laser induced breakdown spectroscopy –LIBS). We have recently studied content of different plumes: alkali metals, graphite, manganese, silicon and their mixtures etc. The existence of dense, internally cold alkali dimer molecules has been shown. CRDS method has been applied for the first time to determine electron densities in the laser induced plasma.

We have applied laser ablation and CRDS techniques to create and detect MnH molecules in atmosphere of methane gas (Ref 1) and AlH by ablating LiAlH₄ target (Ref 2).

Other studies are related to application of optical emission spectroscopy (OES) for characterization of radio-frequency inductively coupled plasma for cleaning and treatment of surfaces. The OES method was applied for treatment of PET foil by oxygen plasma (Ref. 3) and for cleaning of porous materials (Ref. 4) which has industrial applications. In collaboration with group at Jožef Stefan Institute from Ljubljana we develop the method and device for selective etching of composite materials by using laser ablation which resulted with patent application in Slovenia. In addition to that extensive research has been performed in using oxygen plasma for sterilization.

The extensive work have been performed in direction of implementation of LIBS method and dual laser ablation method for which purpose completely new experimental setup was built with new data acquisition programs based on LabView.

Several applications for new collaborations within FP6 and EFS have been prepared.

Objavljeni radovi:

Redovni radovi u CC časopisima

1. Krstulović, Nikša; Labazan, Irena; Milošević, Slobodan. Study of Mn laser ablation in methane atmosphere, *European Physics Journal D*. **37** (2006); 209-215.
2. Labazan, Irena; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan, Laser vaporization of LiAlH₄ solid samples, *Chemical Physics Letters*. **428** (2006); 13-17.
3. Krstulović, Nikša; Labazan, Irena; Milošević, Slobodan; Cvelbar, Uroš; Vesel, Alenka; Mozetič, Miran. Optical emission spectroscopy characterization of oxygen plasma during treatment of a PET foil, *Journal of Physics D: Applied Physics*. **39** (2006); 3799-3804.
4. Vesel, Alenka; Mozetič, Miran; Drenik, Aleksander; Milošević, Slobodan; Krstulović, Nikša, Balat-Pichelin, Marianne; Poberaj, Igor; Babić, Dušan, Cleaning of porous aluminium titanate by oxygen plasma, *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. **26** (2006), 577-584.
5. Y T van de Meerakker, Sebastiaan; Labazan, Irena; Hoekstra, Steven; Kupper, Jochen; Meijer, Gerard. Production and deceleration of a pulsed beam of metastable NH ($a^1\Delta$;) radicals, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, **39** (2006); S1077–S1084.

Radovi u zbornicima konferencija

6. Cvelbar, Uroš; Mozetič, Miran; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan, Laser ablation of polymer-graphite composite, MIDE M Conference 2006 Proceedings, Šorli, Iztok et al. (ur.). Ljubljana 2006. 163-168.
7. Mozetič, Miran; Cvelbar, Uroš; Vesel, Alenka; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan, Characterization of RF nitrogen plasma by optical emission spectroscopy, MIDE M Conference 2006 Proceedings, Šorli, Iztok et al. (ur.). Ljubljana 2006. 101-106.
8. Vesel, Alenka; Cvelbar, Uroš; Mozetič, Miran; Drenik, Aleksander; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan. Discharge cleaning of porous ceramics MIDE M Conference 2006 Proceedings, Šorli, Iztok et al. (ur.), Ljubljana 2006. 113-118

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Cvelbar, Uroš; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan; Mozetič, Miran, Study of optical emission from inductively coupled RF Oxygen Plasma, Joint Vacuum Conference, Programme and Book of abstracts, Mašek, Karel (ur.). Prag : Czech Vacuum Society, 2006. 87-87
2. Cvelbar, Uroš; Mozetič, Miran; Drenik, Aleksandar; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan, Optical emission spectroscopy characterization of low temperature plasma created in water, IEEE Conference record - Abstracts, ISBN: 1-4244-0124-0 / N.N. (ur.). Traverse City : IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society, 2006. 126-126.
3. Čutić, Nino; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan. Dual pulse laser ablation studied by cavity ring-down spectroscopy, 38th EGAS, Europhysics Conference, Book of Abstracts, ISBN: 2-914771-35-5 / Sasso, Antonio ; Pesce, Giuseppe ; Rusciano, Giulia (ur.). Naples : European Physical Society, 2006. 154-154.
4. Glavan, Nataša; Krstulović, Nikša; Čutić, Nino; Milošević, Slobodan. Spektroskopija OH radikala za karakterizaciju niskotlačne RF plazme, XIII Međunarodni sastanak Vakuumska znanost i tehnika, Radić, Nikola (ur.). Zagreb : Hrvatsko vakuumsko društvo, 2006. P5.
5. Glavan, Nataša; Krstulović, Nikša; Čutić, Nino; Milošević, Slobodan; Cvelbar, Uroš; Vesel, Alenka; Drenik, Aleksander; Mozetič, Miran. Optical emission spectroscopy characterization of low-pressure inductively coupled plasma created in oxygen – ; water mixture, Joint Vacuum Conference, Programme and Book of abstracts, Mašek, Karel (ur.). Prag : Czech Vacuum Society, 2006. 88-89
6. Krstulović, Nikša; Čutić, Nino; Milošević, Slobodan, Absorption study of double-pulse ablation of titanium, Joint Vacuum Conference, Programme and book of abstracts, Mašek, Karel (ur.). Prag : Czech Vacuum Society, 2006. 39-39
7. Krstulović, Nikša; Čutić, Nino; Milošević, Slobodan. Dvostruka laserska ablacija i laserom inducirana breakdown spektroskopija na atmosferskom zraku, XIII Međunarodni sastanak Vakuumska znanost i tehnika, Radić, Nikola (ur.). Zagreb : Hrvatsko Vakuumsko društvo, 2006. P2.
8. Krstulović, Nikša; Čutić, Nino, Milošević, Slobodan. Istraživanje dvostruke laserske ablacije titana u vakuumu laserskom apsorpcijskom spektroskopijom pomoću optičkog rezonatora XIII Međunarodni sastanak Vakuumska znanost i tehnika / Radić, Nikola (ur.). Zagreb : Hrvatsko vakuumsko društvo, 2006. O6
9. Krstulović, Nikša; Glavan, Nataša; Čutić, Nino; Milošević, Slobodan. Optical emission spectroscopy of laboratory plasmas using mini fiber spectrometers, 38th EGAS, Europhysic Conference : Book of Abstracts / Sasso, Antonio ; Pesce, Giuseppe ; Rusciano, Giulia (ur.). Naples : European Physical Society, 2006. 240-240

Patentna prijava

Cvelbar, Uroš; Mozetič, Miran; Milošević, Slobodan; Krstulović, Nikša., Metoda in naprava za selektivno jedkanje kompozitnih materialov z lasersko ablacijo, 06.06.2006. Ljubljana, broj prijave: P-200600140.

Studijski boravci

I. Labazan, Alexander von Humboldt postdoktorska stipendija u grupi prof. dr. G. Meijer na Fritz Haber Institut der Max Planck Gesellschaft u Berlinu.(01.01.2006-31.12.2006).

Međunarodna znanstvena suradnja:

Projekti

Naziv:Karakterizacija plazme za obradu biokompatibilnih materijala

Partner: Institut Jožef Stefan, Teslova 20, Ljubljana, Slovenija grupa M. Mozetiča, hrvatsko-slovenski projekti (2006-2007)

Neposredna suradnja

Naziv: Laserska spektroskopija molekularnih plazmi,

Partner: CPAT – Universite Paul Sabatier – Toulouse, dr. F. Gaboriau (COGITO natječaj 2006.).

Domaća znanstvena suradnja

Projekti

Naziv: Složeni foto-naponski modul – HITRA projekt (IRB (dr. Davor Gracin), Solarne ćelije d.o.o. IF) – tehnologijski projekt

Neposredna suradnja

Suradnja s Tehničkim fakultetom u Rijeci i projektom # 0069018 „Utjecaj objekata morske tehnologije na okoliš“ u sklopu koje kolegica Nataša Glavan, znanstvena novakinja sudjeluje u istraživanjima u cilju izrade doktorske disertacije.

Diplomski rad

Čutić, Nino. Automatizacija spektroskopske analize laserski inducirane plazme s dva laserska pulsa, diplomski rad. Zagreb : Prirodoslovno-matematički fakultet, 27.02. 2006, 48 str. Voditelj: Milošević, Slobodan

Sudjelovanje u nastavi

Posljediplomska nastava

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

Ostalo

Krstulović, Nikša. Spektroskopija: svjetlo novog doba, Predavanje i rad u zborniku Ljetne škole mladih fizičara, 2006

TEORIJSKI ASPEKTI HLADNIH SUDARA (0035004)

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

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

Opis istraživanja

Koristeći najnovije računске potencijalne krivulje i prijelazne dipolne momente, izračunata je kvantnomehanička simulacija ekscitacijskog spektra KRb molekule iz najnižih vibracijskih stanja najnižih tripletnih i singuletnih stanja [1]. Dobiveni spektri mogu poslužiti za usporedbu s eksperimentalnim spektrima KRb molekule u vibracijskom osnovnom stanju ili adsorbirane na površini hladne helijeve nanokapljice. Usporedbom poluklasičnog spektra s apsorpcijskim mjerenjima guste K-Rb pare na visokim temperaturama identificirane su tri difuzne vrpce, od kojih je jedna opažena i u ekscitacijskom spektru KRb dimera formiranog na površini hladne helijeve kapljice.

Diskutirana su moguća objašnjenja plavih satelitskih vrpca u blizini cezijevih atomskih linija $7P_{3/2}$ i $7P_{1/2}$ opaženih u ultrahladnim uvjetima [3]. Računi pokazuju da iznad $7P_{3/2}$ asimptote za 0_u^+ i 2_g simetrije postoji plavi satelit bliži atomskoj liniji, ukazujući na nešto nižu potencijalnu barijeru.

Izračunat je oblik apsorpcijskih vrpca RbCs molekule adsorbirane na površini hladne helijeve kapljice. Utjecaj helijevog klastera uzet je u obzir tretirajući klaster kao kriostat i anticipirajući efekte širenja koji vode na kontinuirane vrpce. Računi su ograničeni na Hundov slučaj (a), zanemarujući spin-orbitalno međudjelovanje te uz pretpostavku konstantnih prijelaznih dipolnih momenta, što može poslužiti kao prva aproksimacija pri usporedbi s budućim eksperimentalnim rezultatima.

Izračunate su poluklasična i kvantnomehanička simulacija apsorpcijskog spektra Rb₂ dimera, uzimajući u obzir sve moguće prijelaze koji uključuju potencijale vezane uz $^2S + 5^2S$ i $5^2S + 5^2P$ asimptote. Teorijski model je konzistentan s eksperimentom samo ako se uzme u obzir radijalna ovisnost kako prijelaznih dipolnih momenta tako i matričnih elemenata spin-orbitalnog međudjelovanja.

Kvazirelativistički *ab initio* pseudopotencijal za atom Cs ($[Kr] 5s^2 5p^6 6s^1$) reoptimiziran je tako da bolje opisuje eksperimentalne energije pobude i ionizacije Cs atoma. Izračunate su potencijalne krivulje (Hundov slučaj *a*) za 78 najnižih elektronskih stanja koja koreliraju s 9 najnižih asimptota (uključivo $6s+4f$) te osnovnog stanja Cs₂⁺. Izračunat je i veći broj prijelaznih dipolnih momenata kao i matrični elementi međudjelovanja spina i orbite među stanjima koja potječu iz $6s + (6p, 7p, 5d, 6d)$ asimptota.

Izračunate su Born-Openheimerove potencijalne krivulje za $^3\Sigma$ stanja malog angularnog orbitalnog momenta ℓ ($30d + 5s$) te za vodik u slična stanja ($n = 30$), za koja je izračunata i elektronska gustoća stanja (*trilobit*).

THEORETICAL ASPECTS OF COLD COLLISIONS

Quantum-mechanical simulations of the excitation spectra of KRb from the lowest vibrational level of the lowest triplet and singlet electronic states have been performed using recently calculated interaction potential curves and corresponding transition dipole moments. The obtained spectra can be used for a comparison with experimental absorption spectra of KRb molecules produced in their vibronic ground state or attached to cold helium droplets. In addition, we compare the semiclassical simulated spectra with absorption measurements in dense K-Rb vapor at high

temperatures, which helped us to identify three diffuse bands as $1^3\Sigma^+ - 3^3\Pi$, $1^3\Sigma^+ - 4^3\Pi$ and $1^1\Sigma^+ - 4^1\Sigma^+$ transitions. The first may be observable in an excitation spectrum of KRb dimer formed on cold helium droplets.

We calculated the form of absorption bands of RbCs molecules attached to the surface of cold helium droplets. The influence of the helium cluster was taken into account by treating the cluster as a finite-size cryostat and by anticipating the broadening effects which yield continuum bands. Thus, only the lowest vibrational wave functions of the lowest singlet and triplet electron states were taken into account. The calculations are limited to the Hund's coupling case a , with neglected spin-orbit interaction and assuming constant transition-dipole-moment functions, which can serve as the first approximation to be compared with future experimental results.

Experimental studies of the absorption spectrum of the Rb₂ dimer are performed in the 600–1100 nm wavelength range for temperatures between 615 and 745 K. The reduced absorption coefficient is measured by spatially resolved white light absorption in overheated rubidium vapor with a radial temperature gradient, which enables simultaneous measurements at different temperatures. Semiclassical and quantum spectral simulations are obtained by taking into account all possible transitions involving the potential curves stemming from the $5^2S + 5^2S$ and $5^2S + 5^2P$ asymptotes. The most accurate experimental potential curves are used where available, and newly calculated potential curves and transition dipole moments otherwise. The overall consistency of the theoretical model with the experimental interpretation is obtained only if the radial dependence of both the calculated transition dipole moments and the spin-orbit coupling is taken into account. This highlights the low-resolution absorption spectroscopy as a valuable tool for checking the accuracy of molecular electronic structure calculations.

Atomic line self-broadening of Cs near $7P3/2$ and $7P1/2$ atomic lines at ultracold temperatures using a magneto-optical trap and resonant ionization detection and blue satellite band features at detunings of 560 and 800 MHz, respectively, as well as sharp hyperfine-split photoassociative spectra on the red wings of each line and also on the blue wings have been observed. Possible explanations of these features are discussed.

Objavljeni radovi:

Redovni radovi u CC časopisu

1. R.Beuc, M. Movre, T. Ban, G. Pichler, M. Aymar, O. Dulieu, W. Ernst, *Predictions for the observation of KRb spectra under cold conditions*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **39**, S1191-S1201 (2006)
2. W. E. Ernst, R. Huber, S. Jiang, R. Beuc, M. Movre, G. Pichler, *Cesium dimer spectroscopy on helium droplets*. J. Chem. Phys. **124**, 024313/6 (2006)
3. M. Pichler, J. Qi, W. C. Stwalley, R. Beuc, G. Pichler, *Observation of blue satellite bands and photoassociation at ultracold temperatures*, Phys. Rev. A **73** 021403/4 (2006)
4. C. Vadla, R. Beuc, V. Horvatic, M. Movre, A. Quentmeier, K. Niemax, *Comparison of theoretical and experimental red and near infrared absorption spectra in overheated potassium vapour*. Eur. Phys. J. D **37** 37-49 (2006)
(on-line 2005, DOI:10.1140/epjd/e2005-00241-3)

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

5. M. Movre, B. Horvatić, R. Beuc, *Spectra of alkali dimers adsorbed on the helium nano cryostat*, Brijuni Conference X: Imaging in space and time, Book of abstracts, S. D. Bosanac, ed., Brijuni 2006 (poster, sažetak)
6. M. Pichler, J. Qi, W. C. Stwalwy, R. Beuc, G. Pichler, *Blue satellite bands and photoassociation near $7P_{3/2}$ and $7P_{1/2}$ atomic limits in cesium*, DAMOP 2006, Knoxville, USA 2006 (sažetak)

Međunarodna znanstvena suradnja

1. *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.
2. *Teorijski aspekt formiranja ultrahladnih molekula, novi mehanizmi, novi sistemi*, hrvatsko-francuski projekt. Voditelji: dr. sc. Robert Beuc i Dr. Olivier Dulier, Orsay.

Neposredna suradnja

1. Prof. Dr. W. Meyer, Technische Universität, Kaiserslautern, Njemačka.

Sudjelovanje u nastavi:

dodiplomska nastava

R. Beuc, viši predavač na Zdravstvenom veleučilištu: Studij Fizioterapije, predmet **Fizika** (2006.-)

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

M. Movre: *I to je fizika ...*, Zbornik popularnih predavanja na Sveučilištu povodom Svjetske godine fizike, M. herak, M. Movre, B. Obelić, M. Požek (ur.), Hrvatsko fizikalno društvo, Zagreb 2006

M. Movre: recenzent udžbenika fizike za osnovnu i srednju školu.

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

Nastavljen je rad na raspoznavanju uzoraka računanjem numeričkih deskriptora (momenata slike) koji nose informaciju invarijantnu na translaciju, rotaciju i promjenu skale ulaza. Razvijeni su programi za: a) računanje raznih tipova deskriptora, b) za nalaženje najnižeg reda razvoja polinoma s invarijantama koje daju zadovoljavajući opis ulaza i c) za statističku usporedbu ulaza i slike sintetizirane pomoću deskriptora. Razmatra se i uvođenje težinske funkcije kojom bi se definirao utjecaj pojedinih momenata na što efikasniji postupak raspoznavanja.

Nastavljen je rad na mjerenju fotopolimerizacijskih efekata kompozitnih smola koje se koriste u stomatologiji upotrebom digitalne laserske interferometrije (suradnja sa Stomatološkim fakultetom). Proučavano je ponašanje nove generacije kompozita i izvora svjetlosti. Pokazano je da novi materijali demonstriraju slabiji efekt polimerizacijskog skupljanja od ranije mjerenih materijala, što je povoljan rezultat za kliničku praksu.

U području digitalne holografije nastavljen je rad na povećanju osjetljivosti metode s ciljem detekcije korona izboja (suradnja s Louis Pasteur sveučilištem u Strasbourgu). Postupak koji predlažemo verificiran je eksperimentalnim mjerenjima i obradama dobivenih interferograma. Nastavljen je rad na istraživanju površinskih vibracija glazbenih instrumenata i utjecaju pojedinih dijelova rezonatora na modalnu strukturu.

Razvijen je sustav praćenja vibracijskih modalnih struktura u realnom vremenu. Sustav je temeljen na optičkoj rekonstrukciji digitalnih holograma. Eksperimentalni uređaj se sastoji od dva međusobno povezana dijela, jedan za snimanje digitalnih holograma i drugi za rekonstrukciju. Snimanje je realizirano u kvazi-Fourierovoj konfiguraciji uz upotrebu digitalnog CCD senzora, dok je za rekonstrukciju korišten prošireni postav za Fourierovu transformaciju dvo-dimenzionalnih signala uz upotrebu zaslona s tekućim kristalima i analognog CCD senzora. Rad uređaja kao i brzina osvježavanja od 50 Hz (tri reda veličine brže od digitalne rekonstrukcije holograma) demonstriran je na monitoringu vibracijskih modova silicijske membrane. Osim monitoringa, uređaj na jednostavan način omogućuje podešavanje parametara za bilježenje digitalnih holograma kao i brzo traženje rezonantnih frekvencija plohe koja titra. Također su nađeni udari (*mode beating*) između udaljenih frekvencija.

OPTICAL FILTERING, INTERFEROMETRY AND HOLOGRAPHY

We continued the investigations on invariant pattern recognition by: calculating image moments, developing appropriate statistical analysis, and introducing the weighting functions for describing the particular moment influence. We used digital laser interferometry to measure the thickness variations of the resin composite materials. Lower photopolimerization shrinkage is recorded for some promising new materials (collaboration with the Dental faculty in Zagreb).

In digital holography, we proposed a procedure for sensitivity enhancement to detect the corona discharge (collaboration with the Louis Pasteur University in Strasbourg). We continued the modal structure investigations of the surface vibrations of musical instruments.

We developed a two-stage device for the real-time monitoring of vibration fringe patterns. One stage is used for recording digital holograms and the other for instantaneous optical reconstructing of the obtained holograms. Two optical architectures are used, namely, the quasi-Fourier off-axis for recording and the extended Fourier transform for reconstructing. Thus realized optical reconstructing showed to be three orders of magnitude faster than the corresponding numerical. The real-time operations such as monitoring of vibration modes, or adjusting the hologram recording parameters, or searching for the resonant frequencies are easily achieved. Furthermore, mode beating between two distant frequencies was observed and detected.

Objavljeni radovi

Redovni radovi u CC časopisima

1. N. Demoli
Real-time monitoring of vibration fringe patterns by optical reconstruction of digital holograms: mode beating detection
Optics Express **14** (6), 2117-2122 (2006).
2. Z. Tarle, A. Knežević, N. Demoli, A. Meniga, J. Šutalo, G. Unterbrink, M. Ristić, G. Pichler
Comparison of composite curing parameters: effect of light source and curing mode on conversion, temperature rise and polymerization shrinkage
Operative Dentistry **31** (2), 219-226 (2006).

Ostali radovi

3. Z. Tarle, A. Knežević, D. Škrčić, N. Demoli, A. Meniga, V. Pandurić, K. Prskalo, V. Negovetić Mandić
Degree of conversion and polymerization shrinkage of experimental amorphous calcium phosphate based composites
Italian Journal of Operative Dentistry **4** (1), 240 (2006).

Radovi u zbornicima konferencija

4. I. Djurek, D. Djurek, A. Petošić, N. Demoli
Non linear stiffness of the loudspeaker measured in an evacuated space
AES Convention Paper, 121th Convention, San Francisco, CA, 5-8. listopada 2006. (paper 6940)

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. K. Šariri, N. Demoli
Application of image moments analysis in character recognition
Marie Curier Workshop 2006 – Abstract Book, Academic mind, Zagreb i Beograd, 7-11. listopada 2006. (poster)

Diplomski rad

1. V. Šustić
Određivanje koeficijenta toplinskog rastezanja pomoću digitalne laserske interferometrije

Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, diplomski rad, 03.04.2006.
(neposredni voditelj: dr. sc. N. Demoli).

Međunarodna znanstvena suradnja

Neformalna

Dinamička viševalna digitalna holografska interferometrija
nosioci: Louis Pasteur sveučilište, Strasbourg, prof. D. Vukičević i
Institut za fiziku, Zagreb, dr. sc. N. Demoli.

Upotreba zaslona s tekućim kristalima u optičkoj obradi signala
nosioci: Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, dr. G. Wernicke i
Institut za fiziku, Zagreb, dr. sc. N. Demoli.

Domaća znanstvena suradnja

Formalna

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

Neformalna

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

Sudjelovanje u nastavi

Poslijediplomska nastava

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

Ostalo

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

N. Demoli, recenzent časopisa: *Optics Letters*, *JOSA A*, *Applied Optics*, *Optical Engineering*,
Optics Communications i *Fizika*.

RAST I MORFOLOGIJA KRISTALA RAVNOTEŽNOG OBLIKA POVRŠINE (0035006)

Glavni istraživač: Dr. sc. Zlatko Vučić, znanstveni savjetnik

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

Opis istraživanja

U 2006. istraživana je kinetika rasta monokristala mješovitih superionskih vodiča (SIC), koje njihova visoka atomska difuzivnost kvalificira kao jedinu skupinu kristala makroskopskih (mm) dimenzija (uz cm kristale ^4He), kod kojih su moguća *in situ* mjerenja globalnih promjena konvencionalnim optičkim tehnikama. Naročit interes leži u različitim temperaturnim skalama, kinetika na 650 - 850 K kod SICa jest komplement sličnim svojstvima ^4He na mK temperaturama. Pokazuje se nemogućim predvidjeti kinetičke koeficijente rasta u okviru linearne kinetike, pa je jedini izlaz istraživanje globalne kinetike. Na taj način moguće je dobiti cjelovitu sliku o lokalnoj supersaturaciji, tj o njenoj orijentacijskoj i vremenskoj ovisnosti u uvjetima vanjske nametnute pokretačke sile za rast. To pak pruža mogućnost razumijevanja nerazjašnjenih promjena brzina rasta faceta (eruptivni rast) kao i odgovarajućih mehanizama rasta.

Anomalno ponašanje brzine rasta facete Cu_{2-x}Se tijekom rasta u uvjetima konstantnog dotoka materijala temelj je za predlaganje novog modela rasta. Postavljena je jednadžba gibanja facete koja uključuje tri sile na facetu. Prvom, nametnutom, osigurava se dotok materijala, a druga, inducirana (termodinamička sila), sustav nastoji vratiti u ravnotežu. Novopostulirana sila ima funkciju trenja i linearno ovisi o brzini facete. Posljedica je usporavajućih procesa kao što su formiranje nukleusa (proboja aktivacijskog praga) i lateralni rast nukleusa (sudari s adatomima na vicinalima). Novi pristup omogućuje razumijevanje i trenutka pojave plohe i abnormalno dugog odsustva rasta, kao i pojave eruptivnog rasta. Rješenje jednadžbe gibanja izvrsno se slaže s eksperimentom. Rad je izložen na konferenciji MECO 31 (Primošten, travanj 2006.), i u pripremi je za objavljivanje.

Problem lokalne inducirane supersaturacije posebno je istraživana. Ispitan je utjecaj formiranja faceta na površini sfernog kristala na inače uniformnu stacionarnu raspodjelu gustoće Cu atoma u uvjetima konstantnog dotoka Cu atoma. Gradijentu gustoće ekvivalentna veličina, supersaturacija, pokazuje jaku ovisnost o veličini faceta dovoljnu da i uvjetima ekstremno slabog dotoka Cu atoma izazove 2D nukleaciju na faceti. Rad 'Model study of local enhancement of chemical potential gradient after facet formation on growing spherical Cu_{2-x}Se crystals', Lovrić et al prihvaćen je za tisak (Feb. 2007) u Journal of Crystal Growth.

Razvijali smo metodu digitalne laserske interferometrije za subnanometarski razlučivo mjerenje vertikalnog rasta faceta. Treba eksperimentalno nedvosmisleno potvrditi pa i modelirati eruptivni način rasta, kao i cjelokupni pristup nelinearne kinetike rasta. Jednako je važno pokazati postoji li i linearni rast u uvjetima visoke potencijalne barijere, a ekstremno male pokretačke sile za rast. Rad 'Reducing of phase retrieval errors in Fourier analysis of 2D digital model interferograms', Gladić et al prihvaćen je za tisak (Jan 2007) u Optics and Lasers in Engineering.

Sudjelovanje (Z. Vučić) u eksperimentalnoj implementaciji novog elektroničkog osobnog dozimetra u bolničku interventnu radiologiju (suradnja s I. Prlićem, IMI Zagreb). Organizirana je (Z. Vučić) i 22. ljetna škola mladih fizičara (za nagrađene učenike s državnog natjecanja iz fizike) u Labinu od 18. do 24. lipnja 2006., posvećena 150. obljetnici rođenja Nikole Tesle.

GROWTH AND MORPHOLOGY OF CRYSTALS WITH EQUILIBRIUM – LIKE SHAPED SURFACE

In 2006 the kinetics of mixed superionic conductors (SIC) single crystal growth was investigated. The high diffusivity of these materials qualifies them as the only materials with macroscopic (mm) crystals (besides ^4He), global changes of which may be measured *in situ* by conventional optical techniques. They are especially interesting since their kinetics at 650-850 K represents the complement to similar characteristics of ^4He at mK temperatures. Since it turns out that it is not possible to predict the kinetic growth coefficients within the framework of the linear kinetics, one has to study the kinetics globally. By doing so one may obtain the comprehensive picture of orientation and time dependence of local supersaturation under the conditions of imposed driving force. This enables the understanding of yet unresolved changes in facet growth rate (eruptive growth mode), and of the underlying growth mechanisms.

The anomalous behaviour of the facet growth rate of Cu_{2-x}Se during the growth under the conditions of constant material influx represents the basis for proposing a new growth model. An equation for facet motion, involving three forces acting on a facet, has been written. First force is the imposed force governing the material influx. The second one is the induced thermodynamic force trying to restore the system to its equilibrium. The third, newly postulated force acts like a friction and is linear in the facet velocity, being a consequence of the processes that slow down the facet motion, such as nucleus formation (penetration of the activation barrier) and lateral growth of the nucleus (collisions with adatoms on vicinal surfaces). This new approach enables the understanding of the time instant of facet appearance, of long periods during which the facet does not grow and of the appearance of the eruptive growth mode. The solutions to this equation are in excellent agreement with the experiments.

Special attention was paid to the study of the induced supersaturation through the study of the influence of facet formation on otherwise uniform stationary concentration distribution of Cu atoms under the conditions of constant influx of Cu atoms. The supersaturation, i.e. the concentration gradient, exhibits strong dependence on the facet size, and is large enough to cause the 2D nucleation on the facet even under the conditions of very small Cu atoms influx. The article, "Model study of local enhancement of chemical potential gradient after facet formation on growing spherical Cu_{2-x}Se crystals" by Lovrić et al has been accepted for publication (Feb 2007) in Journal of Crystal Growth.

Digital laser interferometry method for sub-nanometre resolution measurements of the vertical facet growth has been developed. The eruptive growth mode should be experimentally verified and modelled. The article "Reducing of phase retrieval errors in Fourier analysis of 2D digital model interferograms", by Gladić et al has been accepted for publication (Jan 2007) in Optics and Lasers in Engineering.

Z. Vučić contributed to the experimental implementation of the new electronic personal dosimeter in clinical radiology (collaboration with I. Prlić, IMI, Zagreb). Z. Vučić organized the 22nd Young Physicists Summer School (for pupils awarded at the National physics competition) in Labin, 18th-24th of July, 2006, dedicated to the 150th birth anniversary of Nikola Tesla.

Objavljeni radovi

Rad objavljen u zborniku konferencije

Prlić I., Rubin O., Milković-Kraus S., Vučić Z., Vrtar M.,
Active electronic personal dosemeter in interventional radiology,
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006,
Imaging the Future Medicine, 27.08. - 01.09. 2006. Seoul, Republic Korea,
IOMP Proceedings, ISBN 3-540-36839-6, Vol. 2. Springer Verlag Berlin 2006, on CD.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

Z. Vučić, J. Gladić, and D. Lovrić,

A model of facet kinetics during the equilibrium-like crystal shape growth,
Meco 31, 31st Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics, 23-26 April
2006, Primošten, Croatia, Zbornik apstrakata

Prlić I., Rubin O., Milković-Kraus S., Vučić Z., Vrtar M.,

Active electronic personal dosimeter in interventional radiology,
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006,
Imaging the Future Medicine, 27.08 - 01.09. 2006., Seoul, Republic Korea, IOMP
Book of Abstracts, ISBN 3-540-36839-6, Springer Verlag Berlin 2006, on CD.

Prlić I., Surić Mihić M., Meštović T., Vučić Z., Cerovac Z.,

ALARA OD Active Electronic Personal Dosimeter –
- implementing a new concept in radiation dosimetry,
10th International Symposium on Radiation Physics, 17.-22. 10. 2006., Coimbra, Portugal,
Book of Abstracts, D 72.

Prlić I., Surić Mihić M., Meštović T., Vučić Z., Cerovac Z.,

ALARA OD Active Electronic Personal Dosimeter -
- implementing a new concept in radiation dosimetry,
Marie Curie Workshop 2006 in Croatia and Serbia,
Celebrating 150th Anniversary of Nikola Tesla, Zagreb 7-9.10.2006.,
Beograd 9.-11.10.2006., Abstract book, ISBN 86-7282-056-8

Znanstvena suradnja (domaća, neformalna)

Suradnja s inž. Ivicom Prličem, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, (022-0222882-2335) voditelj dr. sc. G. Marović, razvoj profilometrijske metode za mjerenje 3D oblika.

Diplomski, magistarski i diplomski radovi:

Dr. sc. Z. Vučić,

Suvoditelj inž. Ivici Prliču za izradu doktorske disertacije iz medicinske fizike pod naslovom:
'Istraživanje prostorno – vremenske raspodjele rendgenskog zračenja vrlo niskih doza pri
dijagnostičkoj, terapijskoj i interventnoj radiologiji', Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno –
matematički fakultet, Zagreb.

Ostalo

Dr. sc. Jadranko Gladić, službeno imenovana kontakt osoba na Institutu za fiziku za diseminaciju
informacija o Okvirnim programima Europske unije za istraživanje i tehnološki razvoj.
Sudjelovanje na 'Radionici za mobilnost znanstvenika i istraživača u Hrvatskoj', 23. 10. 2006. na
FSB-u u Zagrebu

Dr. sc. Z. Vučić, priprema, organizacija i voditeljstvo 22. ljetne škole mladih fizičara, Labin 18.-24.
lipnja 2006., posvećena 150. obljetnici rođenja Nikole Tesle.
Zbornik predavanja (HFD–Zagreb, 2006. ISBN 953-7178-06-4).

Dr. sc. Z. Vučić, rad na razvoju autonomne, hidrografske i meteorološke sonde u okviru projekta e-
škole HFD-a.

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

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

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

Opis istraživanja

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

- *Sustavi izvan ravnoteže*

Fazni prijelazi u sustavima daleko od ravnoteže promatrani su na primjeru 1d modela potpuno asimetričnog procesa isključenja. Proučavan je efekt dugodosežnih preskoka čija vjerojatnost opada s udaljenošću kao $1/l^{1+\nu}$ na fazne prijelaze inducirane rubnim uvjetima u ovom modelu. Analizirano je područje relevantnosti dogodosežnih preskoka (ovisno o ν), te nova ponašanja u području prijelaza prvog i drugog reda koje oni izazivaju.

(J. Szavits-Nossan, K. Uzelac.: *Totally asymmetric exclusion process with long-range hopping*, Phys. Rev. E **74**, 051104 2006)

- *Geometrijski aspekti faznih prijelaza*

Proučavani su geometrijski aspekti faznih prijelaza u okviru Pottsovog modela koristeći Fortuin-Kasteleyn transformaciju kojom se ovaj model svodi na model generalizirane perkolacije. Koristeći geometrijske argumente uspjeli smo konstruirati algoritam invazivnog grozda za trikritičnu točku u 2d Pottsovom modelu s ravnotežnim razrjeđenjem, koji na samoregulirajući način locira trikritičnu točku i dobro reproducira odgovarajuća scaling svojstva.

(I. Balog, K. Uzelac: *Invaded cluster algorithm for a tricritical point in a diluted Potts model*, preprint, poslan u PRE 2006)

- *Nule particijske funkcije za model s ograničenjem*

Izvedeno je egzaktno analitičko rješenje za Pottsov model s ograničenjem u granici srednjeg polja. Analizirane su nule particijske funkcije ovog modela u kompleksnoj ravnini, te promjena kritičnog ponašanja u odnosu na izvorni model. (Z. Glumac, K. Uzelac: *Solution of the constrained Potts model in the mean-field limit*, preprint)

- *Polaroni*

Razvijena je metoda za numeričko računanje spektralnih svojstava jednog elektrona vezanog za kristalnu rešetku. Izračunata je spektralna funkcija elektrona za Holsteinov model, te su dobiveni rezultati za tri različita režima parametara: za granicu slabe veze, za granicu jake veze, i za prijelazno područje između ove dvije granice. Ovi rezultati za elektronsku spektralnu funkciju jedni su od najtočnijih u literaturi, jedino što su dobiveni za male i srednje vrijednosti adijabatskog parametra, dok je za velike vrijednosti adijabatskog parametra neophodno razviti drugačiji numerički pristup. (O.S. Barišić). Posebna pažnja posvećena je i dvjema metodama već objavljenim u literaturi: metodi usrednjavanja po momentu (momentum averaging method - MA metoda) i metodi dinamičkog srednjeg polja (dynamical mean field theory - DMFT). Nađeno je kako metoda usrednjavanja po momentu odgovara dijagramskom računu smetnje u kojem su zadržani samo doprinosi vlastitoj energiji koji u istom vremenskom trenutku uključuju fonone na samo jednom čvoru rešetke. Pokazao je da ovo odgovara rješavanju Holsteinovog polaronskog problema unutar posebnog potprostora stanja koji uključuje samo stanja s fononima na jednom od čvorova rešetke i elektronu na proizvoljnoj udaljenosti od tih fonona. Također, pokazao je kako metoda usrednjavanja

po momentu odgovara prvom koraku iterativne procedure koja se izvodi unutar metode dinamičkog srednjeg polja ako se iteracija započne lokalnim propagatorom za slobodni elektron. (O. S. Barišić)

- *Organski materijali*

Nastavili smo rad na modeliranju uređaja baziranih na tankim filmovima amorfnih organskih materijala. Teorijski smo ispitali utjecaj energetske i prostorne strukture granice dvaju organskim materijala na procese kreiranja i razbijanja ekscitona i ekscipleksa u organskim svijetlećim diodama i fotovoltaičnim ćelijama. (E. Tutiš)

- *Piroklorni kristali*

Počeli smo studirati materijale u kojima se, uglavnom radi strukturnih razloga, sukobljuju razne vrste prostornog uređenja. Naročito smo analizirali uzroke anomalnih transportnih svojstava u KOsoO_6 , materijalu s piroklornom kristalnom strukturom i mekim fononskim modom (zvečkom). Materijali s piroklornom strukturom često imaju jako naglašenu frustraciju za magnetsko uređenje. a KOsoO_6 na temperaturi oko 9K postaje supravodljiv. (E. Tutiš)

THEORY OF CRITICAL PHENOMENA AND MODELLING IN MANY-PARTICLE SYSTEMS.

Theoretical investigations of critical phenomena and modelling in many-particle systems include several topics belonging both to statistical and condensed matter physics. The equilibrium critical phenomena were studied on discrete models on the lattice, using different numerical and renormalization group approaches, with the emphasis on geometrical aspects of phase transitions, long-range interactions and effects of constraints to the phase transition. Geometrical aspects of phase transitions were studied in the framework of the Potts model by using the Fortuin-Kasteleyn transformation which establishes the correspondence between this model and generalized percolation. On the basis of geometrical arguments, we proposed the generalisation of the invaded percolation algorithm to the tricritical point of a 2d Potts model with annealed dilution, which locates the tricritical point in a self-regulating way and reproduces well the corresponding critical properties. (Balog, Uzelac)

The Potts model with the constraint on number of states was exactly solved in the mean-field limit and the partition function zeros in the complex temperature plain were analyzed. (Glumac, Uzelac)

We have also studied the phase transitions far from equilibrium, that presently attract considerable attention in context of solid state physics, and are also related to phenomena of growth or biological processes. We have studied the effect of long-range hopping on the boundary induced phase transitions in the one dimensional model for asymmetric exclusion process. A new behaviour was found both in the first- and second-order phase transition regimes. (Szavits Nossan, Uzelac)

A new numerical method devoted to calculations of electron properties in the low-density limit of the electron-lattice coupled systems was developed. In particular, the polaronic effects on electron properties have been investigated within the Holstein model, for which the single-electron spectral function and the optical conductivity were obtained in the weak- and the strong-coupling limits, and for the crossover regime between these two limiting behaviours. The results are very accurate, although limited to small and mid-range values of the adiabatic parameter. The case of large values of the adiabatic parameter should be considered by different approaches. In the context of new results, two methods suggested in the literature were examined: the momentum averaging (MA) method and the dynamical mean-field theory (DMFT). It is argued that the first method provides the electron Green's function, that includes only the self-energy diagrams describing processes for which the phonons occupy just one lattice site at the same instant of time. It is found that this is equivalent to the treatment of the Holstein polaron problem within the Hilbert subspace spanned by the states for which the phonons are at one lattice site that may be at any distance from the electron. Finally, it is shown that the MA and the first step of the DMFT are equivalent if the local free-electron Green's function is used as the initial guess for the DMFT. (O.S. Barišić)

We continued the work on modeling the devices based on thin films of amorphous organic materials. The effects of energetic and spatial configuration of the interface between two materials

is examined with respect creation and dissociation of excitons and exciplexes in organic light-emitting diodes and photovoltaic cells. Recently we also began to study the materials where different kinds of spatial ordering confront, mostly due to peculiar crystal structure of the material. The source of the anomalous transport properties in KOsO6 has been examined in that respect. KOsO6 is a material with the pyrochlore crystal structure, the one hosting many spin-ice compounds. It is also characterized by extraordinary soft, "rattling" phonon mode, and becomes superconducting at temperature as high as 9K. (E. Tutiš)

Objavljeni radovi:

Redovni radovi u CC časopisu

Szavits-Nossan, Juraj; Uzelac, Katarina.

Totally asymmetric exclusion process with long-range hopping. // *Physical Review E*. **74** (2006) ; 051104 ; 1-8

Barišić, Osor-Slaven.

Holstein light quantum polarons on the one-dimensional lattice. // *Physical Review B*. **73** (2006) ; 214304_1 - 12

Barišić, Osor-Slaven; Barišić, Slaven.

Quantum adiabatic polarons by translationally invariant perturbation theory. // *The European Physical Journal B*. **54** (2006) ; 1-9

Castro, F. A.; Benmansour, H.; Graeff, C. F. O.; Nueesch, F.; Tutiš, Eduard; Hany, R.

Nanostructured Organic Layers via Polymer Demixing for Interface-Enhanced Photovoltaic Cells. // *Chemistry of Materials*. **18** (2006) , 23; 5504 – 5509

Houili, Hocine; Tutiš, Eduard; Batistić, Ivo; Zuppiroli, Libero.

Investigation of the charge transport through disordered organic molecular heterojunctions. // *Journal of Applied Physics*. **100** (2006) , 3; 033702-033714

Houili, Hocine; Tutiš, Eduard; Zuppiroli, Libero.

Charge transport across organic-organic interfaces in organic light-emitting diodes. // *Synthetic Metals*. **156** (2006) , 18-20; 1256-1261

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

I. Balog, K. Uzelac:

The invaded cluster algorithm for a tricritical point of 2D diluted Potts model

Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics - MECO 31, Primosten, 23.4-27.4.2006.

J. Szavits Nossan, K. Uzelac:

Totally Asymmetric exclusion process with long-range hopping

Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics - MECO 31, Primosten, 23.4-27.4.2006.

Z. Glumac, K. Uzelac:

Solution of the constrained Potts model in the mean-field limit

Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics - MECO 31, Primosten, 23.4-27.4.2006.

Jurić, Ivan; Tutiš, Eduard; Batistić, Ivo.
Hopping conduction at high field in disordered molecular system,
Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics - MECO 31, Primosten,
23.4-27.4.2006.

Sudjelovanje u nastavi:

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

Osor S. Barišić
Uvod u statističku fiziku (vježbe) - 3. godina, prof. smjerovi,
PMF, Zagreb

Ivan Balog:
Praktikum III,
druga godina, PMF, Zagreb

Juraj Szavits Nossan:
Praktikum III, --- provjeriti naziv
druga godina, PMF, Zagreb

Ostalo

- K Uzelac - pridruženi urednik u časopisu Fizika A

- *Organizacija konferencije*

Organizacija i održavanje međunarodne konferencije iz statističke fizike:
Middle European Cooperation in Statistical Physics (MECO 31), Primošten, 23-27 travnja 2006.g.
(<http://meco31.ifs.hr/>). Teme su bile: neuređeni sustavi, pojave izvan ravnoteže, kompleksni sustavi
i interdisciplinarne primjene, niskodimenzionalni sustavi. Sudionici su bili iz 20-tak, uglavnom
europskih zemalja.

ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA SLITINA I INTERMETLIKA (0035008)

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

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

Opis istraživanja:

Nastavljeno je istraživanje električnih transportnih svojstava i na osnovu njih određenih strukturnih svojstava tankih filmova metastabilnih, pretežno amornih slitina na bazi aluminija i refraktornih metala (RM = Mo, W, Nb, Ta). Započeto je istraživanje svojstava tankih Ag-W filmova. Tanki filmovi debljine do 500 nm dobiveni su magnetronskom kodepozicijom u *Laboratoriju za tanke filmove* na IRB-u.

Al-RM tanki filmovi su materijali koje je moguće dobiti amornima u širokom području koncentracija pri čemu Al-W i Al-Mo slitine kristaliziraju na relativno visokim temperaturama (iznad 450°C). Kao značajniji rezultat istraživanja navodimo određivanje omjera otpornosti Al-RM slitina (odnosno intermetalnih spojeva) nakon kristalizacije i slitina po depoziciji, R_c/R_a , a koji pokazuje sličnu ovisnost o koncentraciji aluminija za četiri istražena Al-RM sistema. Taj omjer ima izraziti maksimum vrijednosti oko 2 u blizini koncentracija koje odgovaraju intermetalnim Al_3RM odnosno Al_4RM spojevima i to bez obzira na veliku razliku u otpornostima polaznih amornih slitina. Za manje koncentracije aluminija omjer se približava jedinici, a za veće koncentracije aluminija pada ispod 0.5. Električna svojstva "jednostavnih" Al-RM intermetalnih spojeva nisu do sada detaljnije istražena, ali se generalno može primjetiti tendencija porasta otpornosti s povećanjem uređenja u sistemima s približno 70-80 at% Al. Do sada dobiveni rezultati navode na zaključak da je moguće korelirati električnu otpornost prije i poslije kristalizacije, efekte relaksacije i Hallov efekt s utjecajem sp-d hibridizacije koja je očigledno najefektivnija u slitinama čiji sastav odgovara gore navedenim intermetalnim spojevima. Za formuliranje definitivnog zaključka potrebno je nastaviti ispitivanje Hallovog efekta (do sada je određen samo za Al-W slitine) te, mjerenjem električne otpornosti, ispitati strukturnu stabilnost Al-W slitina s većim koncentracijama aluminija.

Ag-W tanki filmovi, napravljeni od komponenata koje se ne miješaju, su nanokristalinični materijali čija struktura, veličina zrna i temperaturna stabilnost jako ovise o sastavu, parametrima dobivanja i selektivno ugrađenim nečistoćama. Preliminarna mjerenja pokazala su da su Ag-W filmovi pretežno stabilni do oko 300°C, a jedan od ciljeva istraživanja je utvrđivanje parametara čijom bi se kontrolom njihova stabilnost dodatno povećala.

U suradnji s kolegama projekta 0035013 te znanstvenim novakom Osječkog Sveučilišta, D. Stanićem (MZOS projekt 0122005) započeto je ispitivanje utjecaja dopiranja na transportna svojstva (električni otpor, termostruju i toplinsku vodljivost) binarne faze $Al_{73}Mn_{27}$ dopirane s Fe i Pd uz istu strukturu i konstantan postotak Al. Također su započeta istraživanja anizotropije termoelektričnih i toplinskih svojstava, te Hall-ovog napona monokristala $Al_{80}Cr_{15}Fe_5$, kako bi se objasnilo porijeklo poluvodičkog ponašanja u kvaziperiodičkoj ravnini i metalnog ponašanja u periodičkom smjeru dekalgonalnih kvazikristala. Navedena istraživanja također su dio programa doktorskog rada D. Stanića. U suradnji s A. Smontarom i A. Bilušićem (MZOS projekt 0177166) završen je nosač za mjerenje transportnih svojstava (termostruje i električnog otpora) na visokim temperaturama od 300 do 1000 K. Također smo u svrhu proširenja eksperimentalnih metoda reorganizirali naše laboratorijske prostore te eksperimentalne uređaje kako bismo što optimalnije koristili postojeći instrumentarij.

ELECTRONIC AND STRUCTURAL PROPERTIES OF ALLOYS AND INTERMETALLICS

We have continued the investigation of electronic transport properties as well as structural properties of metastable, mostly amorphous, thin films made of aluminium and refractory metals (RM = Mo, W, Nb, Ta). We have also started the investigation of the Ag-W thin films properties. The films, up to 500 nm thick, were produced in the *Laboratory for thin films* at the Ruđer Bošković Institute by magnetron sputtering.

Al-RM thin films can be obtained amorphous over a large composition interval. Al-W and Al-Mo alloys crystallize at rather high temperatures (above 450 °C). We have determined the ratio of the resistivities of Al-RM alloys (and intermetallics) after the crystallization and those of as-deposited alloys, R_c/R_a . This ratio exhibits similar dependence on the aluminium concentration for all the four investigated alloy systems. It has a marked maximum close to 2 in the vicinity of the concentrations that correspond to the Al_3RM and Al_4RM intermetallic compounds, regardless of the large difference in the resistivity of the as-deposited alloys. In the alloys with the lower Al content R_c/R_a approaches the value 1, while in the alloys with the greater Al content it falls below 0.5. The electrical properties of the “simple” Al-RM intermetallic compounds have not been, up to now, systematically investigated. However, a tendency of the resistivity to increase with the increase of the structural order in the alloy systems with 70-80 at% Al is generally observed. The obtained results lead to the conclusion that it is possible to correlate the resistivity before and after the crystallization, relaxation effects and the Hall coefficient to the sp-d hybridization which is, evidently, most effective in the alloys with the composition that corresponds to the above mentioned intermetallic compounds. For a definite conclusion to be made it is necessary to complete the Hall effect measurements (up to now it has been determined for Al-W only) as well as to investigate, using electrical measurement, the structural stability of the amorphous Al-W alloys with the greater Al content.

Ag-W thin films, prepared from the completely immiscible components, are nanocrystalline materials and their structure, grain size and temperature stability strongly depend on the composition, preparation conditions and selectively built-in impurities. Preliminary measurements have shown that Ag-W films are stable to approximately 300°C. One of the aims of the systematic investigation of these films is to determine the parameters which control their stability in order to produce materials with increased stability.

In collaboration with colleagues, A. Smontara et. al (MoSES project 0035013), and D. Stanić, scientific novice of the Josip Juraj Strossmayer University Osijek (MoSES project 0122005), we have started to investigate, in details, the effects of doping on the transport properties (electrical resistivity, thermopower and thermal conductivity) of binary alloy $Al_{73}Mn_{27}$ doped with Fe or Pd with the same crystal-structure and constant percentage of Al. We have initiated experimental investigation of anisotropy of the thermoelectric and thermal properties, as well as the Hall effect of the single-crystal $Al_{80}Cr_{15}Fe_5$, in order to find the origin of semiconducting behaviour in a quasiperiodic plane and metallic one in a periodic direction of decagonal quasicrystals. These investigations are part of the research program of the PhD student D. Stanić.

Concurrently, in close collaboration with A. Smontara and A. Bilušić (MoSES project 0177166) we have finished the sample holder for the investigation of transport properties (electrical conductivity and thermopower) at high temperatures 300 - 1000 K. We have also reorganized our laboratories, as well as the experimental setups, in order to optimize instruments, due to the extension of the experimental methods.

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisu

Bihar, Željko; Bilušić, Ante; Lukatela, Jagoda; Smontara, Ana; Jeglič, P.; McGuinness, P.; Dolinšek, J.; Jagličić, Z.; Janovec, J.; Demange, V.; Dubois, J.M.

Magnetic, transport and thermoelectric properties of Al-Cr-Fe quasicrystalline approximants

Journal of Alloys and Compounds. 407 (2006), 1-2; 65-73.

Redovni rad u ostalim časopisima sa međunarodnom recenzijom

Kokanović, Ivan ; Leontić, Boran ; Lukatela, Jagoda

Superconducting properties of thermally-relaxed $Zr_{80}Co_{20}$ metallic glass

Fizika A 15 (2006) 1, 17-24.

Sudjelovanje na međunarodnim znanstvenim skupovima:

1. Smiljanić, Igor; Lukatela, Jagoda; Bilušić, Ante; Bihar, Željko; Smontara, Ana; Dolinšek, Jani
Fizikalna svojstva Bergmanove faze $Mg_{32}(Al,Zn)_{49}$

13. međunarodni sastanak *Vakuumska znanost i tehnika*, Koprivnica, Hrvatska, 13. 6. 2006.; Zbornik sažetaka, Radić, Nikola (ur.), Zagreb Hrvatsko vakuumsko društvo, 2006. 19-20 (poster)

2. Ivkov, Jovica; Radić, Nikola; Tonejc, Antun; Car, Tihomir
Električna svojstva Al_xTM_{100-x} ($TM=Mo, W, Nb$ i Ta) tankih filmova

međunarodni sastanak *Vakuumska znanost i tehnika*, Koprivnica, Hrvatska, 13. 6. 2006.; Zbornik sažetaka, Radić, Nikola (ur.), Zagreb Hrvatsko vakuumsko društvo, 2006. 24-25 (poster)

3. Radić, Nikola; Groetzschel, Rainer; Skoko, Željko; Tonejc, Antun; Ivkov, Jovica
Nanokristalne slitine srebra i volframa – dva potpuno nemješljiva metala

13. međunarodni sastanak *Vakuumska znanost i tehnika*, Koprivnica, Hrvatska (13. 6. 2006.); Zbornik sažetaka, Radić, Nikola (ur.), Zagreb Hrvatsko vakuumsko društvo, 2006. 6-7 (predavanje)

4. Car, Tihomir; Radić, Nikola; Ivkov, Jovica; Tonejc, Antun

Crystallization kinetics of amorphous Al_xMo_{1-x} thin films under isochronal conditions

JVC11 Joint Vacuum Conference, Prag, Češka, 24.-28. 9. 2006.; Programme and Book of Abstracts / Mašek, Karel (ur.).Prag, Czech Vacuum Society, 2006. 63-63 (poster)

5. Radić, Nikola; Grötzschel, Rainer; Skoko, Željko; Ivkov, Jovica

Nanocrystalline alloys of highly immiscible Ag-W system

JVC11 Joint Vacuum Conference, Prag, Češka, 24.-28. 9. 2006.; Programme and Book of Abstracts / Mašek, Karel (ur.).Prag, Czech Vacuum Society, 2006. 25-26 (predavanje)

Međunarodna znanstvena suradnja:

J. Lukatela suradnica na projektima:

1. *Thermal-transport and magnetic properties of highly frustrated magnets* (IB7320-111044), SCOPES (HR-CH projekt), voditelji: L. Forró, Institut de la Physique de la Matière Complexe, EPFL, Lausanne, Švicarska i A. Smontara, IF, Zagreb, Hrvatska.

2. *Ispitivanje novih kompleksnih metalnih spojeva i kvazikristala*, HR-SLO bilateralni projekt, voditelji: A. Smontara, IF, Zagreb, Hrvatska i J. Dolinšek, Institut J. Stefana, i Fakultet za matematiku i fiziku Sveučilišta u Ljubljani, Ljubljana, Slovenija.

Neposredna suradnja:

1. *Complex metallic alloys* (CMA), Network of Excellence (NoE) (detalji u 0035013)
2. *Highly frustrated magnetism* (HFM), mreža suradnje Europske znanstvene fondacije (ESF) (detalji u 0035013)
3. A. Bilušić, Fakultet prirodno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, Split.

MAGNETIZAM I SUPRAVODLJIVOST KOMPLEKSNIH OKSIDA PRIJELAZNIH METALA (0035009)

Glavni istraživač: dr.sc.Mladen Prester, znanstveni savjetnik

Suradnici: dr.sc.Đuro Drobac, viši znanstveni suradnik
dr.sc.Željko Marohnić, znanstveni suradnik
dr.sc. Ivica Živković, znanstveni novak

Opis istraživanja

U protekloj godini rad na projektu bio je dominantno usmjeren na istraživanje magnetskih svojstava tri grupe sistema: novog magnetskog *spin web* sistema Cu_3TeO_6 , novih oksihalida kobalta, nikla i bakra te rutenokuprata $\text{RuSr}_2\text{RECu}_2\text{O}_8$ (Ru1212) i $\text{RuSr}_2\text{RE}(2-x)\text{CexCu}_2\text{O}_{10}$ (Ru1222) (RE=rijetka zemlja). Na Cu_3TeO_6 su provedena, u suradnji sa znanstvenicima sa Paul Scherrer Instituta, iscrpna istraživanja spektra spinskih eksitacija na monokristalnim uzorcima mjerenjima neelastičnog raspršenja neutrona. Mjerenja su provedena na istraživačkom nuklearnom reaktoru FRM-II, TU Garching/Munchen tokom dva odobrena istraživačka ciklusa. Istraživanja magnetskih svojstava niza novih oksihalida baziranih na ionima kobalta i nikla (suradnja sa H. Berger, IPCM-EPFL, Lausanne i M.Johnsson, University of Stockholm), započeta 2005.g., u prošloj su godini nastavljena sa pojačanim intenzitetom uključivanjem međunarodne suradnje sa znanstvenicima sa drugih institucija. Napose su istraživani sistemi $\text{Co}_7(\text{TeO}_3)_4\text{Br}_6$, $\text{M}_5(\text{AO}_3)_4\text{X}_2$ (gdje je $\text{M}=\text{Co},\text{Ni}$, $\text{A}=\text{Te},\text{Se}$, $\text{X}=\text{Cl},\text{Br}$) te sistemi NiSeO_3 i $\text{Cu}_3(\text{SeO}_3)_4\text{X}_2$ ($\text{X}=\text{Cl},\text{Br}$). Na sistemu $\text{Co}_7(\text{TeO}_3)_4\text{Br}_6$ započelo je detaljno istraživanje kompleksnog magnetskog uređenja mjerenjima neutronske raspršenja na praškastim i monokristalnim uzorcima dok je u istraživanjem ostalih oksihalida izdvojen problem jake single-ion anizotropije kao nezaobilaznog elementa magnetskih svojstava na niskim temperaturama. Na rutenokupratima Ru1212 i Ru1222 pokrenuto je opsežno istraživanje nelinearnog doprinosa magnetskoj susceptibilnosti. Očekuje se naime da su zakonitosti uspostavljanja dugodosežnog magnetskog uređenja specifične za svaki od sistema (pa i za pojedine kompozicije) te da se odražavaju u nelinearnosti odziva na nametnuto magnetsko polje.

SUPERCONDUCTIVITY AND MAGNETISM IN COMPLEX SYSTEMS

In collaboration with scientists from Paul Scherrer Institute inelastic scattering studies have been performed on single crystalline samples of the new *spin-web* magnetic compound Cu_3TeO_6 . This work has been carried out using the research reactor facility FRM-II at TU Munchen/Garching. Interesting spin excitation spectrum has been documented, revealing the dominant spectral weight in non-dispersive, most probably optical, modes. Research of the magnetic properties of the recently discovered new oxohalides with cobalt and nickel ions, in particular of $\text{M}_5(\text{AO}_3)_4\text{X}_2$ (where $\text{M}=\text{Co},\text{Ni}$, $\text{A}=\text{Te},\text{Se}$, $\text{X}=\text{Cl},\text{Br}$) (see, our 2005. report), has been intensified introducing also new experimental methods (like elastic neutron scattering studies). In particular, a complex long range magnetic order of the compound $\text{Co}_7(\text{TeO}_3)_4\text{Br}_6$ has been studied by variety of techniques, collecting the elements that will be needed in the formulation of a model of the compound's magnetic structure.

Special attention has been devoted to the effects relying on the phenomenon of single-ion anisotropy, found to play an important role in new oxohalides. Studies of nonlinear susceptibility on ruthenocuprates Ru1212 and Ru1222 have been initiated. It is namely expected that long range magnetic order, establishing in these compounds by lowering temperatures, is ruled by specific mechanisms, giving rise to equally specific ingredients in nonlinear magnetic response.

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisu:

1. Becker, Richard; Berger, Helmuth; Johnsson, Mats; Prester, Mladen; Marohnić, Željko; Miljak, Marko; Herak, Mirta, *Crystal structure and magnetic properties of $\text{Co}_2\text{TeO}_3\text{Cl}_2$ and $\text{Co}_2\text{TeO}_3\text{Br}_2$* , Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) ; 836-842.
2. Becker, Richard; Johnsson, Mats; Berger, Helmuth; Prester, Mladen; Živković, Ivica; Drobac, Djuro; Miljak, Marko; Herak, Mirta, *Crystal structure and magnetic properties of $\text{Co}_7(\text{TeO}_3)_4\text{Br}_6$ - a new cobalt tellurite bromide*, Solid State Sciences. 8 (2006) ; 836-842.
3. Zaharko, O; Ronnow, H; Mesot, J; Crowe, SJ; Paul, DMcK; Brown, PJ; Daoud-Aladine, A; Meents, A; Wagner, A; Prester, Mladen; Berger, Helmuth, *Incommensurate magnetic ordering in $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{X}_2$ ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$) studied by single crystal neutron diffraction*, Physical Review B. 73 (2006) ; 1-7 .
4. Živković, Ivica; Drobac, Djuro; Prester, Mladen, *Two components butterfly hysteresis in $\text{RuSr}_2\text{EuCeCu}_2\text{O}_{10}$ ruthnenocuprate*, Physica C. **433** (2006); 234-239.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

M. Prester, *From Solid Science to Biophysics III, Cavtat*, 24.6.-1. 7. 2006. sa pozvanim usmenim saopćenjem *Rediscovered magnetic systems:- the case of Cu_3TeO_6*

Doktorski rad:

Ivica Živković, *Magnetska dinamika rutenokuprata*, PMF Zagreb. Doktorska teza obranjena je 5.7.2006. (mentor: Mladen Prester)

Međunarodna znanstvena suradnja- Formalna suradnja

Ime projekta: SCOPES Project No. IB7320-111105 *Sparsely connected antiferromagnets: Ground states, clusters and domains*

Koordinator na hrvatskoj strani: Dr.Mladen Prester

Partner u inozemstvu: Dr. Oksana Zaharko, Paul Scherrer Institute i ETH, Švicarska

Međunarodna znanstvena suradnja - Neformalna suradnja

Helmuth Berger, *Institut de la Physique de la Matiere Complexe, PH - FSB, Ecublens, EPFL CH-1015 Lausanne, Švicarska*

Mats Johnsson, *Department of Inorganic Chemistry, Stockholm University*

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

Christos Panagopoulos, *The Shoenberg Laboratory for Quantum Matter, Cavendish Laboratory, J J Thomson Avenue, Cambridge CB3 0HE, U.K.Cambridge*

Sudjelovanje u nastavi: dodiplomska nastava,

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

Ostalo

-Aktivnosti na popularizaciji fizike:

- Predavanje dr.Đure Drobca 'Teslino otkriće rotacijskog magnetskog polja' održano na:
 - Ljetna škola mladih fizičara, Labin 2006.
 - Gimnazija Koprivnica
 - Srednja škola Našice

-Mentorstvo dr.Željka Marohnića grupi srednjoškolaca u pripremama za International Young Physicists' Tournament, Bratislava, 05.-14.06 2006., (osvojeno prva mjesto) .

-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. V. Zlatić,

Suradnici: Dr. sc. B. Horvatić, znanstveni suradnik
Dr. sc. M. Miljak, znanstveni suradnik
Dipl.inž. M. Herak, asistent

Opis istraživanja:

Teorijskim metodama istraživali smo utjecaj jakih elektronskih korelacija na termodinamička i transportna svojstva metalnih sistema. Razmatrali smo dva problema. Prvo, Keldyshevim formalizmom objasnili smo pojavu Blochovih oscilacija izazvanih jakim električnim poljem. Osim toga, pokazali smo kako tretirati nelinearne pojave u transportu energije i naboja. (Vidi radove [1] i [2].) Drugo, pomoću NCA analize Andersonovog modela objasnili smo utjecaj hidrostatskog tlaka na Kondo efekt i efekt fluktuirajuće valencije, te našli fazni diagram cerijevih i europijevih spojeva. Rezultati su opisani u radovima [5] i [6].

U eksperimentalnom dijelu projekta je metodologijom kombinacije susceptibilnosti i anizotropije analizirana anizotropija interakcije izmjene u sistemima dimenzija manjih od 3, spina $s=1/2$, 1, $3/2$. Rezultati su opisani u radovima [3] i [4].

TRANSPORT AND THERMODYNAMICS OF STRONGLY CORRELATED ELECTRON SYSTEMS

We continued to investigate the transport and thermodynamic properties of strongly correlated electrons at different temperatures, magnetic fields, and pressures.

In the theoretical part of the project we considered two different problems. First, we used Keldysh formalism to calculate the Bloch oscillations induced by large electrical fields. Using Keldysh formalism we calculated also the thermal transport of correlated electrons and discuss the validity of Mahan-Johnson theorem. For details see papers [1] and [2]. Second, using the non-crossing approximation, we solved the Anderson model, and explained the temperature-pressure phase diagram of Cerium and Europium intermetallic compounds. For details see papers [5] and [6].

In the experimental part, we combined the highly sensitive torque measurements with the susceptibility measurements to obtain highly informative dc magnetic methodology, in order to draw some conclusions regarding the nature of the exchange interactions and its influences on high and low temperature magnetism of lower than 3- dimensional, of the spin systems of spins $s=1/2$, 1 and $3/2$ of copper-oxide materials.

Using this methodology we resolved the anisotropy of the exchange interaction even at the level of 0.5% of the isotropic one, not only in the $s=1/2$ cases but also in the lower than 3-dimension $s=1$ spin case [3] I [4].

Objavljeni radovi:

Redovni rad u CC časopisima:

1. J. K. Freericks and V. Zlatić,
Nonlinear Peltier effect and the nonequilibrium Jonson-Mahan theorem,

Cond. Matter Phys. 9, 603–617 (2006).

2. J. K. Freericks, V. M. Turkowski, and V. Zlatić,

Nonequilibrium dynamical mean-field theory,

Phys. Rev. Lett. 97, 266408 (2006).

3. R. Becker, M. Johnsson, H. Berger, M. Prester, I. Zivkovic, D. Drobač, M. , and M. Herak,

Crystal structure and magnetic properties of $\text{Co}_7(\text{TeO}_3)_4\text{Br}_6$ -a new cobalt tellurite bromide, Solid State Sciences, 8, 836-42, 2006

4. R. Becker, M. Johnsson, H. Berger, M. Prester, M, Z. Marohnić, I. Zivkovic, D. Drobač, M.

Miljak, and M. Herak,

Crystal structure and magnetic properties of $\text{Co}_2\text{TeO}_3\text{Cl}_2$ and $\text{Co}_2\text{TeO}_3\text{Br}_2$,

Journal of Solid State Chemistry, 179, 836-42, 2006

Konferencijski rad u CC časopisima:

5. H. Wilhelm, V. Zlatić and D. Jaccard,

Thermoelectrical power of heavy fermion compounds,

Physica B: Physics of Condensed Matter 378-380, 644-647 (2006).

6. V. Zlatić, R. Monnier and J.K. Freericks,

Thermoelectricity of $\text{EuCu}_2(\text{Ge}_{1-x}\text{Six})_2$ intermetallics,

Physica B: Physics of Condensed Matter 378 - 380, 661-662 (2006).

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. V. Zlatić (pozvano predavanje)

Nonlinear response of strongly correlated materials to large electrical fields.

Brijuni Conference, kolovoz 2006

2. V. Zlatić (pozvano predavanje)

Thermoelectricity of heavy fermions and valence fluctuators

The International Conference on Thermoelectrics,

Beč, kolovoz, 2006.

3. V. Zlatić (pozvano predavanje)

Strongly correlated thermoelectrics

MCC'06 , Dubrovnik, lipanj, 2006.

4. V. Zlatić (pozvano predavanje)

8th Prague Colloquium on f-Electron Systems

Thermoelectrical power of heavy fermion compounds

Prag, rujan 2006.

Medunarodna znanstvena suradnja

1. 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

2. COST Action P16 Emergent Behaviour in Correlated Matter

2005-2009

Studijski boravci:

1. Gostujući profesor na International School of Advanced Studies, Trst, Italija

Ožujak i listopad 2006. (Suradnja s Prof. E. Tosatti.)

SVOJSTVA JAKO KORELIRANIH METALA OD INTERESA ZA PRIMJENU (0035011)

Glavni istraživač:

dr. sc. **Miroslav Očko**, viši znanstveni suradnik

Suradnici:

dr. sc. **Ivica Aviani**, znanstveni suradnik

Željko Šimek, prof. fiz., asistent

Opis istraživanja

Mjerenjem električnog otpora i termoelektrične struje ispitivali smo strukturno slične 1D vodiče $K_{0.3}MoO_3$ i $Rb_{0.3}MoO_3$. Na osnovi sličnosti i razlike njihovih mjerenih fizikalnih svojstava pokušavamo postići bolje razumijevanje 1D vodiča općenito. Uočene su sličnosti: *i*) ista temperatura prijelaza, 178 K, i *ii*) principijelno ista temperaturna ovisnost mjerenih svojstava. Razlike su: *i*) različiti iznosi energetskog procijepa u izolatorskom stanju, *ii*) različite temperature minimuma termoelektrične struje, *iii*) koja se podudara sa temperaturom maksimuma razlike električnog otpora u temperaturnoj histerezi. Za teorijski opis električnog otpora i termoelektrične struje ispod temperature prijelaza uobičajeno se koristi fizikalna slika poluvodiča. No, ta slika ne daje potpun opis naših mjerenja, pa pokušavamo sagledati naše rezultate u okvirima Artemenkove teorije koja se bazira na fizikalnoj slici 1D vodiča [1].

Interesantno je da rezultati istraživanja CePt intermetalnog spoja, za koji se smatra da je tipski primjer *Kondo feromagneta*, nisu u skladu s očekivanjima. Izvršena su mjerenja električnog otpora, termoelektrične struje, ac i dc susceptibilnosti u temperaturnom intervalu od 2 K do 320 K u sistemima slitina $Ce_xLa_{1-x}Pt$ i $Ce_xY_{1-x}Pt$. Naši rezultati mjerenja transportnih svojstava $Ce_xLa_{1-x}Pt$ uključujući i CePt ne pokazuju jasne značajke postojanja Kondo interakcije. Međutim mjerenja magnetizacije u feromagnetskoj fazi pokazuju da je magnetski moment bitno reduciran u odnosu na teorijsku vrijednost, uz pretpostavku degeneracije magnetskih 4f nivoa Ce^{3+} iona. Ovaj rezultat je u suglasnosti s rezultatima iz literature gdje se smatra da je redukcija momenta bitno uzrokovana hibridizacijom cerijevog iona, što se uzima ujedno kao važan dokaz postojanja Kondo interakcije. Međutim, naši teorijski proračuni pokazuju da je redukcija momenta Ce iona bitno uzrokovana (samo) razbijanjem degeneracije njegovih 4f nivoa kristalnim električnim poljem. Taj rezultat u suglasnosti je s mjerenjima transportnih svojstava koji pokazuju da je hibridizacija u $Ce_xLa_{1-x}Pt$ zanemariva. Jasne značajke Kondo interakcije u transportnim svojstvima uočavaju se zamjenom cerija s itrijem. Itrijev atom je manji od cerijevog pa u slitinama $Ce_xY_{1-x}Pt$ dolazi do efekta tlaka rešetke a time i do povećanja hibridizacije. Mjerenja dc susceptibilnosti ukazuju na koncentracijski ovisno smanjenje magnetskog momenta na višim temperaturama. Zamjenom cerija sa itrijem u CePt ion Ce prelazi u stanje miješane valencije. Dakle, u zaključku možemo reći da naša istraživanja ne potvrđuju opće prihvaćeno stajalište da je CePt *Kondo feromagnet* [2].

Nastavljeno je proučavanje paramagnetske faze razrijeđenog valentno fluktuirajućeg spoja $YbInCu_4$, koja se proteže do najnižih temperatura ako se više od 20% iterbija substituirano nemagnetskim itrijem. Iz mjerenja specifične topline i magnetske susceptibilnosti zaključujemo o energetskoj shemi 4f nivoa iona Yb u kristalnom električnom polju, te o iznosu Kondo energije.

Proučavan je mehanizam nukleacije antiferomagnetske domene u makroskopskom jednodomenskom stanju monokristala TbB_6 , uz pomoć mjerenja magnetostrikcije i magnetske susceptibilnosti

Završeno je proučavanje TaN_x sistema slitina dobivenog napanjanjem na silicijev dioksid, a započeto ispitivanje CeGe Kondo antiferomagneta.

Nastavljen je rad na opremanju laboratorija i izradi uređaja za mjerenje specifične topline ac metodom.

THE PROPERTIES OF STRONGLY CORRELATED METALS OF INTEREST FOR APPLICATION

We have investigated structurally very similar 1D conductors $K_{0.3}MoO_3$ i $Rb_{0.3}MoO_3$ by means of measurements of electrical resistivity and thermoelectric power. By noticing similarities and differences in their physical properties, we try to gain some better understanding on the 1D conductor in general. We have found similarities: *i*) the very same temperature of the transition into the isolator state, 178 K, and *ii*) generally the same temperature dependence of the measured properties. The differences are: *i*) the energy gap in the isolator state is different, *ii*) the temperature of the minimum in the thermopower is at different temperature, *iii*) which coincides with the temperature of the maximum of the difference between resistivities in the temperature hysteresis. The theory of semiconductors usually used for 1D conductors in the isolator state cannot describe satisfactorily our resistivity and thermopower data below the transition temperature. Therefore, we try to understand our experimental results within Artemenko's theory, a recently formulated theory which use the physical picture of the 1D conductors as the starting point [1].

We have undertaken to investigate the CePt intermetallic compound, which, as is widely accepted, represents so-called *Kondo ferromagnets*. Interesting enough, our investigations of the CePt intermetallic are not in agreement with these expectations. We have performed measurements of electrical resistivity, thermoelectric power, and ac and dc susceptibility in the temperature range between 2 K to 320 K on the $Ce_xLa_{1-x}Pt$ and the $Ce_xY_{1-x}Pt$ alloy systems. The transport property data for $Ce_xLa_{1-x}Pt$, including CePt, does not show the features typical for Kondo interactions. On the other hand, the magnetization measurements in the ferromagnetic phase clearly reveal that the magnetic moment is significantly reduced with respect to the value for the degenerate 4f magnetic levels of the Ce^{3+} ion. The result is in agreement to the results found in literature. This Ce-moment reduction is considered to come out from hybridization mainly and, therefore, one should expect an appearance of pronounced Kondo characteristics in transport properties. However, our theoretical considerations indicate that the moment reduction is caused (only) by the lifting of the degeneracy of the 4f Ce energy levels in crystalline electrical field (CEF). This view is in agreement with our transport properties data of $Ce_xLa_{1-x}Pt$ which clearly show that hybridization is negligible. In the $Ce_xY_{1-x}Pt$ alloy system, we have found the clear evidence of the Kondo interaction in the transport properties. This is because the Y ion is smaller than the Ce one so that this substitution increases the lattice chemical pressure and the hybridization therewith. The dc susceptibility data show the concentration-dependent reduction of the magnetic moment at room temperature. This experimental fact, we understand as the Y substitution brings the Ce ion to a valence-fluctuating state. In conclusion, we may say that our investigations do not approve that CePt it is a *Kondo* ferromagnet [2].

The investigation of the paramagnetic phase of the valence-fluctuating $YbInCu_4$, which is extended down to the lowest temperatures, if more then 20% of Yb is substituted with the nonmagnetic Y, is continued. From the specific heat and the susceptibility data, we conclude on the Yb-ion 4f-level CEF scheme, and the Kondo energy scale in this system.

The mechanism of nucleation of the antiferromagnetic domain has been studied by means of magnetostriction and magnetic susceptibility in the macroscopic single domain state of TbB_6 single crystal.

The investigation TaN_x system of alloys films, deposited on the silicon dioxide layers, has been finished, and the investigation of the Kondo antiferromagnet CeGe has been started.

The construction of the setup for the heat capacity measurements by the ac method has been continued.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. Željko; Očko, Miroslav; Starešinić, Damir; Biljaković, Katica.
Thermopower and resistivity of $K_0.3MoO_3$ and $Rb_0.3MoO_3$
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors,
Skradin, Croatia June 29.-July 3 2006. (poster)
2. Očko, Miroslav; Drobac, Đuro; Šimek, Željko; D., Mixson; J.L., Sarrao.
rad
MECO31, Primošten, Croatia, 2006. (poster)
3. D. Mrvoš, D. Mucko, I. Aviani, *Thermomagnetic motor*, Zbornik sažetaka –
Međunarodni znanstveno-stručni skup *Život i djelo Nikole Tesle*
Zagreb 28.-29. lipnja 2006. (predavanje)

Znanstvena suradnja

Međunarodna neformalna suradnja

- M. Amara, *Université "Joseph Fourier", Grenoble, Francuska*
- R. M. Galéra, CNRS - Laboratoire "Louis Néel", Grenoble, Francuska
- J. L. Sarrao, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, USA

Domaća neformalna suradnja

- U cilju ispitivanja nekih mehaničkih svojstava jakokoreliranih materijala, surađivali smo sa projektom 0119622 (Dr. Nada Stubičar i Dr. Mirko Stubičar).

Sudjelovanje u nastavi

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

Ostalo

Recenzentski rad

Miroslav Očko recenzirao je tokom godine nekoliko članaka za KOJE CASOPISE

Predavanja

- Aviani, *Fizika i tehnologija*, Zavod za školstvo, Županijski aktiv profesora fizike, Zagreb, XV. gimnazija, 9. siječnja 2006. (pozvano predavanje)
- Aviani, *Što sve mogu magneti?*, Workshop "Recent developments in low dimensional charge density wave conductors", Skradin 29.06 - 3.07. 2006., Croatia (javno predavanje)

Sudjelovanje na skupovima

- Aviani, *World Year of Physics 2005 in Croatia.*, Final WYP2005 meeting – Europe, 3 - 4 March 2006, Paris, France, <http://www.wyp2005.org/presentations/pdf/Croatia.pdf>, (predavanje)

Ivica Aviani:

- Sudjelovao je u projektu HTV-a *Teslina godina* i bio gost tematskih obrazovnih emisija, posvećenih Nikoli Tesli.

- Sudjelovao je u posjeti Instituta OŠ Ivana Gundulića u Dubrovniku, OŠ *Koločep* na Koločepu, OŠ *Luka Šipanska* na Šipanu, OŠ *Lopud* na Lopudu i OŠ Antuna Masleše u Orašacu, od 1.- 4. listopada 2006., s predavanjima i pokusima iz magnetizma.
- Voditelj je projekta "eŠkola" Hrvatskog fizikalnog društva od 2006.
- Član je Upravnog odbora Hrvatskog fizikalnog društva. od 2004.

Rad sa studentima

I. Aviani bio je mentor civilnom ročniku Josipu Tokmačiću, dipl. inž. matematike.

Uz pomoć Josipa Tokmačića editirane su i uređene video snimke predavanja održanih na workshopu Hvar 2005, za DVD i web izdanje Virtualnog proceedingsa.

Napravljen je i napredak u osuvremenjivanju fortranskog programa za proračun temperaturno ovisne spektralne funkcije Andersonove nečistoće u NCA aproksimaciji.

NANOSTRUKTURNE MODULACIJE KOMPOZITNIH KRISTALA I MATERIJALA (0035012)

Glavni istraživač: Dr Ognjen Milat

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

Opis istraživanja

Istraživane su pojave efekti strukturnih modulacija kompozitnih kristala (kompleksnih oksida i selenida bakra), te dubinskih i lateralnih varijacija nanostrukture u tankim filmovima i višeslojnim naslagama raznih materijala dobivenih različitim tehnikama: megnetronskim naprašivanjem ($Al_{1-x}W_x$; u suradnji s N. Radić – IRB), ionskom implantacijom (Ge-QD u SiO_2 ; u suradnji s U. Desnica – IRB). Korištene su tehnike i metode rendgenskog raspršenja, difrakcije i reflektancije pod okrnjujućim upadnim kutom GISAXS, GIXRD, XRR. Ove tehnike omogućuju uvid u varijaciju strukturnih svojstava u ovisnosti o debljini/dubini na skali od 10^0 do 10^2 nm.

Nastavljen je rad na unapređenju postave laboratorijskog uređaja instalacijom dodatnog pozicijski osjetljivog detektora (C.PSD), tako da se omogući istovremeno mjerenje rendgenskog raspršenja pod malim kutom (SAXS), i difrakcije pod velikim kutom (WAXS) sa površinskih slojeva tankih filmova. Kombinirana analiza ovih dvaju mjerenja omogućuje usporedno karakteriziranje i kristalne strukture i nanostrukturnih nehomogenosti po dubini i slojevima tankih filmova.

Kod kompozitnog kristala $Cu_{2-x}Se$ razjašnjena je pojava sumjerljive modulacije u kompleksnoj strukturi usporedbom opaženih i izračunatih elektronsko mikroskopijskih slika visokog razlučivanja (2.1).

Kinetika rasta nanokristala CdS i Ge generiranih implantacijom pripadnih iona u podpovršinski sloj kvarca, te učinak naknadnog termičkog izlučivanja, ispitivana je GISAXS metodom. Ustanovljeno je da u slučaju CdS/ SiO_2 veličina i broj precipitiranih nanokristalića ovise o uvjetima pripreme i termičkog tretmana: veće doze implantacije uzrokuju smanjenje izoliranih pravilnih nanokristalića koji predstavljaju „CdS-kvantne točke” (CdS-QD) zbog njihove aglomeracije u veće nepravilne nakupine. U slučaju Ge/ SiO_2 nađeno je da se s visokim dozama implantacije i umjerenim temperaturama dozrijevanja dobivaju izlučevine sferoidnih Ge-QD nanočestica s visokim stupnjem kristalne uređenosti i prostorne korelacije (3.2).

Kod tankih filmova volfram karbida (WC_{1-x}) nađeno je da prividna amorfnost proizlazi iz nanometarske veličine ($D=2.6$ nm) i izotropne orijentacije gusto nakupljenih nanokristalića beta- WC_{1-x} faze u osiromašenoj matrici amornog ugljika (3.1). Kod tankih filmova $Al_{1-x}W_x$ slitine nađena je pojava superstrukturnog uređenja kod sastava Al_3W s romboedarskom superrešetkom na osnovi BCC jedinične ćelije volframa, te pojava anizotropije u orijentaciji igličastih nanokristalića s preferiranim usmjerenjem kristalografske $\langle 111 \rangle$ osi okomito na površinu filma (3.3).

NANOSTRUCTURE MODULATIONS IN COMPOSITE CRYSTALS AND MATERIALS

Effects of structural modulations in composite crystals (complex cuprates) and composite materials in form of thin films and multilayers on thick substrates were investigated and studied a number of microscopy and X-ray techniques and methods. The materials such as sputtering deposited WC_{1-x} ; $Al_{1-x}W_x$; Ge-QD u SiO_2 , were produced by collaborating groups at IRB. Simultaneous measurements of GISAXS, GIXRD, XRR spectra is possible at recently home made adapted of SAXS camera, thus providing structural features at the scale 10^{-1} - 10^2 nm.

Commensurate modulation in the $Cu_{2-x}Se$ composite crystal was studied by the methods of HREM image simulation. The modulation is revealed as tripling of the basic spacing in one out of two

layers constituting double-layer stacking unit. The proposed model for superstructural modulation is confirmed by image calculations.

Morphology and growth of Ge quantum dots (Ge-QDs) in SiO₂ were studied by GISAXS. It was found that Ge-QDs were formed already during implantation (to doses: 0.6 – 1·10¹⁷/cm²), while subsequent annealing (at temperatures: T_a= RT-1000°C) stabilized the nanostructure influencing the degree of inter particle ordering within a matrix.

Prominent texture and exotic crystal structure were found to appear in the Al₇₅W₂₅ thin films deposited on sapphire (Al₂O₃) monocrystalline substrate in the temperature range 250°C to 400°C; the BCC lattice cell of tungsten (a=0.316 nm) can fairly well be assigned to the average structure of the dominant phase in this film after annealing. Existence of an equilibrium Al₃W phase with such a simple crystal structure has not been reported so far, and needs further confirmation.

Objavljeni radovi

Rad objavljen u zborniku konferencije

Milat, Ognjen; Salamon, Krešimir. Selective Imaging of the Cu_x-sublattice Structure in the Cu_{2-x}Se Crystal *16th International Microscopy Congress ; Proceedings ; Vol.2.* / Nabuo Tanaka, Kuriaki Takata (ur.). Sapporo : international Federation of microscopy Societies, 2006. pp.1845

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. Salamon, Krešimir; Milat, Ognjen; Radić, Nikola. Rendgenska reflektometrija tankih filmova *Zbornik sažetaka 13. Međunarodni sastanak Vakuumska znanost i tehnika* / Radić, Nikola (ur.). Zagreb: Hrvatsko vakuumsko društvo, 2006. 23-24

2. Buljan, Maja; Desnica, Uroš, V.; Ivanda, Mile; Dubček, Pavo; Bogdanović Radović Ivančica; Siketić, Zdravko; Radić, Nikola; Salamon, Krešimir; Bernstorff, Sigrid. Self-organization of Ge quantum dots in amorphous SiO₂ matrix *JVC11 Joint Vacuum Conference - Programme and Book of Abstracts* / Mašek, Karel (ur.).Prag : Czech Vacuum Society, 2006. 81-81

3. Salamon, Krešimir; Milat, Ognjen; Radić, Nikola; Bermanec, Vladimir. Microstructure of Al₃W thin films *Proceedings 2nd Croatian Congress on Microscopy with International Participation* / Srećko Gajović (ur.).Zagreb : Hrvatsko društvo za elektronsku mikroskopiju, 2006. 126-127

Znanstvena suradnja

Domaća

Neformalna

Optičko filtriranje, interferometrija i holografija, (projekt MZOS 0035012, Institut za fiziku, Zagreb, Dr. sc. N. Demoli),

- Transport i termodinamika novih materijala s elektronskim korelacijama (projekt MZOS 0035010, Institut za fiziku, Zagreb, M. Miljak),
- Utjecaj defekata i nanostruktura na svojstva poluvodiča (MZOS 0098020, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Branko Pivac),
- Magnetronska depozicija tankih filmova (MZOS 0098021, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Nikola Radić)

Sudjelovanje u nastavi

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

TOPLINSKA SVOJSTVA SPECIFIČNO UREĐENIH SUSTAVA (0035013)

Glavna istraživač: Dr.sc. Ana Smontara, viši znanstveni suradnik

Suradnici: Dipl. inž. Igor Smiljanić, znanstveni novak
Dr.sc. Neven Barišić*, znanstveni suradnik
Dr. sc. Željko Bihar**, znanstveni suradnik

*suradnik Geballe Laboratory for Advanced Materials, Stanford University, USA

**zaposlen u Tana-patents d.o.o., Zagreb

Opis istraživanja:

Tijekom 2006. godine nastavili smo ispitivanja termodinamičkih i magnetskih svojstava kvantnih spinskih sistema iz obitelji $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5(\text{Br}_x\text{Cl}_{1-x})_2$ (radovi 4 i 5) u suradnji s kolegama s Institutu «J. Stefan» u Ljubljani. Analize rezultata opsežnih istraživanja transportnih svojstava kompleksnih metalnih spojeva ϵ -faza AlPd (Mn, Fe, Co, Rh, ...) pokazuju da se radi o novim kompleksnim materijalima s neuobičajenim fizikalnim svojstvima: dobrom električnom vodljivošću svojstvenom vodičima, ali vrlo malom toplinskom vodljivošću svojstvenom termičkim izolatorima.

U suradnji s kolegama J. Lukatelom i J. Ivkovom (MZOS projekt 0035008), te znanstvenim novakom Sveučilišta Josip Juraj Strossmayer u Osijeku, D. Stanićem (MZOS projekt 0122005) započeto je detaljno ispitivanje utjecaja dopiranja na transportna svojstva (električni otpor, termostruju i toplinsku vodljivost) binarne faze $\text{Al}_{73}\text{Mn}_{27}$ dopirane s Fe i Pd uz istu strukturu i konstantan postotak Al. Također su započeta istraživanja anizotropije termoelektričnih i toplinskih svojstava, te Hall-ovog učinka monokristala $\text{Al}_{80}\text{Cr}_{15}\text{Fe}_5$, s ciljem da se objasni porijeklo poluvodičkog ponašanja u kvaziperiodičkoj ravnini i metalnog ponašanja u periodičkom smjeru dekahedralnih kvazikristala. Navedena istraživanja dio su i programa doktorskog rada D. Stanića.

U metodološkom smislu u suradnji s A. Bilušićem (MZOS projekt 0177166) i J. Lukatelom završen je nosač za mjerenje transportnih svojstava (termostruje i električnog otpora) na visokim temperaturama od 300 do 1000 K, te reorganizirani zajednički laboratorijski prostori koje koristimo i eksperimentalni uređaji radi optimalizacije korištenog instrumentarija zbog proširenja eksperimentalnih metoda.

Završena je formalizacija sudjelovanja u Europskom projektu izvrsnosti *Complex metallic alloys* (CMA), te mreži suradnje *Highly frustrated magnetism* (HFM), Europske znanstvene fondacije.

THERMAL PROPERTIES OF SPECIFICALLY ORDERED SYSTEMS

We continued, together with our partners from the Institute «J. Stefan» at Ljubljana, the investigations of the thermodynamical and magnetic properties of quantum spin systems, particularly members of the family $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5(\text{Br}_x\text{Cl}_{1-x})_2$ (ref. 4 and 5). Among the CMA materials, an interesting family of related structures had been revealed in the Al–Pd and Al–Rh alloys systems and their ternaries with transition metals. These so-called ϵ -phases AlPd (Mn, Fe, Co, Rh, ...) were observed in wide compositional ranges and, depending on their composition, exhibited a row of giant-unit-cell orthorhombic structures and those aperiodic in one dimension. A study of their magnetic, electrical, thermal transport and thermoelectric properties show that ϵ -phase offer promising combination of a metallic electrical conductor with a thermal insulator.

In collaboration with colleagues J. Lukatela and J. Ivkov (MoSES project 0035008), and D. Stanić, scientific novice of the Josip Juraj Strossmayer University Osijek (MoSES project 0122005), we have investigated, in details, the effects of doping on the transport properties (electrical resistivity, thermopower and thermal conductivity) of binar alloy $\text{Al}_{73}\text{Mn}_{27}$ doped with Fe i Pd with the same

crystal-structure and constant percentage of Al. We have initiated experimental investigation of anisotropy of the thermoelectric and thermal properties, as well as the Hall effect of the single-crystal $\text{Al}_{80}\text{Cr}_{15}\text{Fe}_5$, in order to find the origin of semiconducting behaviour in a quasiperiodic plane and metallic one in a periodic direction of decagonal quasicrystals. These investigations are part of the research program of the PhD student D. Stanić.

Concurrently, in close collaboration with A. Bilušić (MoSES project 0177166) and J. Lukatela we finished the sample holder for the investigation of transport properties (electrical conductivity and thermopower) at high temperatures 300 - 1000 K. We have also reorganized our laboratories, as well as the experimental setups, in order to optimize instruments, due to the extension of the experimental methods.

The procedure to join formally the European Network of excellence *Complex metallic alloys* (CMA) and the European Science Foundation – ESF Research Networking Programme *Highly frustrated magnetism* (HFM) has been completed.

Objavljeni radovi

redovni rad u CC časopisu

1. Bihar, Željko; Bilušić, Ante; Lukatela, Jagoda; Smontara, Ana; Jeglič, P.; McGuinness, P.; Dolinšek, J.; Jagličić, Z.; Janovec, J.; Demange, V.; Dubois, J.M., *Magnetic, transport and thermoelectric properties of Al-Cr-Fe quasicrystalline approximants*, Journal of Alloys and Compounds. **407** (2006), 1-2; 65-73.
2. Dolinšek, Janez; Jagličić, Z.; Smontara, Ana, *Physical properties of the complex metallic alloy phases in the Al-Pd-Mn system*, Philosophical Magazine Letters. **86** (2006); 671-678.
3. Dolinšek, J.; McGuinness, P.J.; Klanjšek, M.; Smiljanić, Igor; Smontara, Ana; Zijlstra, E.S.; Bose, S. K.; Fisher, I.R.; Kramer, M. J.; Canfield, P. C., *Extrinsic origin of the insulating behavior of polygrain icosahedral Al-Pd-Re quasicrystals*, Phys. Rev. B. **74** (2006); 134201-1 do 134201-7.
4. Jagličić, Z.; Shawish, S. El.; Jeromen, A.; Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Trontelj, Z.; Bonča, J.; Dolinšek, J.; Berger, H., *Magnetic ordering and ergodicity in the $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{X}_2$ family of frustrated quantum magnets*, Phys. Rev. B. **73** (2006)214408-1 do 214408-9.
5. Jagličić, Zvonko; Dolinšek, Janez; Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Trontelj, Zvonko; Berger, Helmut., *Searching for magnetic frustration-like properties in tetrahedral spin systems $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5(\text{Br}_{1-x}\text{Cl}_x)_2$* . Physica B. **382** (2006), 1-2; 209-212.

rad u Fizici A

6. Bihar, Željko; Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Dolinšek, J., *Thermal conductivity of Al-Cr-Fe approximant compounds*, Fizika A **15** (2006), 1; 51-60.

Pozvana predavanja na znanstvenim skupovima

1. Bilušić, Ante; Smiljanić, Igor; Smontara, Ana; Jagličić, Z.; Dolinšek, J.; Berger, H., *Heat Conduction in Quantum Antiferromagnets*, From Solid State To Biophysics III., Cavtat, Hrvatska, (24.6. do 1.7. 2006.).

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. Jagličić Z.; El Shawish, S.; Jeromen, A.; Bilušić, Ante; Smontara, Ana; Trontelj, Z.; Bonča, J.; Dolinšek, J.; Berger, H., *Magnetic Ordering and Ergodicity in the $\text{Cu}_2\text{Te}_2\text{O}_5\text{X}_2$ Frustrated Spin System*, From Solid State To Biophysics III., Cavtat, Hrvatska, (24.6. do 1.7. 2006.)

2. Smiljanić, Igor; Lukatela, Jagoda; Bilušić, Ante; Bihar, Željko; Smontara, Ana; Dolinšek, J., *Physical Properties of the Bergman Phase Mg₃₂(Al,Zn)₄₉*. 13. međunarodni sastanak Vakuumska znanost i tehnika, Koprivnica, hrvatska (13. 06. 2006.). (poster)

3. Smontara, Ana; Bilušić, Ante; Dolinšek J.; Zijlstra, E. S.; Bose, S. K., *Elektronska struktura i-Al-Pd-Mn i i-Al-Pd-Re kvazikristala*, 13. međunarodni sastanak Vakuumska znanost i tehnika, Koprivnica, hrvatska (13. 06. 2006.). (poster)

Sudjelovanje na stručnim skupovima:

A. Smontara

1. *Život i djelovanje Dr. Ivana Kranjčeva*, Znanstveni skup Matice Hrvatske, Hrvatski prirodoslovci 15, Povijest hrvatskog prirodoslovlja koprivničko-križevačke županije, Podravka, Koprivnica (13. do 14. 10. 2006.).

2. Popularno predavanje: "Život vizionara"

Obilježavanje 150. obljetnice rođenja N. Tesle na temu *Nikola Tesla-svjetlo našeg doba* Srednjoškolski centar Izidora Kršnjavoga, Našice, Hrvatska (24. 11. 2006.)

3. Popularno predavanje: "Život vizionara"

Obilježavanje 150. obljetnice rođenja N. Tesle na temu *Nikola Tesla-svjetlo našeg doba* Pučko otvoreno učilište, Koprivnica, Hrvatska (11. 10. 2006.).

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti:

1. *Thermal-transport and magnetic properties of highly frustrated magnets* (IB7320-111044), SCOPES (HR-CH projekt), voditelji: L. Forró, Institut de la Physique de la Matiere Complexe, EPFL, Lausanne, Švicarska i A. Smontara, IF, Zagreb, Hrvatska.

2. *Ispitivanje novih kompleksnih metalnih spojeva i kvazikristala*, HR-SLO bilateralni projekt, voditelji: A. Smontara, IF, Zagreb, Hrvatska i J. Dolinšek, Institut J. Stefana, i Fakultet za matematiku i fiziku Sveučilišta u Ljubljani, Ljubljana, Slovenija.

3. *Complex systems of strongly correlated electrons*, HR-HU bilateralni projekt, voditelji: S. Barišić, PMF, Fizički odsjek, Sveučilište u Zagrebu i L. Mihály, Department of Physics, Faculty of Naturale Science, Budimpešta, Mađarska.

4. *Complex metallic aloys* (CMA), Network of Excellence (NoE), hrvatska predstavica A. Smontara (*guest member* sa svim pravima *full member*).

5. *Highly frustrated magnetism* (HFM), mreža suradnje Europske znanstvene fondacije (ESF), hrvatska predstavivca A. Smontara, članica Kordinacijskog odbora (Steering Committee) za HFM program.

Studijski boravci:

Igor Smiljanić, Department of Physics, Faculty of Naturale Science, Budimpešta, Mađarska (15.02. do 27.02.2006).

Sudjelovanje u nastavi:

dodiplomska nastava

Igor Smiljanić

Fizički praktikum IV, zimski semestar ak. god. 2005/2006.

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja na projektu:

1. Dr. Aleksandra Rađenović (rujan 2006)
University of California Berkley, USA
2. Prof. dr. Jean-Marie Dubois (svibanj 2006)
Institute Jean Lamour, FR 2797 CNRS UMR 7 584 CNRS-INPL (Mines), Francuska
3. Prof. dr. László Forró, (studeni 2006)
Institute of Physics of Complex Matter, EPFL, CH-1015, Lausanne, Švicarska
4. Prof. dr. Janez Dolinšek, (više kraćih posjeta tijekom 2006)
J. Stefan Institute, Jamova 39, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

Ostalo:

A. Smontara

1. Članica koordinacijskog odbora (Steering committee) za znanstveni program *Highly Frustrated Magnetism* (HFM) Europske znanstvene zaklade.
2. Članica organizacionog odbora prve međunarodne škole o znanosti materijala "Phase Transformation in Metals and Alloys" European Network of Excellence, *Complex metallic alloys* (CMA), (22. do 27. 05. 2006.), Ljubljana, Slovenija.
3. Sudjelovanje u radu međunarodne radionice "Meeting of Virtual Laboratories A, B, C and F, European Network of Excellence, *Complex metallic alloys* (CMA)", (20. do 21. 02. 2006.), Stuttgart, Njemačka.
4. Sudjelovanje u radu "General Meeting of the European Network of Excellence, *Complex metallic alloys* (CMA)", (7. do 9. 05. 2006.), Berlin, Njemačka.
5. Sudjelovanje u radu "Workshop on Women in Materials Science" European Network of Excellence, *Complex metallic alloys* (CMA), (6. do 7. 06. 2006.), Krakow, Poljska.
6. Članica organizacionog odbora 13. Međunarodnog sastanka *Vakuumska znanost i tehnika* (13. 06. 2006.), Koprivnica, Hrvatska.
7. Sudjelovanje u radu Koordinacijskog odbora mrežne suradnje *Highly frustrated magnetism* (HFM), Europske znanstvene fondacije (ESF), (19. do 20. 07. 2006.), Pariz, Francuska.
8. Urednica za fiziku *Matematičko-fizičkog lista* od 1998.

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
Dipl. inž. Damir Dominko, znanstveni novak (od 1. 4. 2006.)

*Građevinski fakultet, Rijeka

Opis istraživanja:

Aktivnosti u 2006. godini, uz pripremu publikacija, eksperimentalna mjerenja i analizu eksperimentalnih rezultata, bile su usmjerene i na osmišljavanje i pripremu novih tehnika, kao i na pripremu novih uzoraka. Uz to smo organizirali i međunarodnu znanstvenu radionicu. Objavili smo 6 redovitih znanstvenih članka u časopisima uvrštenim u CC (3 Phys. Rev. Lett., 2 Phys. Rev. B, Solid State Commun.), 5 konferencijskih radova i zbornik znanstvene radionice.

Nastavili smo ispitivanje sistema s valovima gustoće naboja (VGN) u laboratoriju za kompleksne sisteme na Ifu, kao i kroz međunarodne suradnje. Mjerenja linearne i nelinearne DC vodljivosti i toplinski potaknute struje izbijanja u $K_{0.3}MoO_3$, nisu pokazala očekivanu ovisnost o magnetskom polju do 8 T. U okviru suradnje sa Slovenijom pokazano je da nelinearna vodljivost u $K_{0.3}MoO_3$ nema utjecaja na femtosekundne spektre. S druge strane, opažena je pojava fotovodljivosti na pikosekundnim vremenskim skalama ispod temperature 60 K koja se može povezati s prijelazom u VGN staklo. Mjerenja linearne i nelinearne DC vodljivosti i dielektričnog odziva (suradnja s Njemačkom) o-TaS₃ dopiranog s 0.2% i 0.5% izoelektronskog Nb pokazala su da dopiranje dovodi do nestanka doprinosnih karakterističnih za kooperativnu dinamiku VGN domena, odnosno za slabo zapinjanje. Dogovoreno je s grupom dr. Jakšića na IRBu da bi se bombardiranjem ionima uvodili strukturni defekti u puno širem rasponu koncentracija i uz kontrolu ne/homogenosti.

Napravljene su modifikacije nosača za termodinamička i transportna mjerenja te kalibracija termometara potrebnih za mjerenja u magnetskom polju. Osmišljen je dio nosača za modularna mjerenja različitim tehnikama te je izrađen modul za toplinski kapacitet. Intenzivno je testirana i usavršavana metoda interferometrijske dilatometrije razvijena u suradnji s dr. Demolijem. Problemi s optičkim dijelom metode i programskom podrškom su riješeni, no ostaje problem stabilnosti nosača uzorka prilikom promjene temperature.

U suradnji s grupom dr. I. Mihailescua s Nacionalnog instituta za lasere, plazmu i zračenja u Bukureštu, Rumunjska, započeli smo izradu tankih filmova VGN sistema. Probni uzorci $Rb_{0.3}MoO_3$ na MgO substratu karakterizirani su različitim metodama u laboratorijima Instituta, IRBa i u Ljubljani. Pokazano je se početni materijal deponira u kristalnoj formi, ali makroskopska svojstva filmova još nisu pogodna za planirana mjerenja.

Uz financijsku podršku ECONET projekta, MZOŠa, HAZU i NSF projekta organizirali smo međunarodnu znanstvenu radionicu *Recent developments in charge-density-wave conductors* (Skradin06) u Skradinu od 29. lipnja do 3. srpnja 2006. s 59 sudionika, 15 pozvanih predavanja, 19 usmenih izlaganja i 23 postera. Petnaestorici mladih istraživača (uključeno IF-ovih 5 novaka) troškovi su bili namireni iz sredstava radionice. Izdali smo Zbornik (dvostrani prošireni sažeci), koji je i u elektronskoj verziji dostupan na mrežnoj stranici konferencije.

Dipl. inž. D. Dominko zaposlen je na projektu od 1. travnja 2006. kao znanstveni novak. Glavni je nositelj istraživanja na tankim filmovima te je sudjelovao u ostalim mjerenjima na IFu i u Njemačkoj, kao i u razvoju navedenih novih metoda.

Nastavljene su interdisciplinarne aktivnosti započete u okviru kolaborativnog projekta *Obrasci kompleksnosti i njihova primjena*, koji je bio i osnova za prijavu Programa *Korelacije u kompleksnim sistemima: od fizike do biotehnologije*. S dr. Podobnikom je napravljena analiza

znanstvene produkcije hrvatskih sveučilišta i usporedba s nekim sveučilištima u regiji. Rad je prihvaćen u Index-2007.

CRITICAL PHENOMENA AND MODELING IN COMPLEX SYSTEMS

We have continued with the investigation of charge density wave (CDW) systems. Measurements of linear and nonlinear conductivity and thermally stimulated discharge in $K_{0.3}MoO_3$ did not demonstrate the expected dependence on the magnetic field up to 8 T. Within the project with Slovenia it has been shown that the nonlinear conductivity in $K_{0.3}MoO_3$ does not affect femtosecond spectra. On the other hand, photoconductivity on picosecond time scales has been observed below 60 K which is related to the CDW glass transition. Measurements of linear and nonlinear conductivity and dielectric response (project with Germany) of $\alpha-TaS_3$ doped with 0.2% and 0.5% isoelectronic Nb have demonstrated that the doping leads to the disappearance of the contributions characteristic for the cooperative dynamics of CDW domains, i.e. for weak pinning. In collaboration with dr. Jakšić group at IRB we intend to introduce structural defects by ion bombardment in much wider concentration span.

In collaboration with dr. I. Mihailescu from National institute for lasers, plasma and radiation, Bucharest, Romania, we have started the production of thin films of CDW systems by laser deposition. Initial samples of $Rb_{0.3}MoO_3$ on MgO substrate have been characterized by various methods on our Institute, IRB and in Slovenia. Initial material does deposit in crystalline form, but additional improvements are needed in order to get thin films suitable for planned measurements.

We have organized International workshop "Recent developments in low dimensional charge density wave conductors" at Skradin, Croatia from June 29th to July 3rd 2006. with 59 participants and 15 invited speakers and published Book of abstracts.

Superconductivity and magnetism in complex systems

The sample holder for transport and thermodynamic measurements has been adapted for the measurements in the magnetic field up to 9 T in order to enable the investigation of the strong sensitivity of the low-temperature heat capacity of DW systems (with CDW, SDW or spin-Pearls ground states) on magnetic field. The measurements and the theory on the influence of magnetic field on the long-time relaxational dynamics of commensurate $(TMTTF)_2Br$ have been published in Phys. Rev. Lett.

Nanostructures

The measurements of low-temperature specific heat of new molybdenum-based sub nanometer diameter nanowires $Mo_6S_{9-x}I_x$ (synthesized in Ljubljana) have been extended to annealed samples which show even more anisotropic phonon dispersion and low shear moduli. Paramagnetic contribution obtained in magnetic measurements is consistent with the Schottky anomalies observed in specific heat.

Applied research

We are analyzing the narrow-band noise in conventional CDW systems in the frame of the model of the power law correlations in variable and magnitude of time series developed by dr. Podobnik. Our paper *Scientific output of Croatian universities: comparison with neighboring countries* is accepted for publication in Index.

Objavljeni radovi:

redovni radovi u CC časopisima:

1. Slowing down of the relaxational dynamics at the ferroelectric phase transition in one-dimensional $(TMTTF)_2AsF_6$
D. Staresinic, K. Biljaković, P. Lunkenheimer, A. Loidl
Solid State Commun. **137**, 241 (2006)

2. Charge-Density-Wave analogous behavior in the one-dimensional charge-ordered semiconductor $(\text{NbSe}_4)_3\text{I}$
D. Staresinic, P. Lunkenheimer, J. Hemberger, K. Biljaković, A. Loidl
Phys. Rev. Lett. **96**, 046402 (2006)
3. Comment on "Explanation of the Glasslike Anomaly in the Low-Temperature Specific Heat of Incommensurate Phases
K. Biljaković
Phys. Rev. Lett. **56**, 039603 (2006)
4. Dynamics of the electro-optic response of blue bronze $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$
L. Ladino, J. W. Brill, M. Freamat, M. Uddin, D. Dominko
Physical Review B. **74**, 115104 (2006)
5. Interplay between phase defects and spin polarization in the specific heat of the spin density wave compound $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$ in a magnetic field
R. Melin, J.C. Lasiaunias, S. Sahling, G. Remenyi, K. Biljaković
Phys. Rev. Lett. **97**, 227203 (2006)
6. Nonequilibrium electronic and structural Jahn-Teller dynamics in $(\text{NbSe}_4)_3\text{I}$
D. Dvoršek, V. Kabanov, K. Biljaković, D. Mihailović
Phys. Rev. B. **74**, 085211 (2006)

Radovi u zborniku konferencije:

1. Low temperature phase of charge density waves - facts and fiction
D. Staresinic, K. Biljaković
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors ("Skradin 06" Knjiga proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, editors: K. Biljaković, J. Dumas, D. Starešinić) 32-33 (2006)
2. Energy relaxation in disordered charge and spin density waves
M. Regis, K. Biljaković, J.C. Jasjaunias, P. Monceau
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors ("Skradin 06" Knjiga proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, editors: K. Biljaković, J. Dumas, D. Starešinić) 31 (2006)
3. Thermopower and resistivity of $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$ and $\text{Rb}_{0.3}\text{MoO}_3$
Š. Željko, M. Očko, D. Staresinic, K. Biljaković
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors ("Skradin 06" Knjiga proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, editors: K. Biljaković, J. Dumas, D. Starešinić) 106-107 (2006)
4. Analogy between pinned mode in charge density glass and Boson peak in glasses
K. Biljaković, J.C. Lasjaunias, D. Biljaković
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors ("Skradin 06" Knjiga proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, editors: K. Biljaković, J. Dumas, D. Starešinić) 104-105 (2006)
5. Electro-Optic Studies of the Dynamics of CDW Repolarization in Blue Bronze
J. W. Brill, L. Ladino, M. Uddin, M. Freamat, D. Dominko
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors ("Skradin 06" Knjiga

proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, editors: K. Biljaković, J. Dumas, D. Biljaković) 24 (2006)

6. Charge density wave transition probed by interferometric dilatometry
D. Dominko, L. Ladino, I. Sović, D. Starešinić, N. Demoli, K. Biljaković
Recent developments in low dimensional charge density wave conductors ("Skradin 06" Knjiga proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, editors: K. Biljaković, J. Dumas, D. Starešinić) 102-103 (2006)

Zbornik konferencije:

1. *Recent developments in low dimensional charge density wave conductors "Skradin 06"*
Knjiga proširenih sažetaka, ISBN 953-98955-2-9, urednici: K. Biljaković, J. Dumas, D. Starešinić), 136 stranica (Institut za fiziku, Zagreb, 2006)

Međunarodna znanstvena suradnja

1. "Istraživanje stakala elektronskih kristala"
MZOS i Njemačka služba za akademsku razmjenu (DAAD projekt)
Institut za fiziku: dr. D. Starešinić
Institut za fiziku, Sveučilište u Augsburgu, Njemačka: dr. P. Lunkenheimer
2. "Dinamika lokaliziranih stanja u niskodimenzionalnim sistemima – od pikosekunde do sata"
bilateralni projekt Republika Hrvatska i Republika Slovenija
Institut za fiziku: dr. D. Starešinić
Institut J. Štefan, Ljubljana, Slovenija: dr. J. Demšar
3. „Elektro-optička ispitivanja vodiča s valovima gustoće naboja“
hrvatsko-američki bilateralni projekt (NSF)
Institut za fiziku: dr. K. Biljaković
Sveučilište Kentucky, Lexington KY; prof. J. Brill
4. „Istraživanje defekata vala gustoće naboja u niskodimenzionalnim elektronskim kristalima“
multilateralni projekt Vlade Republike Francuske (ECONET)
koordinator: dr. J. Dumas, LEPES-CNRS, Grenoble
Institut za fiziku: dr. K. Biljaković (koordinator)

Održani seminari:

D. Starešinić

Charge ordering in quasi one-dimensional semiconductor (NbSe₄)_{3I}

Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

Organizacija znanstvenih skupova:

Međunarodna znanstvena radionica *Recent developments in charge-density-wave conductors*,
Skradin, Hrvatska, 29. lipnja - 3. srpnja 2006.

K. Biljaković - suorganizator (uz dr. Dumasa, ECONET projekt), predsjednik lokalnog organizacijskog odbora, suurednik Knjige proširenih sažetaka

D. Starešinić - član lokalnog organizacijskog odbora, suurednik Knjige proširenih sažetaka, urednik mrežne stranice radionice

Pozvana predavanja na znanstvenim skupovima:

1. D. Starešinić, K. Biljaković
Low temperature state of charge density waves – facts and fiction
Međunarodna znanstvena radionica *Recent developments in charge-density-wave conductors*
Skradin, Hrvatska, 29. lipnja - 3. srpnja 2006.
2. M. Regis, K. Biljaković, J. C. Lasjaunias, P. Monceau
Energy relaxation in disordered charge and spin density waves
Međunarodna znanstvena radionica *Recent developments in charge-density-wave conductors*
Skradin, Hrvatska, 29. lipnja - 3. srpnja 2006.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

Recent developments in low dimensional charge density wave conductors "Skradin 06",

Skradin, Hrvatska, 29. lipnja - 3. srpnja 2006.

1. Low temperature phase of charge density waves - facts and fiction
D. STAREŠINIĆ, K. BILJAKOVIĆ
2. Energy relaxation in disordered charge and spin density waves
M. REGIS, K. BILJAKOVIĆ, J.C. JASJAUNIAS, P. MONCEAU
3. Thermopower and resistivity of $K_{0.3}MoO_3$ and $Rb_{0.3}MoO_3$
Š. ŽELJKO, M. OČKO, D. STAREŠINIĆ, K. BILJAKOVIĆ
4. Analogy between pinned mode in charge density glass and Boson peak in glasses
K. BILJAKOVIĆ, J.C. LASJAUNIAS, D. STAREŠINIĆ
5. Electro-Optic Studies of the Dynamics of CDW Repolarization in Blue Bronze
J. W. Brill, L. Ladino, M. Uddin, M. Freamat, D. Dominko
6. Charge density wave transition probed by interferometric dilatometry
D. Dominko, L. Ladino, I. Sović, D. Starešinić, N. Demoli, K. Biljaković
American Physical Society, APS March Meeting
7. Temperature Dependence of the Electro-Optic Relaxation Time of Blue Bronze
J. W. Brill, L. Ladino; M. Freamat, M. Uddin; D. Dominko
GDR Nanofils 2006, Lille, Francuska
8. Thermodynamic and transport properties of $Mo_6S_3I_6$ nanowire networks
J. C. Lasjaunias, K. Biljaković, D. Dvoršek, D. Vengust, D. Mihailović
ICPS 2006, 14.-21.8.2006., Bukurešt, Rumunjska
Effects of low Nb doping in dielectric response of o-TaS₃
D. Dominko

Ostale aktivnosti

K. Biljaković – recenzent PRL, EPJB, ESF, NSF, MZOŠ

Član UV Instituta

D. Starešinić - recenzent PRL, PRB....

Prezentacija laboratorija za kompleksne sisteme studentskoj sekciji HFDa, svibanj 2006

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

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

* zaposlena na Medicinskom fakultetu, Sveučilište u Zagrebu

Opis istraživanja

Istraživanja u domeni fizike kondenzirane materije:

Eksperimentalna istraživanja poddopiranih jednodimenzionalnih kuprata $(La, Y)_y (Sr, Ca)_{14-y} Cu_{24} O_{41}$ koja uključuju mjerenja anizotropije dc električne vodljivosti i dielektrične relaksacije u temperaturnom rasponu 4 K – 700 K su do sada ukazala na postojanje fazne granice u istosmjernom transportu za $2 < y < 3$, dok dielektrična relaksacija nije zapažena (suradnja sa M.Dressel, Sveučilište Stuttgart). Eksperimentalna istraživanja sistema s jakim elektronskim korelacijama BaVS koja uključuju mjerenja dc električne vodljivosti, nelinearne dc vodljivosti i dielektrične relaksacije u temperaturnom rasponu 4 K – 300 K u svrhu karakterizacije faznog prijelaza metal-izolator na 70K i kolektivnih pobuđenja u osnovnom stanju sistema. Dosadašnji rezultati ukazali su na postojanje atipične dielektrične relaksacije u fazi vala gustoće naboja koja se uspostavlja ispod 70 K (suradnja s L.Forro, EPFL).

Istraživanja magnetotransportnih svojstava organskog vodiča $(TMTSF)_2 NO_3$ na niskim temperaturama pokazala su da se kutna ovisnost magnetootpora i nelinearna ovisnost Hallovog otpora o magnetskom polju mogu interpretirati u okviru modela nekonvencionalnog vala gustoće spina (USDW), te je predložen i novi fazni dijagram za Bechgaardove spojeve. Rad je u postupku prihvaćanja u Phys.Rev. B (suradnja sa K. Maki, USC, M.Basletić, PMF).

Istraživanja Hallovog efekta kvazi-1D kuprata $Sr_{14-x} Ca_x Cu_{24} O_{41}$ za različite koncentracije x (proširena i za različite geometrije) su u tijeku. Jedno od ključnih pitanja koje istražujemo je distribucija šupljina između podsistema lanaca i ljestvica, budući da u literaturi postoje neujednačeni rezultati dobiveni drugim eksperimentalnim tehnikama (suradnja sa A.Hamzić, M.Basletić, E.Tafra, PMF; M.Dressel, Sveučilište Stuttgart).

Istraživanja u domeni fizike meke materije:

Istraživanja uključuju mjerenja dc električne vodljivosti i dielektrične relaksacije, pH faktora, UV spektrofotometrije i elektroforeze u funkciji koncentracije i ionske jakosti u svrhu određenja fundamentalnih prostornih skala. Za srednje razrijeđene otopine genomske Na-DNA analiza dosadašnjih rezultata je pokazala postojanje lokalnih konformacijskih fluktuacija koje razotkrivaju hidrofobičnu jezgru DNA u granici niske soli. 146bp Na-DNA u jako razrijeđenim vodenim otopinama pokazuje dva dielektrična moda; analiza rezultata je u tijeku. Studija jednolančane DNA u granici srednje razrijeđenih otopina pokazala je postojanje dobro razlučivog moda na visokim frekvencijama, dok je mod na niskim frekvencijama na granici razlučivosti (suradnja sa S.Krča, IRB, R.Podgornik, Sveučilište u Ljubljani i Institut J.Stefan, A.Omerzu, Institut J.Stefan i L.Griparić, UCLA). Nova eksperimentalna istraživanja dielektrične relaksacije koloidnih otopina latexa u funkciji dijametra nano-čestica i vrste protuiona ukazala su da je visokofrekventni mod povezan s relaksacijama na skali Debyeve duljine.

SYSTEMS OF REDUCED DIMENSIONALITY: FROM SYNTHETIC ORGANIC TO BIOMATERIALS

Novel collective electronic phases in the condensed matter

The angle dependent magnetoresistance data and the nonlinear Hall resistance of organic conductor $(\text{TMTSF})_2\text{NO}_3$ have been interpreted satisfactory in terms of unconventional spin density wave (USDW) and a new phase diagram for Bechgaards salts was proposed. The Hall effect measurements of fully doped quasi-1D cuprates $(\text{Sr,Ca})_{14-y}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ have indicated that an increase of the Ca content leads to only a small increase of the hole density participating in dc transport. dc conductivity and dielectric relaxation measurements (4 K – 300 K) of the strongly correlated system BaVS_3 have shown a non-typical relaxation in the charge-density wave phase below 70 K. dc conductivity anisotropy study (4 K – 700 K) of the underdoped quasi-1D cuprates $(\text{La,Y})_y(\text{Sr,Ca})_{14-y}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ indicated the existence of the phase boundary in the electrical transport for $2 < y < 3$.

Charged biopolymers and nanoparticles in the biophysics

DNA conformation studies have shown that in the limit of low DNA concentrations and low added salt, in the semidilute solutions appear locally fluctuating regions with exposed hydrophobic DNA cores. Short 146bp DNA in dilute solutions demonstrate two dielectric modes. Study of polystyrene latex nanoparticles have shown that the high-frequency relaxation is associated with counterions relaxation at the Debye length scale.

Objavljeni radovi

Redovni radovi u CC časopisima

1. T.Vuletić, B.Korin-Hamzić, T. Ivek, S.Tomić, B.Gorshunov, M.Dressel, and J.Akimitsu, *The spin-ladder and spin-chain system $(\text{La,Y,Sr,Ca})_{12}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$: electronic phases, charge and spin dynamics*, Physics Reports **428**, 169-258 (2006).
2. B.Korin-Hamzić, E.Tafra; M.Basletić, A.Hamzić and M.Dressel, *Conduction anisotropy and Hall effect in the organic conductor $(\text{TMTTF})_2\text{AsF}_6$: Evidence for Luttinger liquid behavior and charge ordering*. Physical Review **B73**, 115102-1 - 115102-7 (2006).
3. S. Tomić, T. Vuletic, S. Dolanski Babić, S. Krča, D. Ivanković, L. Griparić and R. Podgornik, *Screening and Fundamental Length Scales in Semidilute Na-DNA Aqueous Solutions*, Phys.Rev.Lett.**97**, 098303 (2006).

Konferencijski radovi u ostalim časopisima

1. T.Vuletić, T.Ivek, B.Korin-Hamzić, S.Tomić, B.Gorshunov, M.Dressel, J.Akimitsu, *The phase diagrams of chains and ladders of $(\text{La, Y, Sr, Ca})_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$* , Advanced Quantum Materials Newsletter, Vol.**3**, No.2, Ed. Z. Hiroi (Tokyo, Japan) 2006.

Pozvana predavanja

1. B.Hamzić, *Magneto-transport properties of Quasi-One-Dimensional Organic Conductors*, The International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals ICSM 2006, Dublin, Ireland (2. – 7.srpnja 2006).

2. T.Vuletić, T.Ivek, B.Korin-Hamzić, S.Tomić, B.Gorshunov, M.Dressel, J.Akimitsu, *The phase diagrams of chains and ladders of $(La, Y, Sr, Ca)_{14}Cu_{24}O_{41}$* , International Symposium on Anomalous Quantum Materials, Okinawa, Japan (23. – 27. lipnja 2006).
3. T.Vuletić, *Dielectric relaxation of aqueous DNA*, Christmas Biophysics Workshop, Zagreb, (18. prosinca 2006).

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. S.Tomić, T.Vuletić, S.Dolanski Babić, S.Krča, D.Ivanković, L.Griparić and R.Podgornik, *Screening and fundamental length scales in semidilute Na-DNA solutions*, International Conference “From Solid State to Biophysics”, Cavtat, Croatia (24.lipnja-1.srpnja 2006), (predavanje).
2. S.Tomić, S.Dolanski Babić, T. Vuletić, S. Krča, D. Ivanković, L. Griparić and R. Podgornik, *Dielectric spectroscopy of DNA aqueous solutions*, The International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals ICSM 2006, Dublin, Ireland (2. – 7.srpnja 2006) (predavanje).
- 3.T.Ivek, T. Vuletić, S. Tomić, B. Korin-Hamzić, M. Dressel, B. Gorshunov, J. Akimitsu, *Exotic Charge-Density Wave in Ladder Planes of $Sr_{14}Cu_{24}O_{41}$* , International workshop „Recent developments in low-dimensional charge-density wave conductors“, Skradin, Croatia (29.lipnja – 3.srpnja 2006), (predavanje).
4. E.Tafra, B.Korin-Hamzić, M.Basletić, A.Hamzić, and M.Dressel, *Detailed characterization of CO transition in $(TMTTF)_2AsF_6$ from transport measurements*, International workshop „Recent developments in low-dimensional charge-density wave conductors“, Skradin, Croatia (29.lipnja – 3.srpnja 2006), (predavanje).

Seminari

- 1.T.Vuletić, *$(La, Y, Sr, Ca)_{14}Cu_{24}O_{41}$: switching between the chains and ladders*, Tokyo University, Japan (srpanj 2006).
- 2.T.Vuletić, *The phase diagrams of chains and ladders of $(La, Y, Sr, Ca)_{14}Cu_{24}O_{41}$* , Gakushuin University, Japan (srpanj 2006).
- 3.T.Vuletić, *Fundamental length scales in aqueous Na-DNA*, Kyoto University i Tokyo University, Japan (srpanj 2006).
4. S.Tomić, *Dielectric relaxation of DNA aqueous solutions*, 1.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart (studeni 2006).

Međunarodna znanstvena suradnja

Neposredna suradnja

1. zajednička istraživanja s prof.A.Hamzić i dr.sc.M.Basletić, Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
2. zajednička istraživanja s prof.K.Maki, University of Southern California, Los Angeles, California, USA.
3. zajednička istraživanja s prof. M.Dressel, 1.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart.
4. zajednička istraživanja s prof. L.Forro, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne
4. zajednička istraživanja s dr.sc.S.Krča, Institut Ruđer Bošković.
5. zajednička istraživanja s Prof.R.Podgornik, Sveučilište u Ljubljani i Institut J.Stefan.

6. zajednička istraživanja s dr.sc.A.Omerzu, Institut J.Stefan.

Seminarski, diplomski, magistarski, doktorski radovi

1. K.Radmanović: *Komora za mjerenje dielektrične konstante uzoraka u tekućoj fazi*, PMF Zagreb, diplomski rad, 2.veljače 2006 (voditelj: dr.sc. S.Tomić).
2. A.Vojvodić: *Dielektrična relaksacija koloidne otopine nanočestica polistirenskog lateksa*, PMF Zagreb, diplomski rad, 20 prosinca 2006 (voditelj: dr.sc. S.Tomić).
3. M. Glogovšek : *Halloov efekt kvazi-jednodimenzionalnih kuprata*, PMF Zagreb, diplomski rad, 21 prosinca 2006 (voditelj: dr.sc. B.Hamzić).

Gosti projekta

1. Prof. K.Maki (svibanj-lipanj 2006)
Dept.of Physics and Astronomy, University of Southern California, Los Angeles, California, USA

Usavršavanja

- 1.T.Vuletić, postdoktorsko usavršavanje, Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud XI, Orsay, Francuska, grupa prof. F.Livolant (od 15.rujna 2006)

Ostalo

- 1.B. Hamzić: članica "Stručnog povjerenstva za školske udžbenike" MZOŠ-a
- 2.B. Hamzić : članica radne grupe HFD-a „Žene u fizici“
- 3.S.Tomić, predsjednica HFD-a (od prosinca 2006).
- 4.S.Tomić i T.Ivek, organizacija Christmas Biophysics Workshop, Zagreb, 18.prosinca 2006.

ELEKTRONSKA SVOJSTVA NANO-STRUKTURIRANIH MATERIJALA I POVRŠINA (0035016)

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

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

Opis istraživanja

U okviru ovog projekta smo istraživali efekte dimenzionalnosti na elektronska i strukturna svojstva ultra tankih metalnih slojeva u uvjetima jakih efekata kvantizacije elektronskog sistema. Kao modelni sistem smo najčešće koristili ultra tanke slojeve srebra (slojevi makroskopskih dimenzija u ravnini podloge a debeli do desetak atoma) deponirane na dobro definiranim metalnim i ultra tankim oksidnim podlogama tako da se njihov utjecaj na svojstva adsorbiranog sloja mogao dobro odrediti.

Istraživali smo efekte energijskih i simetrijskih procijepa podloge na formiranje stacionarnih stanja (stanja kvantne jame) u adsorbiranim metalnim slojevima. Zahvaljujući visokoj energijskoj razlučivosti elektronskog analizatora uspjeli smo, tehnikom foto-elektronske spektroskopije, pokazati da pored s-p elektronskog sustava filmova srebra i d-sustav biva kvantiziran kada su ispunjeni određeni uvjeti. Istražili smo uvjete kvantizacije elektrona d-simetrije u srebrenim filmovima na različitim podlogama te utvrdili da se svojstva ultra tankih metalnih slojeva moraju korelirati sa elektronskim i strukturnim svojstvima podloge: nominalno isti sloj na različitim podlogama pokazuje mnoštvo različitih fenomena. U ovom projektu je dio tih fenomena detaljno obrađen. Jedan od važnih rezultata projekta je i zaključak o postojanju hibridizacije s-p elektronskih kvantnih stanja sa d-elektronima podloge, u slučaju vanadija čijim smo se elektronskim svojstvima bavili i u ovom projektu.

U suradnji sa Sveučilištem u Bonnu radili smo na formiranju i karakterizaciji metalnih struktura (nakupina) na ultra tankim oksidnim slojevima, prije svega na 2 monosloja debelom sloju alumine formiranom na metalnoj podlozi i pokazali da se u tim uvjetima formiraju nakupine nano-dimenzija te da različiti metali daju vrlo različite slojeve s obzirom na veličinu i uređenje čestica: nakupine nekih metala prate strukturu podloge u imaju usku raspodjelu veličina čestica. Unutar te suradnje stečena je ekspertiza za rad sa nisko temperaturnom i varijabilno temperaturnom STM instrumentacijom kao i znanje za njenu izradu. To će biti ekstenzija postojeće STM instrumentacije koju je koristio ovaj projekt u istraživanju strukturnih svojstava metalnih slojeva i čistih i adsorbatima modificiranih površina podloga. U suradnji sa Institutom za metale u Ljubljani radili smo na problemima segregacije dodataka i nečistoća u metalnim kompozitima i njihovog utjecaja na površinska svojstva sistema.

Projekt se bazirao uglavnom na laboratorijskoj opremi u Zagrebu (HRARUPS, XPS, AES, LEED, STM), u jednom dijelu na resurse u Bonnu (LTSTM, VTSTM) i Institutu za metale u Ljubljani (HRAES).

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

Nastavljen je rad na projektu *Framework 6 STREP "Production process for industrial fabrication of low price amorphous-microcrystalline silicon solar cells (LPAMS"*, Pr. No.: PL 509178, gdje je Institutu za fiziku jedna od šest ravnopravnih institucija.

Prva tri mjeseca grupa je intenzivno radila na prijedlozima projekata a) Adriatic New Neighbourhood Programme, INTERREG/CARDS-PHARE, *Integrated scientific network for*

research on hybrid and organic nanostructured materials with advanced experimental methodologies – RIMA, b) FP6-2005-INCO-WBC-SSA-3: NanoHyb Increasing Croatian Competence in Nanotechnology: Laboratory for Hybrid Nanostructures, koji nažalost nisu prihvaćeni za financiranje, i c) *Electronic and crystal structure of supported selforganized nano-systems* u okviru programa *Structure and dynamics of self-organized nanoscale systems* koji je prihvaćen za financiranje od strane MZOŠ.

ELECTRONIC PROPERTIES OF NANO-STRUCTURED MATERIALS AND SURFACES

We continued investigations of electronic properties of subnanometer silver films (up to a few monolayers) on Ni(111), Cu(100) and Pd(111), using photoelectron spectroscopy of high energy and angle resolution (HRARPES). The HRARPES experiments were focused mainly on the development of the silver 4*d* bands. Of particular interest was the segment of the 4*d* band lying in the projected energy gap of the Ni substrate where Ag *d* states are quantized due to electron confinement perpendicular to the film. Namely, the *d*-derived QWS are rarely studied in comparison with the *sp*-QWS, mostly due to their large number in a relatively narrow energy range. To resolve between individual *d*-QWS, high energy resolution spectrometers are required. In our experiments, we used a Scienta SES 100 analyser for which the total energy resolution of < 25 meV was estimated for He I line. Structural properties were studied by means of Scanning Tunnelling Microscopy (STM) and Low Energy Electron Diffraction (LEED). A theoretical group of dr. Brako from Ruđer Bošković Institute provided a full theoretical support to this research by modelling structure and electronic states using the density functional theory.

In collaboration with the Institute of physical and theoretical chemistry in Bonn (K. Wandelt group) we continued research related to formation of nanoclusters on ultra-thin alumina layers.

We worked, as a subcontractor, on HITRA – STIRP technological project “Complex photovoltaic modules”, led by Ruđer Bošković Institute (D. Gracin) that finish in September. We continued the Framework 6 project STREP "Production process for industrial fabrication of low price amorphous-microcrystalline silicon solar cells (LPAMS)", Pr. No.: PL 509178.

Objavljeni radovi:

redovni rad u CC časopisu

1. Mikšić Trontl, Vesna; Pletikosić, Ivo; Pervan, Petar; Milun, Milorad.
Atomic structure of surfaces and ultrathin films. // *Croatica Chemica Acta*. **79** (2006) 311-318
2. Kralj, Marko; Bailly, Aude; Saint-Lager, M.-C Degen, Stefan; Krupski, Aleksander; Becker, Conrad; Dolle, Pierre; De Santis, Mauritio; Wandelt, Klaus.
Temperature- and coverage-dependent evolution of the Au/Pd(110) surface structure. // *Surface Science*. **600** (2006) 2614-2622
3. Steiner-Petrovič, Darja; Mandrino, Djordje; Krajinović, Sanja; Jenko, Monika; Milun, Milorad; Doleček, Valter; Jeram, Martin.
The Surface Segregation of Copper in Non-Oriented Electrical Steels. // *ISIJ International*. **46** (2006) 1452 - 1457
4. Lehnert, Anne; Krupski, Aleksander; Degen, Stefan; Franke, K.; Decker, S.; Rusponi, S.; Kralj, Marko; Becker, Conrad; Brune, Harald; Wandelt, Klaus.
Nucleation of ordered Fe islands on Al₂O₃/Ni₃Al(111). // *Surface Science*. **600** (2006) 1804-1808

konferencijski rad u CC časopisu

1. Kralj, Marko; Becker, Conrad; Wandelt, Klaus.
The initial stages of the hydrogen-induced reconstruction of Pd(110) studied with STM. // *Surface Science*. **600** (2006) 4113-4118

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. Marko Kralj; 11th Joint Vacuum Conference - JVC 11, Prague, Czech Republic, 24-28.9.2006. "Ordered surface structure: Basis of a nanoworld studied by STM (case study - Pd(110))" (pozvano predavanje)

2. Marko Kralj; GRC on Nanostructure Fabrication, Tilton, US, 16-21.7.2006. "The electronic and structural entities of alumina and their relation to 2-D nanostructuring"

3. Marko Kralj; From Solid State To BioPhysics III, Dubrovnik, Croatia, 24.6-1.7.2006. "The electronic and structural properties of Al₂O₃/Ni₃Al(111) and their relation to 2-D nanostructuring" (pozvano predavanje)

4. Marko Kralj; DPG Spring Meeting + EPS 21st condensed matter division conference, Dresden, Germany, 26-31.3.2006. "Interaction of oxygen and hydrogen with a Pd(110) surface"

5. Marko Kralj; Wroclaw-Bonn Workshop on Surface Physics and Chemistry, Wroclaw, Poland, 23-26.3.2006. "High-resolution ARPES: a tool for characterizing an electron in a box"

P.Pervan, M. Milun, LIGHT06 – Large Area Photon Detectors Workshop, Eliat, Izrael, 8-12 siječnja 2006.

P.Pervan, M. Milun, Layered Metallic Nanostructures Quantum Well Spectroscopy, Workshop of the INTERREG IIIA SLO-ITA project, Trieste, 23-24 listopad 2006

Sudjelovanje na stručnim skupovima:

Tehnološki projekti

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

Međunarodna znanstvena suradnja

Projekti:

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

Formalna suradnja

"Electronic properties of manganese nanostructures at surfaces" bilateral project DAAD (Germany) – MZOS (Croatia) bilateral project, 2006 – 2007, Voditelj P. Pervan

Neposredna suradnja

Department of Physics, Brookhaven National Laboratory, Dr. P.D. Johnson, Dr. T. Valla
Institut za kovinske materijale in tehnologije, Ljubljana

Sudjelovanje u nastavi:

dodiplomska nastava

I. Pletikosić, *Vježbe iz Opće fizike (I-IV)* za istraživački smjer, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

P. Pervan, *Seminar iz fizike, odsjek za fiziku*, Filozofski fakultet u Rijeci,

poslijediplomska nastava

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

M. Milun, *Kemijska i fizikalna svojstva površina i nanostruktura*, doktorski studij Inženjerska kemija, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb

Seminari

1. Marko Kralj: "Physics and chemistry on the anisotropic surface: studies on Pd(110)"; 24.11.2006. Institut für Physikalische und Theoretische Chemie der Uni Bonn, Germany

2. Marko Kralj: "Tailoring properties of adsorbed metal layers, clusters and molecules by controlling dimensionality and interaction with substrates"; 28.7.2006. Center for Integrated Science & Engineering - Columbia University, New York, US

3. Marko Kralj: "Ordered thin alumina film with tempting electronic, structural and template properties"; 25.7.2006. Condensed Matter Department - Brookhaven National Laboratory, Upton, US

P.Pervan, *Metallic Nanostructures; Quantum Well States*, Institute for physical and theoretical chemistry, University Bonn, 7. prosinca. 2006.

Ostalo

M. Milun

Član Programskog odbora *From solid state to biophysics III*, Cavtat

Član Međunarodnog programskog odbora 13. Konferencije o materialih in tehnologijah, Portorož, 13-15. 11. 2006

Član Programskog komiteta FP7 NMP, ekspertni predstavnik RH

Član Povjerenstva za praćenje Euroatom programa

P. Pervan

Član izdavačkog savjeta časopisa *VACUUM*, Elsevier

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

Član povjerenstva MZOŠ-a za praćenje Okvirnih programa

Član radne skupine za pripremu pregovora pravne stečevine Europske unije za poglavlje 25. znanost i istraživanje.

Koordinator projekta "Multimedijalni centar Instituta za fiziku"

Voditelj projekta "Magnetizam-multimedijalni moduli"

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
Suradnik: dr.sc. Antonio Šiber, viši znanstveni suradnik

Opis istraživanja:

Rad na projektu u 2006. godini bio je koncentriran na teorijsko proučavanje, interpretiranje i modeliranje strukturnih, dinamičkih i elektronskih svojstava površina odnosno granica faza (interfaces) u najširem smislu tog pojma, t.j. uključujući planarne granice između kondenzirane i plinovite faze ili vakuuma (gas-solid interface), granice kondenzirane faze i kvazi-dvodimenzionalnih struktura (solid-monolayer interface), te zakrivljenih površina kvazi-jednodimenzionalnih i/ili cilindričnih struktura (nanotubes) i clustera. Posebna pažnja posvećena je sistemima u kojima se barem jedna od dimenzija mjeri na nanoskali (nanostructures & nanosystems).

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

Istraživački rad na projektu rezultirao je objavljivanjem znanstvenih radovima u CC časopisima s visokim "impact" faktorom i njihovim prezentacijama na znanstvenim skupovima i seminarima pri znanstveno-istraživačkim institucijama.

MODELLING OF THE PROPERTIES OF MICRO- AND NANO-STRUCTURED SURFACES

The work on the project in 2006 was focused on the theoretical investigations, interpretations and modelling of the structural, dynamical and electronic properties of surfaces and interfaces, encompassing gas-solid interfaces, solid-monolayer interfaces and curved boundaries of quasi one-dimensional and/or cylindrical structures (nanotubes) and clusters. Special attention has been paid to the systems with dimension(s) reduced to the nanoscale, i.e. to nanostructures and nanosystems.

Implementation of the various theoretical methods and algorithms, of which some have been specially developed within the framework of the current and earlier projects, has enabled us to interpret a number of experiments of inelastic scattering, adsorption and desorption of atoms and molecules onto or from metal surfaces, absorption of electromagnetic radiation in surface electronic bands, ultrafast dynamics of electronic excitations in surface bands, and mechanical and thermodynamical properties of surfaces with various curvatures and symmetries typical of planar crystal geometries, nanotubes and clusters. The results of these studies make a contribution to our understanding of the fundamental properties of nanoscaled and nanostructured systems and of the ultrafast processes and phenomena that have been extensively investigated in the past decade owing to their large potentiality in technological applications.

The results of research carried out within the project have been presented in scientific papers published in highly ranking internationally refereed journals, at specialized conferences as contributed and invited talks, and in seminars given at various research institutions.

**Objavljeni radovi:
redovni rad u CC časopisu**

P. Lazić, V.M. Silkin, E.V. Chulkov, P.M. Echenique, B. Gumhalter:
Extreme ultrafast dynamics of quasiparticles excited in surface electronic bands.
Physical Review Letters. **97** (2006) ; 086801-4

A. Šiber:
Dynamics and (de)localization in a one-dimensional tight-binding chain.
American Journal of Physics. **74** (2006) , 8; 692-698.

A. Šiber, Ch. Boas, M.W. Cole, Ch. Wöll:
Anomalously low probabilities for rotational excitations in HD-surface scattering.
ChemPhysChem. **7** (2006) ; 1015-1018.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

- B. Gumhalter: "Ultrafast electron dynamics in surface bands"
Ultrafast Surface Dynamics Workshop, Abashiri, May 2006.,
- B. Gumhalter: "Structure and dynamics of Xe monolayers on Cu(111) and Pt(111)"
Workshop on Surface Dynamics, Modena, June 2006.
- A. Šiber: "Carbon sp² shapes, viruses and theory of elasticity"
MATH/CHEM/COMP 2006, Dubrovnik, June 2006.
- B. Gumhalter: "Ultrafast electron dynamics in surface bands"
Conference on Advancing Frontiers of Condensed Matter Physics, ICTP Trieste, July 2006),
- B. Gumhalter: Ultrafast electron dynamics in surface bands (Symposium on Ultrafast
Dynamics @ ECOSS-24, Paris, Sept. 2006),
- A. Šiber: "Shapes and energetics of bucky-assemblies"
Christmas Biophysics Workshop, IF Zagreb, Dec. 2006.

Seminari održani na znanstveno-istraživačkim institucijama:

- B. Gumhalter:
"Ultrafast electron dynamics in surface electronic bands",
University of Osaka, May 2006.
- B. Gumhalter:
"Structure and dynamics of Xe monolayers adsorbed on Cu(111) and Pt(111) surfaces studied in the
density functional approach",
University of Osaka, May 2006.

Ostale aktivnosti:

B. Gumhalter:
Organizacija simpozija *Ultrafast Dynamics at Surfaces @ ECOSS-24* (Paris, Sept. 2006)
B. Gumhalter:
Član Područnog znanstvenog vijeća za prirodne znanosti

Studijski boravci:

- B. Gumhalter: University of Osaka (Japan), May 2007.
- B. Gumhalter: University of Toyama (Japan), May-June 2007.

KNJIŽNICA

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

STRUČNI SURADNIK: dr. Vlasta Horvatić, viši 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 2006. godine, nastavila svojom aktivnošću

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 3914 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 pristižu.

Pretraživanje obiju baza svim je korisnicima dostupno putem mreže

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

U novije vrijeme ukazala se potreba promjene dosadašnjega stanja knjižničnoga sustava Republike Hrvatske, te da se konačno uspostavi novi usklađen, jedinstven i djelotvoran sustav visokoškolskih knjižnica. Tako je za potrebe hrvatskoga sveučilišnoga sustava nabavljen u 2006. godini, knjižnični program Voyager . Stoga se i knjižnica Instituta za fiziku tokom 2006. godine počela pripremati za uključivanje u taj budući knjižnični sustav, a pretpostavka za to je nova obrada fonda koji knjižnica posjeduje. Obradena građa bit će implementirana u Voyager tokom 2007. godine. Knjižnica je u tu svrhu organizirala seminar pod naslovom „Uvod u rad u program Voyager“ za 7 knjižnica koji je održan u prostorijama Instituta za fiziku. Seminar je vodio dr. Ivan Mihel .

Fond knjižnice:

1. knjige 4634 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 grade:

1. Posuđeni časopisi i knjige za izradu kopija: 219
2. Posuđene knjige: 35
3. Čitaonica - izdani časopisi: 289
4. Međuknjižnična posudba
 - a) zahtjevi putem pošte
 - primljenih zahtjeva: 21
 - upućenih zahtjeva 4
 - b) zahtjevi putem telefona ili osobno
 - primljenih zahtjeva: 45
 - upućenih zahtjeva 21

KORISNICI: Znanstveno-istraživačko osoblje: 55

Znanstveno-nastavno osoblje: 20

Studenti: 420, Ostali: 30,

Ukupno: 525

3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA

Doktorirali:

Dr.sc. Ivica Živković, 05.07.2006.

Dr.sc. Damir Aumiler, 18.12.2006.

Izbori u znanstvena zvanja/na radna mjesta:

Dr.sc. Ticijana Ban, izbor u znanstveno zvanje viši znanstveni suradnik

Dr.sc. Robert Beuc, izbor u znanstveno zvanje znanstveni savjetnik

Dr.sc. Katica Biljaković, izbor na radno mjesto znanstveni savjetnik II izbor

Dr.sc. Jovica Ivkov, izbor u znanstveno zvanje znanstveni savjetnik

Dr.sc. Marko Kralj, izbor na radno mjesto znanstveni suradnik

Dr.sc. Marko Miljak, izbor u znanstveno zvanje znanstveni savjetnik

Dr.sc. Mladen Prester, izbor na radno jesto Znanstveni savjetnik I izbor

Dr.sc. Hrvoje Skenderović, izbor na radno mjesto viši znanstveni suradnik

3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSLIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI

Dodiplomska nastava

I. Pletikosić, *Vježbe iz Opće fizike* (I-IV) za istraživački smjer, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

P. Pervan, *Seminar iz fizike, odsjek za fiziku*, Filozofski fakultet u Rijeci

I. Smiljanić, Fizički praktikum IV, zimski semestar, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

M. Očko, Praktikum iz Fizike I i II, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

K. Salamon, Praktikum iz fizike 1 i 2, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

I. Živković, *Vježbe iz Osnove teorije vjerojatnosti i Matematička statistika*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

Đ. Drobac sudjeluje u izvedbi dijelu kolegija *Eksperimentalne metode fizike (magnetizam)*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

K. Uzelac, *Ireverzibilni procesi u fizici*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

O.S. Barišić, *Seminar iz Ireverzibilnih procesa* (vježbe), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

O. S. Barišić, *Uvod u statističku fiziku* (vježbe), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

I. Balog, *Praktikum III*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

J. Szavits Nossan, *Praktikum III*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

R. Beuc, viši predavač na Zdravstvenom veleučilištu, Zagreb: Studij Fizioterapije, predmet *Fizika* (2006.-)

G. Pichler, *Eksperimentalne metode atomske fizike* (2467), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

G. Pichler, *Seminar iz eksperimentalnih metode atomske fizike* (2468), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

G. Pichler, *Atomska fizika s optikom* (2430), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

T. Ban, *Fizički praktikum za inženjere kemije*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

N. Vujičić, *Elektrodinamika, vježbe*, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

Poslijediplomska nastava

G. Pichler, *Atomska fizika i spektroskopija* (303), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

G. Pichler, *Seminar iz atomske i molekularne fizike i astrofizike* (305), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

G. Pichler, *Doktorski seminar* (306), Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

G. Pichler, *Kvantna elektronika* (ZFI04C1), Fakultet elektronike i računarstva, Zagreb.

S. Milošević, *Metode atomskih i molekularnih snopova* (314), Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu

R. Beuc, *Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava* (315), Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu

M. Movre, *Fizika hladnih sudara* (316), Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu

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

M. Milun, *Kemijska i fizikalna svojstva površina i nanostruktura*, doktorski studij Inženjerska kemija, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb

E. Tutiš, *Fizika poluvodiča*, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu

3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 2006. GODINI

1. D. Aumiler
05.03.06.-10.03.06.- Francuska, sudjelovanje na konferenciji
06.06.06.-11.06.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
2. I. Aviani
28.06.06.-03.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
01.10.06.-05.10.06.- Hrvatska, znanstveni posjet
3. I. Balog
22.04.06.-27.04.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
3. T. Ban
06.06.06.-11.06.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
30.07.06.-04.08.06.- USA, sudjelovanje na konferenciji
27.08.06.-02.09.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
4. R. Beuc
27.08.06.-02.09.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
5. K. Biljaković
28.06.06.-04.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
29.05.06.-12.06.06.- Francuska, znanstveni posjet
6. N. Demoli
01.10.06.-31.10.06.- Francuska, studijski boravak
12.11.06.-21.12.06.- Francuska, studijski boravak
7. D. Dominko
28.06.06.-04.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
13.08.07.-28.08.06.- Rumunjska, znanstveni posjet-sudjelovanje na konferenciji
04.12.06.-15.12.06.- Njemačka, znanstveni posjet
7. M. Fučkar-Marasović
29.05.06.-04.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
8. B. Gumhalter
13.05.06.-02.06.06.- Japan, znanstveni posjet
02.07.06.-07.07.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
02.09.06.-09.09.06.- Francuska, sudjelovanje na ECOSS
9. B. Hamzić
01.07.06.-07.07.06.- Irska, znanstveni posjet
11. T. Ivek
29.06.06.-03.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
12. S. Krajinović

08.05.06.-07.07.06.- Njemačka, studijski boravak
04.12.06.-16.12.06.- Njemačka, znanstveni posjet

12. M. Kralj

09.01.06.-28.07.06.- Njemačka, studijski boravak
24.07.06.-02.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
24.09.06.-29.09.06.- Češka, sudjelovanje na konferenciji
04.12.06.-29.12.06.- Njemačka, studijski boravak

13. N. Krstulović

06.06.06.-10.06.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
18.06.06.-24.06.06.- Hrvatska, Ljetna škola mladih fizičara
31.07.06.-10.08.06.- Hrvatska, Ljetna škola
24.09.06.-28.09.06.- Češka, sudjelovanje na konferenciji

14. I. Labazan

28.02.05.-30.04.06.- Njemačka, stručno usavršavanje
01.05.06.-31.08.06.- Njemačka, poslijedoktorski studij
01.10.06.-31.12.06.- Njemačka, studijski boravak

16. Ž. Marohnić

05.07.06.-12.07.06.- Slovačka, znanstveni posjet

17. O. Milat

31.08.06.-11.09.06.- Japan, sudjelovanje na konferenciji

18. M. Milun

07.01.06.-13.01.06.- Izrael, sudjelovanje na Workshop-u
18.04.06.-23.04.06.- Indija, član državne delegacije
23.06.06.-30.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji

19. S. Milošević

13.03.06.-17.03.06.- Belgija, službeni put-sastanak
24.04.06.-28.04.06.- Belgija, službeni put-sastanak
06.06.06.-10.06.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
24.09.06.-28.09.06.- Češka, sudjelovanje na konferenciji

20. M. Movre

10.01.06.-10.03.06.- Njemačka, studijski boravak
27.08.06.-02.09.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji

21. J. S. Nossan

22.04.06.-27.04.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji

21. M. Očko

29.06.06.-03.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
22.04.06.-28.04.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji

22. P. Pervan

07.01.06.-13.01.06.- Izrael, sudjelovanje na Workshop-u
01.10.06.-05.10.06.- Hrvatska, znanstveni posjet

23 G. Pichler

- 05.03.06.-13.03.06.- Indija, sudjelovanje na međunarodnoj konferenciji
14.05.06.-25.05.06.- SAD, studijski boravak
06.06.06.-11.06.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
27.08.06.-02.09.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
24. I. Pletikosić
29.06.06.-03.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
10.07.06.-09.08.06.- Njemačka, studijski boravak
- 24 M. Prester
24.05.06.-01.06.06.- Njemačka, radni posjet
25.06.06.-30.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
- 25 K. Salamon
01.09.06.-06.09.06.- Italija, radni posjet
- 26 H. Skenderović
06.06.06.-11.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
29.10.06.-03.11.06.- Njemačka, sudjelovanje na seminaru
- 27 I. Smiljanić
15.02.06.-24.02.06.- Mađarska, studijski boravak
- 28 A. Smontara
21.05.06.-28.05.07.- Slovenija, znanstveni posjet
29. M. Sobol
22.04.06.-27.04.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
30. D. Starešinić
29.03.06.-12.04.06.- Njemačka, znanstveni posjet
28.06.06.-04.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
17.07.06.-28.07.06.- Slovenija, znanstveni posjet
04.10.06.-11.11.06.- Francuska, studijski boravak
04.12.06.-15.12.06.- Njemačka, znanstveni posjet
31. Ž. Šimek
29.06.06.-03.07.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
32. S. Tomić
08.04.06.-17.04.06.- Francuska, studijski boravak
23.06.06.-28.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
01.07.07.-07.07.07.- Irska, sudjelovanje na konferenciji
13.11.06.-25.11.06.- Njemačka, studijski boravak
33. E. Tutiš
14.01.06.-17.02.06.- Švicarska, studijski boravak
08.03.06.-12.03.06.- Francuska, sudjelovanje na Workshop-u
22.04.06.-27.04.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
01.10.06.-11.10.06.- Švicarska, znanstveni posjet
34. K. Uzelac
22.04.06.-27.04.07.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji

35. Č. Vadla
18.10.06.-21.12.06.- Njemačka, studijski boravak
36. S. Vdović
06.06.06.-11.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
37. Z. Vučić
18.06.06.-24.06.06.- Hrvatska, sudjelovanje na ljetnoj školi ml. fizičara
37. N. Vujičić
06.06.06.-11.06.06.- Italija, sudjelovanje na konferenciji
37. T. Vuletić
22.06.06.-03.07.06.- Japan, studijski boravak-sudjelovanje na međun. skupu
15.09.06.-15.09.07.- Francuska, poslijedoktorski studij
38. V. Zlatić
20.04.06.-19.05.06.- Italija, studijski boravak
21.05.06.-09.06.06.- Španjolska, studijski boravak
10.06.06.-16.06.06.- Hrvatska, znanstveni posjet
06.08.06.-11.08.06.- Austrija, sudjelovanje na ICT
27.08.06.-02.09.06.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
07.09.06.-12.09.06.- Češka, sudjelovanje na sastanku
02.10.06.-31.10.06.- Italija, studijski boravak

3.6 SEMINARI U 2006

1. 12.12.2006 **Determination of molecular structure on surfaces by a combination of vibrational spectroscopy and density functional theory**
Dr. Conrad Becker
Institute of Physical and Theoretical Chemistry, University of Bonn,
Wegelerstr. 12, 53115 Bonn, Germany
2. 23.11.2006 **The Molecular side of Ultracold Molecules**
Dr Olivier Dulieu
Laboratoire Aimé Cotton, CNRS, Bât. 505, Campus d'Orsay, 91405 Orsay
Cedex, France
3. 20.11.2006 **Optička stupica i optičke škare u stanicama kvasca: Studija unutarnje organizacije stanice**
Dr Iva Tolić-Norrelykke
Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics Dresden
4. 19.09.2006 **Nuclear dynamics in degenerate states of alkali trimers; molecular structure from spectroscopy and calculations**
Prof.dr. Wilfried Meyer
Department of Chemistry, University of Kaiserslautern, 67653
Kaiserslautern, Germany
5. 01.09.2006 **Upotreba optičke zamke u manipulaciji nanočestica i novoj mehaničkoj spektroskopiji**
dr. Aleksandra Rađenović
University of California Berkeley
6. 14.07.2006 **Manganiti: strukturalno uređenje ili separacija faza**
Dr. Neven Biškup
Department of Chemistry, University of Kaiserslautern, 67653
Kaiserslautern, Germany
7. 14.07.2006 **Sympathetic Cooling of Ions by Ultracold Atoms**
Prof. Win Smith
Physics Department, University of Connecticut, USA
8. 06.07.2006 **Ground state of „pseudogap“ in Cuprates**
Dr Tonica Valla
Brookhaven National Lab, Upton, NY, USA
9. 06.07.2006 **When lasers and molecules cooperate in novel information technologies**
Prof. Dr. Karl-Ludwig Kompa
Max-Planck-Institut fuer Quantenoptik, Garching, Muenchen
10. 29.06.2006 **Correlated d-wave Superconductivity and the Physics of Cuprates**

Zlatko Tešanović
Johns Hopkins University, Baltimore, MD 21218, USA

11. 01.06.2006 **The anatomy of Gossamer superconductivity**
Kazumi Maki
University of Southern California, Dept. of Physics & Astronomy
12. 29.05.2006 **Observation of Fragile-to-Strong Dynamic Crossover in Protein Hydration Water**
Prof. Dr Sow-Hsin Chen
Department of Nuclear Science and Engineering, MIT, Cambridge, Massachusetts, USA
13. 18.05.2006 **Simple questions, which arose from the study of complex metallic alloys**
Prof. Jean-Marie Dubois
Institute Jean Larmour, FR 2797 CNRS UMR 7584 CNRS - INPL (Mines)
14. 27.04.2006 **Solitons in strongly correlated electronic systems: route from one to higher dimensions**
Dr Serguei Brazovskii
LPTMS - CNRS Orsay, France
15. 30.03.2006 **On the origin of organic superconductivity**
Prof. dr. Claude Bourbonnais
Departement de physique, Universite de Sherbrooke, Sherbrooke (Qu?ebec) J1K 2R1, Canada
16. 16.02.2006 **Arhitektura tanina grozdja i vina**
Dr. Dražen Zanchi
Universite de Paris VII