

**INSTITUT ZA FIZIKU
ZAGREB**

**GODIŠNJI IZVJEŠTAJ
ZA 1997. GODINU**

**INSTITUT ZA FIZIKU
ZAGREB**

**GODIŠNJI IZVJEŠTAJ
ZA 1997. GODINU**

**BIJENIČKA C. 46, P.P. 304, 10000 ZAGREB - REPUBLIKA HRVATSKA
TELEFON: (01)4680-211, TELEFAX:(01)4680-399, 4680-397**

Sadržaj

1. STRUKTURA INSTITUTA	4
1.1. ORGANI INSTITUTA	4
1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA.....	4
2. IZVJEŠTAJI O RADU NA PROGRAMU TRAJNE ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI	7
2.1. ATOMSKI SUDARI NISKE ENERGIJE U PLINOVIMA I PLAZMI	8
2.2. LASERSKO VOĐENJE I DIJAGNOSTIKA PROCESA U PARAMA I PLAZMI	11
2.3. NOVI MOLEKULARNI VODIČI	19
2.4. METALNA STAKLA I VISOKOTEMPERATURNI SUPRAVODIČI	24
2.5. ELEKTRONSKA SVOJSTVA LOKALNO KORELIRANIH SISTEMA.....	27
2.6. STRUKTURNE MODULACIJE U NOVIM SINTETIČKIM MATERIJALIMA.....	30
2.7. KOMPLEKSNI MODULIRANI SISTEMI: OSNOVA STANJA I POBUĐENJA.....	33
2.8. FIZIKA POVRŠINA I ADSORBIRANIH SLOJEVA	39
2.9. TEORIJA KRITIČNIH POJAVA I NISKODIMENZIONALNIH SISTEMA	45
3. OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA.....	48
3.1. SEMINARI.....	48
3.2. BIBLIOTEKA.....	49
3.3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA.....	50
3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSLIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI.....	51
3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 1997.	52
4. FINACIJSKI POKAZATELJI.....	55
4.1. PRIHODI PROGRAMA TRAJNE ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI.....	55
4.2. RAČUN PRIHODA I IZDATAKA.....	56

1. STRUKTURA INSTITUTA

1.1. ORGANI INSTITUTA

Ravnatelj Instituta za fiziku:

Dr.sc. Čedomil Vadla, znanstveni suradnik

Upravno vijeće:

Akademik Slaven Barišić,	predsjednik
Dr.sc. Silvia Tomić,	član - do 15.02.1997.
Dr.sc. Mladen Prester,	član - od 15.02.1997.
Prof. dr.sc. Vjera Krstelj,	član

Znanstveno vijeće:

Dr.sc. Katarina Uzelac, predsjednica- od 22.05.1997.

1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA

Znanstvenici:

Ivica Aviani, mr.sc.	- asistent	
Davorka Azinović, dr.sc.	- viši asistent	
Ivo Batistić, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Robert Beuc, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Katica Biljaković, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
John R. Cooper, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Nazif Demoli, dr.sc.	- viši asistent	
Đuro Drobac, dr.sc.	- asistent	
Jadranko Gladić, mr.sc.	- asistent	
Zvonko Glumac, dr.sc.	- asistent	
Branko Gumhalter, dr.sc.	- znanstveni savjetnik	
Bojana Hamzić, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Berislav Horvatić, dr.sc.	- asistent	
Vlasta Horvatić, dr.sc.	- asistent	
Jovica Ivkov, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Stipe Knezović, mr.sc.	- asistent	- do 31.07.1997.
Davorin Lovrić, dr.sc.	- viši asistent	
Jagoda Lukatela, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Željko Marohnić, mr.sc.	- asistent	
Ognjen Milat, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Slobodan Milošević, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Milorad Milun, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Marko Miljak, dr.sc.	- viši asistent	
Mladen Movre, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	

Miroslav Očko, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Petar Pervan, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Goran Pichler, dr.sc.	- znanstveni savjetnik	
Mladen Prester, dr.sc.	- viši asistent	
Ana Smontara, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Krešimir Šaub, dipl.inž.	- asistent	
Silvia Tomić, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Eduard Tutiš, dr.sc.	- viši asistent	
Katarina Uzelac, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik	
Čedomil Vadla, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Damir Veža, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Zlatko Vučić, dr.sc.	- znanstveni suradnik	
Vladis Vujnović, dr.sc.	- znanstveni savjetnik	- do 30.09.1997.
Veljko Zlatić, dr.sc.	- znanstveni savjetnik	

Znanstveni novaci:

Ante Aničić, mr.sc.	
Osor Slaven Barišić, dipl.inž.	- od 01.02.1997.
Ante Bilić, mr.sc.	- do 30.06.1997.
Ante Bilušić, dipl.inž.	- od 02.06.1997.
Nevenko Biškup, dr.sc.	
Marko Kralj, dipl. inž.	- od 01.09.1997.
Matko Milin, dipl.inž.	- do 28.02.1997.
Hrvoje Skenderović, mr.sc.	
Damir Starešinić, dipl.inž.	
Antonio Šiber, dipl.inž.	- od 01.02.1997.
Ognjen Škunca, dipl.inž.	
Tonica Valla, dr.sc.	

Tehničari:

Krešimir Drvodelić,	ostali poslovi II vrste
Branko Kiš,	viši tehničar II vrste
Marjan Marukić,	viši tehničar II vrste
Josip Pogačić,	viši tehničar II vrste
Milan Sertić,	tehničar III vrste
Alan Vojnović,	viši tehničar II vrste
Milan Vukelić,	tehničar III vrste

Opći i zajednički poslovi:

Mladen Bakale,	voditelj III vrste
Ivanka Bakmaz,	namještenica III/4 vrste
Marija Baričević,	tajnički poslovi III vrste
Golubica Begić,	namještenica bez sprema
Dragica Dupelj,	namještenica bez sprema

Marica Fučkar-Marasović, prof.	- bibl.spec.
Željko Kneclin, dipl.oec.	- šef računovodstva i nabave
Matilda Kolarić,	namještenica niže spreme
Nevenka Kralj,	namještenica III/4 vrste
Vesna Lončarević,	namještenica niže spreme
Darko Oštarčević,	portir-telefonist
Jadranka Rajić, dipl. pravnik	- tajnica Instituta
Vera Rogin,	namještenica bez spreme
Željko Rogin,	voditelj III vrste
Draženka Zajec,	namještenica niže spreme

2. IZVJEŠTAJI O RADU NA PROGRAMU TRAJNE ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI "Fizika kondenzirane materije, plinova i plazme" (003501)

Fundamentalna znanstvena istraživanja organizirana su po znanstveno-istraživačkim skupinama (temama) financiranim od Ministarstva znanosti i tehnologije RH:

- 1. Atomski sudari niske energije u plinovima i plazmi (00350101)**
Glavni istraživač: dr.sc. Čedomil Vadla, znanstveni suradnik
- 2. Lasersko vođenje i dijagnostika procesa u parama i plazmi (00350102)**
Glavni istraživač: dr.sc. Goran Pichler, znanstveni savjetnik
- 3. Novi molekularni vodiči (00350103)**
Glavni istraživač: dr.sc. Silvia Tomić, viši znanstveni suradnik
- 4. Metalna stakla i visokotemperaturni supravodiči (00350104)**
Glavni istraživač: dr.sc. Jagoda Lukatela, znanstveni suradnik
- 5. Elektronska svojstva lokalno koreliranih sistema (00350105)**
Glavni istraživač: dr.sc. Veljko Zlatić, znanstveni savjetnik
- 6. Strukturne modulacije u novim sintetičkim materijalima (00350106)**
Glavni istraživač: dr.sc. Zlatko Vučić, znanstveni suradnik
- 7. Kompleksni modulirani sistemi: osnovna stanja i pobuđenja (00350107)**
Glavni istraživač: dr.sc. Katica Biljaković, viši znanstveni suradnik
- 8. Fizika površina i adsorbiranih slojeva (00350108)**
Glavni istraživač: dr.sc. Branko Gumhalter, znanstveni savjetnik
- 9. Teorija kritičnih pojava i niskodimenzionalnih sistema (00350109)**
Glavni istraživač: dr.sc. Katarina Uzelac, viši znanstveni suradnik

2.1. ATOMSKI SUDARI NISKE ENERGIJE U PLINOVIMA I PLAZMI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ:	dr.sc. Čedomil Vadla, znanstveni suradnik
SURADNICI:	dr.sc. Mladen Movre, viši znanstveni suradnik dr.sc. Robert Beuc, znanstveni suradnik dr.sc. Vlasta Horvatić, asistent

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Sažeti opis istraživanja koja su rezultirala objavljenim radovima navedenim pod točkama [1] i [2] te radom u tisku [5] izložen je u godišnjem izvještaju za 1996. godinu.

Istraživanja koja su izvođena tijekom 1997. godine odnose se na radove koji su u tisku ([3] i [4]) te radove koji su u pripremi.

Istraživan je prijenos energije pobude u sudarima dvaju pobuđenih atoma (*energy pooling* - EP). U sustavu $Ba^* + Ba^*$ određen je koeficijent prijenosne rate, odnosno udarni presjek, za proces u kojem sudari dvaju barijevih atoma pobuđenih u metastabilno tripletno stanje 3D_J rezultiraju naseljavanjem barijevog rezonantnog singletnog 1P nivoa. Mjerenja su napravljena koristeći metode laserske fluorescencije i apsorpcije. Barijevi metastabilni atomi producirani su optičkim pumpanjem na frekvenciji barijeve interkombinacijske linije (prijelaz iz osnovnog stanja u tripletno 3P stanje). Radijativnom i sudarnom relaksacijom tripletnog 3P stanja intenzivno se populiraju metastabilna tripletna 3D_J stanja. Tim načinom, u tipičnim uvjetima prebacuje se preko 90% atoma barija iz osnovnog u tripletno 3D_J stanje, pri čemu se zbog osiromašenja napućenosti osnovnog stanja ujedno eliminiraju problemi *trappinga* rezonantnog zračenja. Ovi problemi u prethodnim istraživanjima činili su glavnu prepreku za dobivanje podataka o udarnom presjeku za dotični proces, tako da se nedavno objavljeni rezultati o EP procesima u sudarima barijevih pobuđenih atoma odnose samo na procese naseljavanja Ba stanja energijski viših od rezonantnog. Rezultati naših mjerenja predstavljaju prve podatke o udarnom presjeku za navedeni kvazirezonantni EP proces pri sudarima dvaju tripletnih Ba metastabilnih atoma [3].

U sustavu $Cs^* + Cs^*$ mjeren je koeficijent prijenosne rate k za proces $Cs^*(6P) + Cs^*(6P) \rightarrow Cs(6S) + Cs^{**}(6D)$, u ovisnosti o omjeru gustoća naseljenosti stanja fine strukture $Cs(6P)$ nivoa. Mjerenja su napravljena metodom laserske fluorescencije. Koristeći skup izmjerenih podataka za k , određeni su koeficijenti prijenosnih rata pri pojedinim $Cs^*(6P_J) + Cs^*(6P_J)$ sudarima. Za procese $Cs^*(P_{1/2}) + Cs^*(P_{1/2})$, $Cs^*(P_{1/2}) + Cs^*(P_{3/2})$ i $Cs^*(P_{3/2}) + Cs^*(P_{3/2})$ dobivene su vrijednosti $k_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$, $k_2 = 3.1 \times 10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ i $k_3 < 3 \times 10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$, pri temperaturi $T = 600 \text{ K}$. Vrijednost za k_1 i procjena za k_3 konzistentne su sa vrijednostima prethodno objavljenim od drugih autora. Koeficijent prijenosne rate k_2 prvi put je određen ovim istraživanjima [4].

Takoder su mjereni udarni presjeci za prijenos energije pobuđenja među najnižim stanjima cezija u čistim cezijevevim parama. Atomi Cs optički su pobuđivani u $5D_J$ stanja kvadrupolno dozvoljenim $6S_{1/2} \rightarrow 5D_J$ prijelazom. Rezonantna stanja naseljavana su radijativnim i sudarnim $5D_J \rightarrow 6P_J$ prijelazima. Relativna naseljenost pobuđenih stanja mjerena je u ovisnosti o gustoći Cs atoma u osnovnom stanju.

Dobiveni su udarni presjeci za međumultipletno miješanje i *quenching* $Cs\ 5D_J$ i $6P_J$ stanja zbog sudara s atomima Cs u osnovnom stanju te udarni presjek za *quenching* rezonantnog $Cs\ 6P_J$ stanja zbog sudara s molekulama cezija. Koristeći teorijske potencijalne krivulje za Cs_2 provedena je teorijska analiza prijenosa energije pobude u cezijevim parama koja uz osnovno $6S + 6S$ uključuje i $6P_J + 6S$ te $5D_J + 6S$ stanja sudarnog sustava $Cs^* + Cs$. Procijenjeni udarni presjek ($\sigma = 3 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$) za *quenching* $6P$ stanja atomima Cs u osnovnom stanju dobro se slaže s izmjerenim udarnim presjekom ($\sigma = 2.1 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$). Dominantan doprinos udarnom presjeku daje spin-orbit miješanje $a\ ^3\Sigma_u^+$ i $b\ ^3\Pi_u$ stanja u okolini njihova sjecišta ($R \cong 6 a_0$). Na temperaturama od nekoliko stotina K dominantni mehanizam prijenosa energije pobude među stanjima fine strukture prvog pobuđenog nivoa cezija ($6P$) je spin-orbit miješanje 0_u^+ komponenata $A\ ^1\Sigma_u^+$ i $b\ ^3\Pi_u$ stanja u okolini njihova sjecišta u blizini minimuma $A\ ^1\Sigma_u^+$ potencijala. Temperaturna ovisnost udarnog presjeka $\sigma(6P_{3/2} \rightarrow 6P_{1/2})$ je slaba ($\sim T^{-2/3}$) pa su, koristeći teorijski udarni presjek za $T = 300 \text{ K}$ i princip detaljne ravnoteže, izračunati udarni presjeci $\sigma(6P_{3/2} \rightarrow 6P_{1/2}) = 22 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$ i $\sigma(6P_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}) = 11 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$ za eksperimentalnu temperaturu $T = 585 \text{ K}$. Slaganje s mjerenim presjecima ($\sigma(6P_{3/2} \rightarrow 6P_{1/2}) = 28 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$ i $\sigma(6P_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}) = 14 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$) je dobro. Jednostavan model prijenosa energije pobude s $5D$ na $6P$, uz zanemarivanje spin-orbit međudjelovanja daje udarni presjek višestruko manji od izmjerenog, što upućuje na važnost spin-orbit međudjelovanja i zahtijeva kompleksniji pristup problemu. Problem miješanja stanja fine strukture $5D$ stanja još je složeniji zbog velikog broja potencijalnih krivulja i njihovih izbjegnutih presijecanja. Gruba procjena gornje granice udarnog presjeka nije nekonzistentna s izmjerenom vrijednošću $\sigma(5D_{5/2} \rightarrow 5D_{3/2}) = 45 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$.

U okviru istraživanja prijenosa energije pobude između stanja fine strukture prvih rezonantnih linija alkalija, kojeg uzrokuju sudari s istovrsnim alkalijskim atomima, u tijeku su mjerenja na sustavu $Rb^* + Rb$, za koji su dobiveni preliminarni eksperimentalni rezultati o udarnim presjecima za procese $Rb^*(5P_{1/2}) + Rb(5S) \leftrightarrow Rb^*(5P_{3/2}) + Rb(5S)$.

Analizom elektronskih spektara za procese asocijativne ionizacije u sudarima metastabilnih, po kvantnim stanjima selektiranih atoma plemenitog plina ($Rg = Ar^*, Kr^* \text{ i } Xe^*$) sa H i D atomima u osnovnom stanju, u kombinaciji s kvantnomehaničkim modelnim računima temeljenim na modelnim potencijalima i lokalnoj aproksimaciji autoionizacijske širine, dobivene su izravne informacije o naseljenosti vibracijskih stanja RgH^+ i RgD^+ iona te uvid u dinamiku procesa [6].

Radovi objavljeni u časopisima:

1. V. Horvatic, M. Movre and C. Vadla, *Cross sections for the $Na(4D) \Rightarrow Na(4F)$ excitation energy transfer induced by collisions with He, Ar and Na atoms*, J. Phys. B **30** (1997) 4943-4954
2. M. Movre, W. Meyer, *Theoretical Investigation of the Autoionization Process in Molecular Collision Complexes: Computational Methods and Applications to $He^*(2^3S) + H(1^1S)$* , J. Chem. Phys. **106** (1997) 7139-7161

Radovi u tisku:

3. C. Vadla, K. Niemax and V. Horvatic, *Energy pooling to the Ba 6s6p $^1P_1^o$ level arising from collisions between pairs of metastable Ba 6s5d 3D_J atoms*, Eur. Phys. J. D 1 (1998) 139-147
4. C. Vadla, *Energy pooling in caesium vapour: $Cs^*(6P_J) + Cs^*(6P_J) \rightarrow Cs(6S) + Cs^{**}(6D)$* , Eur. Phys. J. D 1 (1998)
5. D. Veza, R. Beuc, S. Milosevic and G. Pichler, *Cusp satellite bands in the spectrum of Cs_2 molecule*, Eur. Phys. J. D 1 (1998)

Sažetak u zborniku:

6. T. Roth, M. Movre, M.-W. Ruf und H. Hotop, *Assoziative Ionization in Stößen zustandsselektierter metastabiler Ar^* , Kr^* und Xe^* - Atome mit Wasserstoff- und Deuteriumatomen*, Frühjahrstagung, Mainz, 03-06. 03. 1997.

Doktorska disertacija:

7. Vlasta Horvatić, *Unutaratomska i međuatomska prijenos elektronske energije pobude u mješavinama alkalijskih para*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997., 116.str. (voditelj: dr.sc. Čedomil Vadla).

Međunarodni projekti:

1. CRO-001-96 *Schwermetallanalytik durch Diodenlaser-Wellenlängen-modulations-spektrometrie in modulierten Niederdruckplasmen*, BMBF-Deutsche Forschungsgemeinschaft für Luft-und Raumfahrt i Ministarstvo znanosti i tehnologije RH (Institut für Physik, Universität Hohenheim, Stuttgart i Institut za fiziku, Zagreb), voditelji: Prof. Dr. Kay Niemax i dr.sc. Čedomil Vadla

2.2. LASERSKO VOĐENJE I DIJAGNOSTIKA PROCESA U PARAMA I PLAZMI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Goran Pichler , znanstveni savjetnik

SURADNICI: dr.sc. Vladis Vujnović, znanstveni savjetnik (do 30.09.1997.)
 dr.sc. Slobodan Milošević, viši znanstveni suradnik
 dr.sc. Damir Veža, znanstveni suradnik
 dr.sc. Nazif Demoli, viši asistent
 dr.sc. Davorka Azinović, viši asistent
 mr.sc. Hrvoje Skenderović, znanstveni novak
 mr.sc. Stipe Knezović, asistent (do 31.07.1997.)

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Za laserom vođene električne izboje od presudne je važnosti u kojoj mjeri može laserska pobuda pospješiti ionizaciju atoma ili molekula. Od posebnog su interesa sudarni procesi prijenosa energije pobuđenja u kojima sudjeluju dva pobuđena atoma (*energy-pooling*). U suradnji s grupom iz Pise, eksperimentalno je detaljno proučen sudarni proces *energy-poolinga* s cezijevim atomima pobuđenim u 6p stanje, $Cs(6p)+Cs(6p) \rightarrow Cs(7p)+Cs(6s)$ [1]. Izrađen je model naseljenosti laserom pobuđenih stanja atoma cezija u prisustvu optičkog pumpanja i zarobljavanja rezonantnog zračenja. Poznavanje naseljenosti pobuđenih stanja ključno je za određivanje udarnog presjeka. U suradnji s grupom iz Copenhagena po prvi puta je pokazano na primjeru heteronuklearnog $K(5d,7s)+Na(3s) \rightarrow K(4p)+Na(3p)$ procesa, da određivanje udarnog presjeka obrnutog procesa (*reverse energy pooling*) pruža niz pogodnosti (ne zahtjeva komplicirano određivanje naseljenosti pobuđenih stanja) i za endotermne *energy-pooling* procese, odgovarajući obrnuti proces daje za red veličine veće udarne presjeke [2]. U Zagrebu je započeto paralelno istraživanje *energy-pooling* i *reverse energy-pooling* procesa u litijevim parama $Li(2p)+Li(2p) \rightarrow Li(3d)+Li(2s)$, za koje još ne postoje podaci o udarnim presjecima u literaturi [37]. Litijeve pare, stvorene u posebnoj toplovodnoj peći, pobuđuju se u 3d ili 2p atomska stanja pulsnim laserom i vremenska analiza odgovarajućih fluorescentnih signala omogućava određivanje efektivnih vremena života i time u ovisnosti o gustoći atoma, udarnih presjeka [32].

U suradnji s grupom u Copenhagenu proučavan je niz značajnih sudarnih procesa na primjeru atoma barija [3], gdje je opažen i efekt konusne emisije vezan uz pobudu u plavom krilu rezonantne linije barija kod 553.5 nm. Pokazana je povezanost efekta konusne emisije sa naseljavanjem metastabilnih stanja barija, koja leže niže od rezonantno pobuđenog energetskeg nivoa [4]. Za određene nisko ležeće energetske nivoe izračunati su udarni presjeci za depopulaciju uslijed barij-barij sudara. Svi ovi efekti imat će utjecaj na razvoj odgovarajućih izvora svjetlosti s elementom barijem kao radnim fluidom.

Laserom proizvedena plazma pomoću fokusiranog obasjavanja ultraljubičastim XeCl laserom valne duljine od 308 nm različitih meta [28] poslužila je da se izvrše spektroskopska ispitivanja kompozicije i stanja na taj način proizvedenog ioniziranog plina. Na primjeru Li+Zn mete pokušano je dobiti istovremeno prisustvo oba

elementa u plazmi. Vremenska i prostorna analiza je pokazala je da su litijevi i zinkovi pobuđeni atomi prostorno i vremenski odijeljeni [24].

U suradnji s grupom u Grazu, nastavljena su dugogodišnja istraživanja intermetalčnih ekscimera, sada na sistemu cezij-živa. U paralelnim eksperimentima, s kontinuiranim argonskim ionskim laserom (u Grazu) i pulsni laserskim sistemom (u Zagrebu) po prvi puta su opažene i identificirane nove zelene difuzne vrpce [31,33].

Objavljeno je niz radova iz područja fotokemijske reakcije pobuđenog atoma natrija (u različitim elektronskim stanjima) s molekulom vodika. Primjenom nelinearne laserske spektroskopije moglo se pratiti vremensko odvijanje naseljenosti produkata fotokemijskih i fotofizičkih sudarnih procesa u smjesi atoma i dvoatomskog plina [6]. Proučavan je također fenomen difuzije NaH produkata, kao i mogućnost nastajanja grozdova NaH molekula [7].

U suradnji s jednom francuskom grupom opisan je problem stabilnih i nestabilnih stanja u molekulama kalija i rubidija na vrlo velikim međuatomskim razmacima. Ta stanja će poslužiti kao Frank-Condonov prozor za pobudu u još viša kvantna stanja dimera kalija i rubidija na velikim međuatomskim razmacima. Taj rad se izvanredno nadopunjuje s našim istraživanjima satelita u dalekim plavim krilima rezonantnih spektralnih linija težih alkaljskih atoma [8].

U okviru suradnje sa stomatolozima objavljeno je nekoliko radova koji opisuju stvrdnjavanje kompozitnih i hibridnih kompozitnih zubarskih materijala pod utjecajem pulsnog lasera valne duljine od 470 nm, što će imati veliku primjenu, posebno kada se uskoro pojave na tržištu plavi poluvodički laseri. Definitivno je pokazano da pulsni plavi laseri daju znatno veće konverzije monomera u polimere, a da se pri tome smanjuje skupljanje materijala [9].

U suradnji s austrijskim fizičarima izmjerene su temperature NO molekula DFWM metodom gdje se koristi laser u dalekom ultraljubičastom području. NO molekule su bile prisutne u tragovima u posebnim kivetama ili su se stvarale u posebnim visokotemperaturnim plamenicima. Ovo istraživanje ima veliku primjenu na istraživanje poboljšanja rada motora s unutrašnjim sagorijevanjem [17].

Isprobano je nekoliko vrsta elektroda u električnim izbojima s litijevim parama u toplovodnim pećima i proučavan je spektar emisije vodika, litija i litij hidrida, što nastaje uslijed reakcije $\text{Li} + \text{H}_2$. Metodom laserom inducirane fluorescencije upotrebom jednodiodnih poluvodičkih diodnih lasera pronađene su mogućnosti pobude iz osnovnog u pobuđeno stanje litijeve molekule. Time je priređena mogućnost da se simultanom pobudom pomoću dva poluvodička lasera izvede rezonantna ionizacija litijeve molekule i time se pospješi nastajanje laserom vođenog električnog izboja [10].

Primjena najnovijih supersjajnih ljubičastih, plavih i zelenih svjetlećih dioda na bazi GaN tehnologije (NICHIA, Japan) ispitana je na primjeru atomskih i molekularnih apsorpcionih spektara gustih litijevih para [38]. Pored kontinuiranog rada GaN svjetlećih dioda uspješno je provjeren i njihov pulsni rad na frekvencijama od 5 kHz do 30 kHz uz širinu pulseva od 10 μm do 50 μm [39]. Također su izmjereni apsorpcioni spektri Li_2 A-X i B-X vrpce. Kod toga su upotrebljene supersjajne crvene i zelene svjetleće diode u pulsnom režimu rada.

Primjena ovih supersjajnih svjetlećih dioda nije ograničena samo na atomsku i molekularnu spektroskopiju, već su moguće brojne druge primjene, na pr. u medicini i stomatologiji, na čemu se trenutačno radi u našim laboratorijima.

Saturacijskom i klasičnom apsorpcijskom spektroskopijom istraživana je hiperfina struktura i širenje tlakom argona rubidijeve rezonantne linije na 780 nm. Obradom

rezultata ovih mjerenja točnije smo odredili parametre širenja i pomaka rezonantne linije rubidija zbog interakcije s atomima argona [25].

Mjerene su valne duljine zelene živine linije na 546.1 nm i žute živine linije kod 569 nm, kod svih živinih izotopa, metodom saturacijske spektroskopije i *Frequency Modulation Spectroscopy*. Ta mjerenja dala su nove, točnije podatke o valnim duljinama atomskih linija živinog izotopa ^{198}Hg koji je važan u metrologiji kao sekundarni standard valnih duljina (posebno u tehnici ICP). Kombinacijom laserske spektroskopije i Fourier-Transform-Spektroskopije (FTS) određene su granice preciznosti za mjerenje valne duljine korištenjem FTSa u vidljivom i bliskom UV području [34].

U radu o mogućnostima nove vrste analitičke spektroskopije korištenjem pseudosoničnih valova opisano je kako male promjene frekvencije oscilacija plazme niskotlačnog DC-izboja izazvane rezonantnim laserskim zračenjem mogu biti korištene za detekciju nečistoća (*trace gases*) u ppm/ppb području u analitičkoj spektroskopiji [22].

U studiji laserom inducirane plazme ablacijom metalnog disprozija istraživali smo uvjete u kojima ekscimerski laser izaziva pojavu plazme. Izmjereno je efektivno vrijeme naseljavanja rezonantnih nivoa iona i atoma disprozija, te efektivna vremena života istraživanih rezonantnih stanja DyI i DyII. Mjereni su vremenski ovisni oblici linija izabranih rezonantnih linija DyI i DyII i određene njihove poluširine, što daje indirektnu informaciju o temperaturi i elektronskoj gustoći promatrane plazme [5].

U radu o cezijevim satelitskim vrpčama pokazano je da se u krilu cezijeve rezonantne linije pojavljuju ne samo klasični nego i do sada neopaženi tzv. "cusp"-sateliti. Oblik satelita kao i krila atomske linije izračunat je primjenom tehnike Fourierove transformacije. Eksperiment je napravljen korištenjem standardne apsorpcijske postave uz kompjutersko bilježenje i obradu podataka koji su uspoređeni s računom [18].

Metodom dvostrukih proba mjerili smo elektronsku temperaturu DC i RF izboja u argonu i mješavini argona i kisika. Ustanovili smo da prisustvo kisika značajno povećava elektronsku temperaturu izboja, s 3 eV (DC) odn. 1.6 eV (RF) na 3.3 eV (DC) odn. 2.4 eV (RF). U mješavinama koje su sadržavale do 10% kisika mjerili smo širenje atomskih linija kisika kod 777 nm. Prilagodбом eksperimentalnih podataka na izračunati oblik atomskih linija odredili smo da srednji koeficijent sudarnog širenja iznosi oko $4 \cdot 10^{-7}$ nm/Pa [40].

U okviru Aleksander von Humboldt Stiftung stipendije na Max Planck Institut für Quantenoptik radili smo na izgradnji eksperimenta za mjerenje malih koncentracija plinova zagađivača zraka (NO_2 , H_2S , C_2H_2 ...) koristeći spektroskopiju viših harmonika pomoću diodnih lasera u spektralnom području od 0.6-1.5 μm . Za buduće ispitivanje navedenih plinova konstruirana je komora sa konkavnim rezonatorom za višestruku refleksiju laserske zrake, čime se dobiva znatno produženi put apsorpcije laserskog svjetla u plinu (cca. 100 m).

Istodobno smo pokušali dobiti H_3 molekule u pobuđenim 3p stanjima fotokemijski, laserskom pobudom H_2 E,F $^1\Sigma_g$ stanja dvofotonski pomoću ArF ekscimerskog lasera na 193 nm, ali se reakcija $\text{H}_2^*(\text{E,F}) + \text{H}_2(\text{X}) \rightarrow \text{H}_3^*(3\text{p}) + \text{H}$ za danu pobudu pokazala endotermnom [11].

Nastavljen je rad na holografskoj mikroskopiji za istovremeno određivanje sve tri komponente pomaka. Zapisivanje i iščitavanje informacije optimalno je izvedeno s tri referentna snopa i s konjugiranom rekonstrukcijom. Za obradu interferograma paralelno su korištene metode faznog pomaka i Fourierove transformacije [12].

Razvoj i karakteristike hibridnih optičko/elektroničkih uređaja za raspoznavanje uzoraka u potpunosti ovise o svojstvima dostupnih prostornih svjetlosnih modulatora. Karakterizacija elektronički adresiranih elemenata (panela s tekućim kristalima) izvedena je u suradnji s Institutom za fiziku Humboldtovog sveučilišta u Berlinu. Izmjerena su svojstva panela kao što su: rotacijska snaga, optička ravnost i uvjeti kompleksne modulacije ulaznog snopa svjetlosti, a dobiveni rezultati primijenjeni na problemu raspoznavanja znakova klinastog pisma. Za određivanje osjetljivosti korelatora s preklopljenim Fourierovim transformatima na varijacije u debljini panela, prvo je neravnost panela obzirom na promjenu amplitude i faze ulaznog snopa svjetlosti izmjerena, a zatim su nađena mjesta s tipičnim promjenama. Korištenjem tipičnih lokacija za ulazne objekte i njihov Fourierov spektar, nađeno je da je vršna vrijednost korelacijskog signala za red veličine osjetljivija na deformacije u ulaznoj ravnini od istih deformacija u ravnini preklopljenih Fourierovih transformata [13,14].

Radovi objavljeni u časopisima:

1. F. de Tomasi, S. Milošević, P. Verkerk, A. Fioretti, M. Allegrini, Z. J. Jabbour and J. Huennekens, *Experimental study of cesium $6P_J+6P_J \rightarrow 7P_J+6S$ energy pooling collisions and modeling of the excited atom density in the presence of optical pumping and radiation trapping*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys., **30** (1997) 4991-5008.
2. S. Guldborg-Kjær, G. De Filippo, S. Milošević, S. Magnier, M. Allegrini and J. O. P. Pedersen, *Reverse energy-pooling collisions: $K(5D)+Na(3S) \rightarrow Na(3P)+K(4P)$* , Phys. Rev. A, **55** (1997) 2515R-2518R.
3. D. Romstad, S. Guldborg-Kjær, G. De Filippo, S. Milošević and J. O. P. Pedersen, *Depopulation cross sections for low lying states of barium*, Z. Phys. D **39** (1997) 21-28.
4. G. De Filippo, S. Guldborg-Kjær, S. Milošević and J. O. P. Pedersen, *Population of metastable barium associated with conical emission*, Opt. Communication, **144** (1997) 315-321.
5. D. Veža and S. Milošević, *Spectroscopic study of the laser produced dysprosium plasmas*, Fizika A **6** (1997) 1-13.
6. M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P. Hering, *Comparison of $Na(4p)+H_2$ and $Na(3p)+H_2$ reactive systems studied by resonance CARS and DFWM methods*, J. Chem. Phys. **106** (1997) 9507-9066.
7. M. Dillmann, M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P. Hering, *New technique for the measurement of reaction constants of photochemically produced NaH*, Z. Phys. D At. Mol. Clusters **41** (1997) 35-41.
8. O. Dulier, R. Kosloff, F. Masnou-Seeuws and G. Pichler, *Quasibound states in long-range alkali dimers: Grid method calculations*, J. Chem. Phys. **107** (1997) 10633-10642.

9. A. Meniga, Z. Tarle, M. Ristić, J. Šutalo and G. Pichler, *Pulsed blue laser curing of hybrid composite resins*, *Biomaterials*, **18** (1997) 1349-1354.
10. T. Ban, H. Skenderović, B. Resan and G. Pichler, *Laser Induced Fluorescence of $Li_2 A^1 \Sigma_u^+$ State*, *FIZIKA A6*, (1997) 161-170.
11. D. Azinović, H. Figger, *Analysis of the molecular bands of D_2H and H_2D at 560 nm*, *Z. Phys. D* **42** (1997) 105-112.
12. O. Kruschke, G. Wernicke, T. Huth, N. Demoli, H. Gruber, *Holographic interferometric microscope for complete displacement determination*. *Optical Engineering*. **36** (1997) 2448-2456.
13. Dahms, Uwe; Haage, Bernd; Gruber, Hartmut; Wernicke, Guenther; Demoli, Nazif. *Characterization of a LCTV used as spatial light modulator in a joint transform correlator for cuneiform sign recognition*, *Optik*. **104** (1997) 145-152.
14. Demoli, Nazif; Dahms, Uwe; Gruber, Hartmut; Wernicke, Guenther. *Influence of flatness distortion on the output of a liquid-crystal-television-based joint transform correlator system*, *Applied Optics*. **36** (1997) 8417-8426.

Radovi u tisku:

15. G. De Filippo, S. Guldborg-Kjaer, S. Milošević, J. O. P. Pedersen and M. Allegrini, *Reverse Energy-Pooling in K-Na*, *Phys. Rev. A* **57** (1998) 255-266.
16. Z. Tarle, A. Meniga, M. Ristić, J. Šutalo, G. Pichler, C. L. Davidson, *The effect of photopolymerization method on the quality of composite resin sample*, *Journal of Oral Rehabilitation*, **25** (1998).
17. J. Flieser, K. Iskra, T. Neger, G. Pichler, A. Morozov, *Power Law and Rotational Temperature Determination of NO-molecules by Degenerate Four-Wave-Mixing*, *J. Phys. D: Applied Physics*, **31** (1998) 402-409.
18. D. Veža, R. Beuc, S. Milošević and G. Pichler, *Triplet satellite bands in cesium dimer spectrum*, *Eur. Phys. J. D* **1** (1998).
19. L. Lehr, M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P. Hering, *Determination of the Reaction Dynamics of Sodium Hydride in a Hydrogen Atmosphere with Degenerate Four- Wave Mixing*, *Int. J. Raman Spectr.* **29** (1998)
20. M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa, P. Hering, *Vibrationally induced formation of NaH in the $Na(3p)+H_2$ collision system*, *J. Chem. Phys.* (1998).
21. Z. Tarle, A. Meniga, M. Ristić, J. Šutalo, and G. Pichler, *Possible Improve ments of Clinical Properties of Dental Composite Materials with Pulsed Blue Laser Curing*, *Croatica Chemica Acta*, (1998).

22. J. Franzke, D. Veža, M A Bratescu and K. Niemax, *Pseudosonic wave detection in laser spectrometry*, Spectrochimica Acta B.

Radovi poslani na ocjenu:

23. A. Meniga, Z. Tarle, J. Sutalo, G. Pichler, M. Ristic, *Some properties of composite resins samples cured by excimer laser pumped dye laser at 468 nm*, Journal of Prosthetic Dentistry (1998).
24. S. Gogic and S. Milošević, *Spectroscopic Properties of the Li, Zn and Li-Zn Alloy Plasmas Generated by XeCl-Laser Ablation*, FIZIKA A, Dec. 1997.
25. T. Rieper, T. Rose, V. Helbig and D. Veza: *Pressure broadening and shift of the Rb D2 resonance line hyperfine structure components by argon*, J. Phys. B.

Radovi objavljeni u zbornicima:

26. Demoli, Nazif. *Optical correlation methods in epigraphy: Optical Technologies in the Humanities*, D. Dirksen, G. von Bally (Eds). Berlin: Springer-Verlag, 1997. 161-170.
27. Wernicke, Guenther; Demoli, Nazif; Gruber, Hartmut; Dahms, Uwe. *Cuneiform recognition experiments: coherent optical methods and results: Optical Technologies in the Humanities*, D. Dirksen, G. von Bally (Eds). Berlin: Springer-Verlag, 1997. 171-174.
28. S. Gogić and S. Milošević, *Laser Generated Plasma of Li, Zn and Li-Zn Mixture*, Eds. M. Zoppi and L. Ulivi (AIP Conf. Proc. 386, Spectral Line Shapes Vol. 9 (1997) page 163-166.
29. G. Wernicke, O. Kruschke, T. Huth, N. Demoli, H. Gruber, *Application of holographic interferometric microscopy for the investigation of micromechanical and biological objects*, Coherence Domain Optical Methods in Biomedical Sciences, V. V. Tuchin, H. Podbielska, B. Ovrjn, Eds., Proc. SPIE Vol. 2981 (1997) 208-210.

Sažeci u zbornicima:

30. G. De Filippo, S. Guldborg-Kjaer, S. Milošević, J. O. P. Pedersen, M. Allegini, *Reverse energy pooling collisions: $K(5D,7S)+Na(3S)$ to $K(4P)+Na(3P)$* , Twentieth International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions, 23-29.07.1997., Beč, Austrija, TU159.
31. S. Dinev, R. Polly, L. Windholz, S. Milošević, B. A. Hess, *Laser induced fluorescence in a Cs/Hg vapor mixture: Green bands of the CsHg molecule*, European Group for Atomic Spectroscopy, 14-18.07.1997, Berlin, Njemačka, 94-95.

32. I. Labazan, S. Milošević, *Reverse energy pooling in lithium upon two-photon excitation of 3d state*, Twentieth International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions, 23-29.07.1997., Beč, Austrija, TU158.
33. R. Polly, S. Dinev, D. Gruber, L. Windholz, S. Milošević, B. A. Hess, *Assignment of fluorescence in a Cs/Hg vapor mixture applying CsHg potential energy curves, determined by means of relativistic all electron ab initio calculations*, 9th International Congress of Quantum Chemistry, 9-14.06.1997, Atlanta, Amerika, P259.
34. M. Salit, C. Sansonetti, J. Travis, D. Veza, *Precision Wavelength Calibration for UV-visible FTS*, OSA Winter Topical Meeting on Fourier Transform Spectroscopy '97, 10.02.--14.02.1997, San Diego, CA, USA, H17-20.
35. T. Ban, H. Skenderović and G. Pichler, *Three-photon resonance ionization of $^7\text{Li}_2$ molecules with diode lasers at 670 nm and 635 nm helped by collision induced processes*, Twentieth International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions, 23-29.07.1997., Beč, Austrija, WE 024.
36. O. Dulier, R. Kosloff, F. Masnou-Seeuws and G. Pichler, *Grid method calculations for quasi-bound states in 0_g^+ long-range alkali-dimers*, Twentieth International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions, 23-29.07.1997., Beč, Austrija, WE 051.

Diplomski radovi:

37. Irena Labazan, *Sudarni prijenos energije laserom pobuđenih atoma u parama litija*, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997., 61 str., Voditelj: Milošević, Slobodan
38. Ticijana Ban, *Primjena diodnih lasera i svjetlećih dioda u atomskoj i molekularnoj spektroskopiji*, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997., 91 str., Voditelj: Pichler, Goran.
39. Bojan Resan, *Pobuđivanje metalnih para kontinuiranim i pulsnim laserima te osobine i primjena pulsnih svjetlećih dioda*, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997, 53 str., Voditelj: Pichler, Goran.
40. Vanja Margetić, *Mjerenje temperature izboja i širenja atomskih linija kisika u niskotlačnom izboju u mješavini kisika i argona*, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997, 60 str., Voditelj: Veža, Damir.

Seminari:

1. N. Demoli: *Optical correlation methods in epigraphy*, održano 7.4.1997. na Humboldtovom sveučilištu u Berlinu, Njemačka

Međunarodni projekti:

1. D. Veža: *Spectroscopy of rare-earth and alkali vapors*, suradnja s National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA, Project #JF107 HR-USA (1995-1998). Project monitor Dr. W. L. Wiese.
2. G. Pichler: *Laser guided discharges for new excimer lasers*, suradnja s National Science Foundation (NSF), Washington, USA, Project #JF151 HR-USA (1996-1999). Project monitor Prof. Dr. W. C. Stwalley (University of Connecticut).
3. D. Veža: *Line broadening and determination of detection limits for oxygen in Ar/O₂ discharges*, suradnja s Institut für Experimentalphysik, Sveučilište u Kielu, Njemačka, projekt preko KFA Juelich/DLRA agencijom (1995-1998). Project monitor Prof. Dr. V. Helbig.
4. Volkswagen Stiftung, *Quantum-mechanically Complete Experiments with State-prepared Alkali Atoms*, Prof. Dr. H. Lutz, Bielefeld, Njemačka, Dr. G. Pichler i Dr. V. Vujnović, Zagreb, Hrvatska (završava u 1997 godini).

Ostalo:

1. D. Veža, predsjednik Državnog povjerenstva za samostalne eksperimentalne radove za učenike srednjih škola (od 1996).
2. N. Demoli, nastavak suradnje: Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, na programu *Holographische und kohärent-optische Filterung von handschriftlich erstellten kulturhistorischen Quellen*, Dr. G. Wernicke, voditelj.

2.3. NOVI MOLEKULARNI VODIČI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Silvia Tomić, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr.sc. J.R.Cooper, viši znanstveni suradnik
 dr.sc. B.Hamzić, znanstveni suradnik
 dr.sc. N.Biškup, viši asistent, znanstveni novak
 dipl.ing. M.Pinterić, znanstveni novak*

* financiran od Ministarstva za znanost in tehnologijo Republike Slovenije

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Rad na projektu u tijeku prošle godine obuhvatio je uvođenje tehničkih inovacija u laboratorij u cilju proširenja postojećih tehnika eksperimentalnih istraživanja te sama eksperimentalna istraživanja i to organskih materijala te oksidnih visokotemperaturnih supravodiča.

Napravljen je novi nosač specijalno za mjerenja dielektrične funkcije. Novi nosač omogućuje brža i kvalitetnija mjerenja na uzorcima čiji električni kontakti često otkazuju uslijed termalnih kontrakcija. Za sada nosač radi samo za uzorke većih presjeka ($>10^{-4}$ cm²); usavršavanje nosača se nastavlja u 1998. sa ciljem prilagodbe za uzorke malih presjeka ($<10^{-5}$ cm²); Također, novi nosač smanjuje neke uzroke sistemskih pogrešaka koje su bitne za mjerenja dielektrične funkcije kao što je npr. paraziti kapacitet dovodnih žica. Međutim, pri ac mjerenjima do 1 MHz postoje još problemi utjecaja *background* induktiviteta koje treba ukloniti.

Razvili smo mjernu tehniku za mjerenje dielektrične funkcije na vrlo niskim frekvencijama (od 1 mHz do 20 Hz). Nabavljena su dva instrumenta potrebna za to mjerenje. Dvofazni lock-in Stanford 830 dobiven je na poklon od njemačke strane u okviru HR-Nj bilateralnog projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu, dok je generator ac signala Tabor nabavljen od dijela sredstava dobivenih od Ministarstva znanosti. Razvijena je tehnika mjerenja i popratna programska podrška koja omogućuje automatsko uzimanje podataka što je posebno važno s obzirom da se sa smanjenjem frekvencije smetnje koja se nameće mjerenom uzorku vrijeme odgovora sistema rapidno povećava za frekvencije ispod 1 Hz (npr: za $f=0.01$ Hz, minimalno vrijeme čekanja iznosi 1500 s).

Razvili smo obradu podataka dobivenih u mjerenjima ac magnetske susceptibilnosti (eksperimentalna istraživanja su rađena u suradnji sa dr.sc. M.Presterom, tema 00350104).

Nove programske podrške razvijene su i za paralelna mjerenja galvanomagnetskih svojstava ac i dc metodom na tri uzorka i za mjerenja ovisnosti o temperaturi, magnetskom polju i/ili smjeru magnetskog polja.

Uveli smo novu metodu evaporacije kontakata na monokristalnim uzorcima dobivenih od naših partnera iz Danske, Japana i Francuske.

Izvršili smo mjerenja nelinearnog transporta na dva bliska sistema iz 1D Bechgaardove porodice organskih vodiča (TMTSF)₂PF₆ i AsF₆. Dobiveno je različito ponašanje polja praga na niskim temperaturama (za $T < 2$ K) za ta dva sistema i ono je u skladu sa mjerenjima dinamike VGSa (vidi slijedeći odjeljak). Rezultati su dio diplomskog rada Tomislava Vuletića (obrana tijekom 1998.).

Nadalje smo nastavili proučavanje niskofrekventnog relaksacijskog moda u sistemima s osnovnim stanjem vala gustoće spina $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ i AsF_6 . On ukazuje na val gustoće koji je zapet varijabilnim centrima zapinjanja te je stoga termalno aktiviran kao i slobodni nosioci naboja. Dok dobiveni novi rezultati na prvom materijalu (do 0.01 Hz) potvrđuju naše prijašnje rezultate tj ne ukazuju na postojanje staklastog ili nekog drugog prijelaza u temperaturnom području između 1.5 K i 4 K, prvi rezultati dobiveni u AsF_6 ukazuju da dolazi do jasne promjene dinamike vala gustoće na temperaturama ispod 2 K. Mjerenja se nastavljaju u 1998.

Ispitali smo anizotropiju u transportnim i magnetotransportnim svojstvima osnovnog stanja vala gustoće spina u organskom spoju $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ do najnižih dostupnih temperatura (2 K) u magnetskom polju do 5 T i u specifičnoj geometriji: za smjer struje u smjeru tzv. srednje vodljivosti a magnetskog polja u dva okomita smjera. Ustanovili smo da je magnetootor za smjer srednje vodljivosti dva reda veličine veći od preostala dva smjera vodljivosti. Rezultati su također pokazali jasnu promjenu aktivacione energije koja ovisi o temperaturi i o magnetskom polju. Kako je do sada bilo poznato da postoje moguće razlike unutar VGS stanja (npr. iz NMR mjerenja) ovaj prvi rezultat iz transportnih svojstava (najvjerojatnije zbog odabrane specifične geometrije) definitivno predstavlja važni doprinos za razumijevanje promjena unutar faznog dijagrama. Rezultate smo interpretirali u okviru klasičnog jednoelektronskog modela, a promjene unutar VGS faze smo pripisali najvjerojatnijom posljedicom promjene mehanizama raspršenja iznad i ispod 4 K. Istraživanja su rađena u suradnji sa grupom prof. A. Hamzića s Fizičkog odsjeka PMFa u Zagrebu i sa prof. K. Maki-jem s Department of Physics, University of Southern California. Rad je pripremljen i poslan na referiranje.

Nastavili smo detaljno istraživanje anizotropije u magnetootporu za preostale smjerove vodljivosti iznad i ispod 4 K te u većim magnetskim poljima (do 9 T - nastavak suradnje sa grupom prof. A. Hamzića s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu). Preliminarni rezultati pokazuju nove informacije o podfazama unutar VGS stanja. Očekujemo da će još i detaljno mjerenje Hall efekta u istom području temperatura i za iste vrijednosti magnetskih polja upotpuniti odgovore na zadana pitanja. Rezultati će biti predstavljeni na međunarodnoj konferenciji ICSM'98.

Nastavili smo studiju niskotemperaturne faze materijala baziranih na DCNQI molekuli. U tu svrhu ispitivali smo dc linearni i nelinearni transport u materijalu $(\text{DM-DCNQI})_2\text{Li}$ u čijoj niskotemperaturnoj fazi koegzistiraju dva sumjerljiva vala gustoće naboja različitog reda sumjerljivosti (2 i 4). Dobiveni rezultati ukazuju na promjenu režima mehanizma električnog transporta (ispod i iznad polja praga) na oko 25 K. Rezultati su prikazani u diplomskom radu M. Pinterića i bit će predstavljeni na međunarodnoj konferenciji ICSM'98. Istraživanja su također dio projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu (HR-Nj bilateralni projekt).

Također smo krajem godine u suradnji sa partnerom u Stuttgartu započeli analogna istraživanja materijala iz iste serije $(\text{DM-DCNQI})_2\text{Cu}$ u kojem vjerojatno (tek treba do kraja utvrditi) postoji sumjerljivi val gustoće reda 3 što je posebno interesantno. Istraživanja se nastavljaju.

Ispitali smo mogući kolektivni transport u lokaliziranom limitu sumjerljivog vala gustoće tj. u antiferomagnetskoj fazi 2D organskog materijala $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cl}$. Dobiveni dc nelinearni transport sličnih je karakteristika kao nelinearni transport vala gustoće spina zapetog na nečistoćama u blizini antiferomagnetskog prijelaza. Različito ponašanje je dobiveno ispod 10 K gdje je opažen porast polja praga koji je praćen sa istovremenim porastom kolektivne vodljivosti. Dinamički odgovor je vidljiv samo u realnom dijelu ac vodljivosti što ukazuje na dielektričnu konstantu

manju od 10^3 . Dobiveni rezultati su u skladu sa magnetskim mjerenjima japanskih autora i otkrivaju povezanost u odgovoru kolektivnog spina i naboja. Publikacija je u pripremi. Istraživanja su također dio projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu (HR-Nj bilateralni projekt).

Započeli smo istraživanja supravodljive faze 2D organskog supravodiča κ -(BEDT-TTF)₂Br koji ima najviši $T_c=11\text{K}$ među organskim supravodičima. Prvi razlog odabira jest da kao 2D sistem tj *layered* supravodič predstavlja sistem za kojeg se očekuje bliska fizika SV faze onoj u visokotemperaturnim supravodičima. Drugi razlog jest da je bliska faza SV fazi u ovom sistemu antiferomagnetska faza sa fero domenama koja je osnovno stanje materijala iz iste porodice κ -(BEDT-TTF)₂Cl (vidi ad II.d.). Naša prva istraživanja su bila usmjerena na karakterizaciju SV faze (transport i ac susceptibilnost) te na dinamiku vortexa. Ovo posljednje nas naročito zanima radi odredjenja moguće bliskosti u fizici dinamike zapetih vortexa i zapetih valova gustoće. Napravljena je serija mjerenja u malim ac te u ac i dc poljima (od 0.010 Oe do 42 Oe) u funkciji amplitude ac i dc polja te frekvencije ac polja (od 10 Hz do 2.2 kHz). Obrada dobivenih rezultata je u tijeku. Istraživanja su također dio projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu (HR-Nj bilateralni projekt) i rađena su u suradnji sa dr.sc. M. Presterom, tema 00350104. Prvi rezultati će biti predstavljeni na međunarodnoj konferenciji ICSM'98.

Nastavljena su sistematska istraživanja visokotemperaturnih supravodiča u IRCS laboratoriju, University of Cambridge (J.R. Cooper).

Izvršili smo mjerenja transporta, magnetske susceptibilnosti i elektronske specifične topline u funkciji koncentracije šupljina u materijalu $\text{Yb}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ ($0 < d < 1$) i $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ($0 < x < 0.45$). Ustanovili smo prisustvo neobičnog pseudoprocjepa u spektru pobuđenja naboja i spina u oba supravodiča. Razumijevanje ishodišta pseudoprocjepa je važno radi identifikacije mehanizma sparivanja odgovornog za supravodljivost.

Nadalje smo pokazali da linija ireverzibilnosti u monokristalima $\text{Yb}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ slijedi 3D XY skaling zakone. Rad na 3D XY skalingu predstavlja doprinos prema razumijevanju linije ireverzibilnosti koja je tehnički vrlo važno svojstvo.

Napravili smo također sistematska mjerenja supravodljive dubine prodiranja u materijalima $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+d}$, $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+d}$ i $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$. Istraživanje dubine prodiranja je dalo jake dokaze da je supravodljivost u istraživanim materijalima d tipa simetrije.

Radovi objavljeni u časopisima:

1. C. Panagopoulos, J. R. Cooper and N. Athanassopoulou, *Effects of Zn Doping on the Anisotropic Penetration Depth of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$* , Phys. Rev. B **54**, 12721-12724 (1996).
2. S. Tomić, N. Biškup, M. Pinterić, J. U. von Schütz, H. Schmitt and R. Moret, *Low-Frequency Dielectric Response of Charge-Density Wave Pinned by Commensurability in $(2,5(\text{OCH}_3)_2\text{DCNQI})_2\text{Li}$* , Europhys. Lett. **38**, 219-224 (1997).

3. C. Panagopoulos, J. R. Cooper, T. Xiang, G. B. Peacock, I. Gameson and P. P. Edwards, *Probing the Order Parameter and the c-axis Coupling of High- T_c Cuprates by Penetration Depth Measurements*, Phys. Rev. Lett. **79**, 2320-2323 (1997).

Radovi objavljeni u zbornicima:

4. B. Korin-Hamzić, M. Basletić, D. Zanchi, A. Hamzić, S. Tomić and J. M. Fabre, *Galvanomagnetic properties of quasi-1D organic conductors (TMTSF) $_2$ NO $_3$ and (TMTTF) $_2$ Br*, Synthetic metals **85** 1535-1536 (1997).
5. S. Tomić, N. Biškup and A. Omerzu, *Low-Frequency Dielectric Relaxation of Spin-Density Wave in the Bechgaard Salt (TMTSF) $_2$ PF $_6$* , Synthetic Metals **85**, 1597 (1997).
6. D. Mihailović, A. Omerzu, S. Tomić, O. Milat and N. Biškup, *Electrical Transport Measurements on TDAE-C $_{60}$ Single Crystals*, Synthetic Metals **85**, 1723 (1997).

Diplomski rad:

7. M. Pinterić, *Niskofrekventni dielektrični odgovor sumjerljivog vala gustoće naboja*, PMF, Sveučilište u Zagrebu, 1997, voditelj: dr.sc. S. Tomić

Pozvano predavanje:

1. S. Tomić, *Low-Frequency Dielectric Response of Charge-Density Wave Pinned by Commensurability in the Organic Conductor (2,5(OCH $_3$) $_2$ DCNQI) $_2$ Li*, International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Sesimbra, Portugal (1997).

Seminari:

1. J. R. Cooper, *Effects of the Normal State Gap on the Physical Properties of High- T_c Cuprates*
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, Švicarska, travanj (1997).
Central Research Laboratory of the Electrical Power Industry of Japan, Tokyo, Japan, srpanj (1997).
Physics Department University of Osaka, Osaka, Japan, srpanj (1997).
Institut za fiziku, Zagreb, prosinac (1997).
2. J. R. Cooper, *3D XY Scaling of the Reversible Magnetisation of YBCO and BISCO and its Implications*, Institut za fiziku, Zagreb, prosinac (1997).

3. J. R. Cooper, *Scaling of the magnetisation of YBa₂Cu₃O₇ and Bi₂Sr₂CaCu₂O₈, crystals and its implications*, Physics Department, University of Bristol, U.K., ožujak (1997).
4. S. Tomić, *Da li možemo razumjeti (objasniti) nova otkrića fizike kondenzirane materije koristeći jednostavne modele klasične fizike*, predavanje za mentore i nastavnike osnovnih i srednjih škola, Državni susret i natjecanje mladih fizičara, Pula, svibanj (1997).

Međunarodni projekti:

1. Projekt u okviru suradnje CNRS -HR; Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, *Organski metali: električni transport u visokotemperaturnoj fazi i u osnovnom stanju (antiferomagnetsko i supravodljivo)*, voditelj: S. Tomić (IF) i D. Jérôme (Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud)
2. Projekt u okviru suradnje sa Njemačkom, *Collective charge response of charge density waves and antiferromagnetic phases in organic metals*, voditelj: S. Tomić (IF) i D. Schweitzer i J. U. von Schütz (3.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart)

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja temi:

1. Prof. K. Maki (lipanj 1997), University of Southern California, Los Angeles, California, US. Seminar: *Vortex State in d wave Superconductivity*

Ostalo:

1. B. Hamzić - član Državnog povjerenstva za samostalne eksperimentalne radove za učenike srednjih škola
2. S. Tomić - član Državnog povjerenstva za natjecanje mladih fizičara
3. Suradnja sa ustanovama:
 - Université de Montpellier II (prof J. M. Fabre), proizvodnja uzoraka.
 - Risoe National Laboratory (prof. K. Bechgaard), proizvodnja uzoraka.
 - Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb (prof. A. Hamzić i mr.sc. M. Basletić), zajednička istraživanja
 - University of Southern California, Los Angeles, California, US (prof. K. Maki), povezivanje eksperimenta i teorije
 - Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb (prof. A. Bjeliš), povezivanje eksperimenta i teorije

2.4. METALNA STAKLA I VISOKOTEMPERATURNI SUPRAVODIČI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Jagoda Lukatela, znanstveni suradnik

SURADNICI:
 dr. sc. Jovica Ivkov, znanstveni suradnik
 dr. sc. Mladen Prester, viši asistent
 dr. sc. Đuro Drobac, asistent
 mr. sc. Željko Marohnić, istraživač

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Postignuto je dobro kvantitativno i kvalitativno slaganje eksperimentalnih rezultata magnetootpora $Zr_{68}Fe_{32}$ metalnih stakala dopiranih vodikom i teorijskog modela slabe lokalizacije u prisustvu elektron - elektron interakcije. Povećanje magnetootpora u dopiranim uzorcima objašnjeno je povećanjem Stonerovog faktora i povećanim spinskim raspršenjem što ukazuje na povećanje spinskih fluktuacija u prisustvu vodika. Pojava stepenica u otpornosti na temperaturi supravodljivog prijelaza u $(Zr-Co)_{1-x}H_x$ metalnim staklima objašnjena je različitom raspodjelom atoma matrice u okolini vodikovih atoma. Utjecaj vodika na smanjenje temperature supravodljivog prijelaza je putem smanjenja gustoće Zr 4d-stanja na Fermijevom nivou te povećanja spinskih fluktuacija na mjestima bogatijim kobaltovim atomima. Razvijena je tehnika mjerenja električne otpornosti do 1000 K koja je omogućila precizno određivanje temperature kristalizacije amorfni slitina (na primjeru AlW slitina), određivanje pojava vezanih uz relaksaciju i stabilizaciju amorfne strukture na višim temperaturama te određivanja utjecaja slabe lokalizacije elektrona na otpornost stabiliziranih slitina sve do temperature njihove kristalizacije. Istraživan je fazni prijelaz u Fe-Ni-M (M=B, Si) amorfni feromagnetima u blizini perkolacijskog praga. U cijelosti je definirana procedura neovisnog određivanja svih kritičnih parametara prijelaza iz mjerenja ac susceptibilnosti. Potvrđen je utjecaj neuređenosti na kritične parametre feromagneta koncentracija bliskih perkolaciji i pokazana suglasnost s rezultatima odgovarajućih RG teorija.

Istraživan je utjecaj djelomične zamjene atoma žive u visokotemperaturnim supravodičima (VTS) tipa $Hg_{1-x}M_xBa_2Ca_2Cu_3O_8$ i $Hg_{1-x}M_xBa_2Ca_3Cu_4O_{10}$ (M = Bi, Pb, Sb) s ciljem dobivanja stabilne supravodljive faze. Stabilna faza s temperaturom prijelaza $T_c = 130$ K postiže se dodatkom bizmuta x jednako ili veće od 0.1 te manje ili jednako 0.2. Temeljem ranijih rezultata istraživanja disipacije u sinteriranim VTS razrađen je model neuređenih veza (*disordered bond model*) kao generalni okvir za razumijevanje nedisipativnog i disipativnog transporta struje u nehomogenim supravodičima. Razvoj modela omogućio je sistematizaciju velikog broja objavljenih eksperimentalnih opažanja raznih transportnih svojstava VTS-a u kojima efekti nehomogenosti igraju ključnu ulogu.

Radovi objavljeni u časopisima:

1. Kokanović, Ivan; Leontić, Boran; Lukatela, Jagoda; Basletić, Mario; Hamzić, Amir, *Magnetic field dependence of the resistivity in hydrogen-doped Zr-Fe metallic glass*, Materials Science & Engineering A 226-228 (1997) 706-710.
2. Kokanović, Ivan; Leontić, Boran; Lukatela, Jagoda; Dujmić, Denis; Jakšić, Milko, *Evaluation of effects of nanoscale inhomogeneities on the superconducting transition temperature in hydrogen-doped Zr-Co metallic glasses*, Fizika A 6 (1997) 33-40.
3. Ristić, Ramir; Marohnić, Željko; Babić, Emil, *Electrical transport in ternary glassy $Zr_2(Ni_{1-x}M_x)_1$ alloys*, Materials Science and Engineering A. 226-228 (1997) 1060-1063.
4. Radić, Nikola; Gržeta, Biserka; Milat, Ognjen; Ivkov, Jovica; Stubičar, Mirko, *Volfram-karbid pripravljen reaktivnim raspršenjem u magnetronu*, Strojarsstvo 38 (1996) 265-274.
5. Radić, Nikola; Tonejc, Antun; Milun, Milorad; Pervan, Petar; Ivkov, Jovica; Stubičar, Mirko, *Preparation and structure of AIW thin films*, Thin Solid Films. 10116 (1997) 1-5.
6. Babić, Dinko; Ivkov, Jovica; Leontić, Boran, *Two-dimensional decoherence effects in superconducting sheets of single crystal $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+x}$* , Physica C 277 (1997) 203-212.
7. Planinić, Pavica; Drobac, Đuro; Marohnić, Željko; Brničević, Nevenka, *The bismuth influence on the formation of Hg-1234 phase*, Superlattices and Microstructures 21 A (1997.) 328-337.
8. Kušević, Ivica; Babić, Emil; Šimundić, Perica; Ivkov, Jovica; Marohnić, Željko, Liu, Hua Kun; Dou, Shi Xue, *Thermal influence on J_c -B-T surfaces of A_g -clad Bi-based superconducting tapes*, Fizika A. 6 (1997) 23-32.

Radovi objavljeni u zbornicima:

9. Kušević, Ivica; Šimundić, Perica; Ivkov, Jovica; Babić, Emil; Wang, W.G; Liu, H.K., Dou, S.X., *Flux pinning and J_c -B-T surface in high- J_c BSCCO/Ag tapes*, Physica C 282-287 (1997) 2297-2298.
10. Marohnić, Željko; Babić, Emil; Kušević, Ivica; Liu, HK; Dou SX, *Dynamic resistance and critical current distribution in high- $J(c)$ BSCCO/AG tape*, Physica C 282-287 (1997) 2299-2300.

Radovi u tisku:

11. Drobac, Đuro, *On the determination of the curie temperature from ac susceptibility measurements*, JMMM
12. Ivkov, Jovica; Radić, Nikola, *The electrical resistivity in Al-W amorphous alloys*, Solid State Commun.
13. Prester, Mladen, *Current transfer and initial dissipation in high-T_c superconductors*, Supercond. Sci. and Technol.

Doktorska disertacija:

14. Đuro Drobac, *AC susceptibilnost nekih amorfnih feromagnetskih slitina u području faznog prijelaza*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997, 99 str., (voditelj: E. Babić)

Međunarodni projekti:

1. Metallic Glasses and High-T_c Superconductors; Electronic Properties (JF 136), gl. istraživač: prof. dr. B. Leontić; US-Croatian Joint Fund, kraj 1995-kraj 1998.

2.5. ISTRAŽIVANJE JAKO KORELIRANIH ELEKTRONSKIH SISTEMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Veljko Zlatić, znanstveni savjetnik

SURADNICI:
 mr.sc. Ivica Aviani, asistent
 dr.sc. Berislav Horvatić, asistent
 dr.sc. Ognjen Milat, viši znanstveni suradnik
 dr.sc. Miljak Marko, viši asistent
 dr.sc. Miroslav Očko, znanstveni suradnik

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Lokalne korelacije elektrona dovode do zapaženih anomalija u transportnim i termodinamičkim svojstvima teških fermiona, spojeva s fluktuirajućom valencijom, te kod visokotemperaturnih supervodiča. Nova istraživanja pokazuju da anomalno ponašanje metalnih elektrona koji se međusobno odbijaju jakim Coulombskim silama, nije uvijek moguće objasniti pomoću renormalizacije nezavisnih elektronskih stanja. Eksperimentalna karakterizacija elementarnih pobuđenja koreliranih metala i teorijski opis odgovarajućih kvantno-mehaničkih stanja centralni su problemi današnje fizike čvrstog stanja.

U teorijskom dijelu naših istraživanja razmatramo dva problema: (i) objašnjenje termodinamičkih i transportnih svojstava cerijevih i iterbijevih intermetalnih spojeva (dakle, tipičnih teških fermiona i sistema s mješanom valencijom), (ii) objašnjenje spektralnih anomalija metalnih kuprata u metalnoj fazi (visokotemperaturnih supervodiča). U teorijskim istraživanjima koristimo više tehnika: razvoj po konstanti veze, skaliranje, renormalizacijsku grupu, te egzaktne metode, tamo gdje je to moguće. Teorijskim metodama analiziramo modele visoke dimenzionalnosti, koji su relevantni za teške fermione i intermetalne spojeve s mješanom valencijom. Nadalje, analiziramo nisko dimenzionalne modele koji se koriste u opisu metalnih kuprata.

U eksperimentalnom dijelu teme istražujemo magnetska svojstva, električni otpor i termalnu struju teških fermiona i sistema s mješanom valencijom, zatim visokotemperaturnih supervodiča, kao i novih vodljivih spojeva na bazi anorganskih klastera Ta_6X_{12} , te Nb_6X_{12} ($X = Cl, Br$), sintetiziranih na IRB-u. Ove je godine našoj temi pridružen i Dr O. Milat, koji istražuje strukturalna svojstva navedenih sistema, uz pomoć rentgenske i elektronske mikroskopije.

Važno je istaknuti da je u ovom laboratoriju za magnetska istraživanja razvijena jedinstvena metodologija magnetskih mjerenja koja omogućuje razdjelu različitih doprinosa ukupno mjerenoj magnetskoj susceptibilnosti. Takvu razdjelu nije uvijek moguće ostvariti uobičajenim (skupim) komercijalnim uređajima (ESR, NMR, SQUID). Metodologija se sastoji u koreliranju susceptibilnosti (mjerene Faradayevom metodom vrhunske osjetljivosti), te anizotropije susceptibilnosti (mjerene ultra osjetljivim torzionim magnetometrom, razvijenim i automatiziranim u našem laboratoriju). Ovu metodologiju, koja se pokazala izuzetno korisnom, primjenjujemo u izučavanju magnetizma svih spomenutih vrsta materijala.

U okviru naše teme izrađuju se diplomski, magistarski i doktorski radovi. Naši suradnici sudjeluju u poslijediplomskoj nastavi, sudjeluju u radu međunarodnih

skupova, te drže pozvana predavanja na ljetnim školama i evropskim i američkim sveučilištima. Dr V. Zlatić izabran je za 'vanjskog profesora' na Georgetown University u Washingtonu, USA.

Radovi objavljeni u časopisima:

1. V. Zlatić, S. Grabowski and P. Entel, *Temperature-dependent single-particle properties of the 2-D Hubbard model*, Phys. Rev. B **56**, 14875-8 (1997)
2. J.-G. Park and M. Očko, *Thermopower study of doped CeAl₂ and UAl₂*, J. Phys.: Condens. Matter. **9**, 4627-4634 (1997)
3. M. Vojnovic, S. Antolić, B. Kojić-Prodić, N. Brnicević, M. Miljak and I. Aviani, *Reactions of Hexanuclear Niobium and Tantalum Halide Clusters with Mercury(II) Halides. I Synthesis and Structures of the Semiconducting Compounds [M₆Br₁₂(H₂O)₆]*12 H₂O, M = Nb, Ta*, Z. Anorg. Allg. Chem. **623**, 1247-1254 (1997)
4. Milat, Ognjen; Aviani, Ivica, *(Ba/Sr)O-bi-layer Superstructure in the RE₂(Ba/Sr)OGaCu₂O₉ Superconductor*, Fizika A **6**, (1997), 51-60
5. Verbist, K.; Milat, Ognjen; Van Tendeloo, G.; Arrouy, F.; Williams, E. J.; Rossel, C.; Maechler, E.; Locquet J.-P., *Molecular Beam Epitaxy and Microstructural Study of La_{2-x}Sr_{1+x}Cu₂O_{6+y}*, Phys. Rev. B **56**, (1997), 853-861
6. Radić, Nikola; Gržeta, Biserka; Milat, Ognjen; Ivkov, Jovica; Stubičar Mirko, *Tungsten Carbide Prepared by Reactive DC Magnetron Sputtering*, Strojarsstvo **38** (1996), 265-274
7. Sondi, Ivan; Milat, Ognjen; Pravdić, Velimir, *Electrokinetic Potentials of Clay Surfaces Modified by Polymers*, J. Colloid and Interface Science **189**, (1997), 66-73

Radovi objavljeni u zbornicima:

8. V. Zlatić, *Temperature dependence of the spectral properties for 2-D Hubbard model with anisotropic hopping*, Physica B **230-232**, 1034-1036 (1997)
9. P. Entel, S. Grabowski, V. Zlatić and M. A. Ikeda, *Spectral function of strongly correlated electron-phonon system*, Physica B **237-238**, 75-7 (1997)
10. P. Entel, S. Grabowski, V. Zlatić and M. A. Ikeda, *Spectral properties of two dimensional Hubbard model*, Mol. Phys. Rep. **17**, 45-48 (1997)
11. I. Aviani, M. Miljak, V. Zlatić, D. Finsterbusch, W. Asmuss and B. Luthi, *Magnetic properties of YbInCu₄*, Physica B. **230-232**, 275-278 (1997)
12. M. Očko and J.-G. Park, *Thermopower study of La- and Ce-doped URu₂Si₂*, Physica B **230-232**, 71-73 (1997)

Doktorska disertacija:

1. Berislav Horvatić, *Račun smetnje za lokalno međudjelovanje*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997., 199.str. (voditelj: dr.sc. Veljko Zlatić).

Međunarodni projekti:

1. Projekt *Jako Korelirani elektroni* (MZT RH i MZT SL) realizira se u suradnji s Prof. P. Prelvšekom, s Instituta J. Štefan u Ljubljani.
2. Projekt *Superconducting cuprates* (MZT HR i BMFT) realiziran je u suradnji s Prof. B. Luthijem sa JW Goethe University u Frankfurtu/M.
3. Projekt *Effects on nonconstant density of states on the superconductivity in real materials* realizira se u suradnji s Prof. J. Freerics, Georgetown University, Washington. Projekt financira NSF, uz suglasnost MZT RH.

2.6. STRUKTURNE MODULACIJE U NOVIM SINTETIČKIM MATERIJALIMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Zlatko Vučić, znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. sc. Davorin Lovrić, viši asistent
mr. sc. Jadranko Gladić, asistent

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživanje se odvijalo u dvije podteme: kristali ravnotežnog oblika i strukturne modulacije u visokotemperaturnim supravodičima.

Prva godina istraživanja protekla je u ispitivanju uvjeta odnosno određivanju područja parametarskog prostora unutar kojeg kristali Cu_{2-x}Se tijekom i po prestanku rasta poprimaju ravnotežni oblik. U tu svrhu promatran je rast desetak kristala kuglastog oblika promjera do 5 mm, prosječnog vremena rasta od 15 dana. Za rast je korištena Ohachijeva metoda, primijenjena na uređaju vlastite konstrukcije koji se sastoji od transparentne kvarcne cijevne peći i za svaki kristal evakuirane i zataljene kvarcne kivete. Svi kristali dobiveni su u dvozonskoj peći, a izrađena je i testirana trozonska peć. Naime, dvozonski sustav, s nezavisnom kontrolom temperatura i kristala u rastu i udaljene Se kupke (odnosno tlaka Se para na mjestu rasta), ne omogućuje proizvoljni izbor razlike kemijskog potencijala atoma bakra, inače pokretačke sile za difuziju Cu atoma, odnosno za rast kristala. Trozonski sustav s dodatnom, temperaturno nezavisno kontroliranom Se kupkom iznad polikristaliničnog uzorka, omogućuje kontinuiranu i nezavisnu kontrolu razlike kemijskog potencijala što je jednako mogućnosti kontinuirane promjene brzine rasta.

U dvozonskom sustavu, rast kuglastog kristala na vrhu kapilare koja odvaja polikristalinični uzorak (kroz koji difundiraju atomi Cu) od monokristala u rastu, sniman je *in situ* kombinacijom mikroskop/CCD kamera/računalo (prihvat digitalizacijskom karticom odnosno zapis na video vrpcu) ukupnog povećanja od 50 do 250 puta. Za vrijeme pojedinog rasta razlika kemijskog potencijala za Cu atome držana je konstantnom tako što je kemijski potencijal (odnosno koncentracija Cu atoma) na oba kraja bio fiksiran. Otvoreni kraj polikristaliničnog uzorka u kontaktu je s metalnim bakrom, dok je na kapilarnom kraju kemijski potencijal fiksiran temperaturom i tlakom Se para, koji je posljedica nezavisno temperaturno stabilizirane udaljene Se kupke. U prvoj fazi istraživanja ograničili smo se na onaj dio faznog prostora unutar kojeg se na površini kuglastog kristala pojavljuju jasno vidljive, ravne, energijski najstabilnije plohe tipa 111. Ovisno o temperaturi i sastavu rastućeg kristala promjer 111 ploha, inače kružnog oblika, varirao je od 0 do 50% promjera kristala. Vremenski intervali snimanja kristalnog oblika varirali su od 1 minute do 2 sata ovisno o brzini promjene oblika za vrijeme rasta, odnosno o brzini rasta.

Oblik nekog monokristala može se smatrati ravnotežnim ako se pokaže da ispunjava 4 poznata kriterija. Pokazalo se da oblik u ovom radu istraženih monokristala bakar selenida zadovoljava 3 od 4 kriterija. Prvo, nakon završenog rasta, a u stacionarnim termičkim uvjetima, monokristal doista ne mijenja svoj oblik (do na eksperimentalnu rezoluciju) u eksperimentalno dohvatljivim dugim vremenima (do

350 sati). Drugo, raspored makroskopskih ploha tipa 111 na njegovoj površini odgovara njegovoj unutarnjoj simetriji. Treće, bilo koja ciklička promjena faznih koordinata (T_{rasta} , T_{Se} tj. (T, x)) vodi na jednake oblike.

Četvrti kriterij koji govori o neovisnosti omjera veličine plohe i veličine kristala o veličini kristala nije u cijelosti istražen. Pokazalo se, naime, da se pojavljuju za sada ne razjašnjene tranzijentne pojave koje na ovom stupnju istraživanja nije lako povezati s očekivanim fizikalnim procesima. Trenutno, problem je sužen na razdvajanje statičkih od dinamičkih pojava za vrijeme i nakon rasta kristala kako bi svaki od oblika mogao biti istražen zasebno.

Rad na eksperimentalnoj i računskoj parametrizaciji brzine rasta kuglastog monokristala ravnotežnog oblika završen je i pripravljen za slanje u tisk.

Najvažnije postignuće ovog istraživanja sadržano je u eksperimentalnom određivanju vremenske ovisnosti i računskom opisu brzine rasta kuglastog monokristala ravnotežnog oblika kroz kapilaru u slobodan prostor. Za taj važan parametar koji prati svako istraživanje kristala ravnotežnih oblika, dosadašnji rezultati iz literature, koji su prikazivali i dokazivali da **površina kristala** raste linearno u vremenu, pokazali su se netočnim jer je pri opisu nedovoljno točnih eksperimentalnih podataka gradijent koncentracije tretiran pregrubom aproksimacijom. Pokazali smo i eksperimentalno i računski, sa zamjetno većom točnošću i u znatno finijoj aproksimaciji, da je **volumen kristala** veličina koja je linearna funkcija vremena (u skali vremena koja sadrži 4 i pol dekade). Također smo pokazali da je, nasuprot tvrdnjama u literaturi, kapilarni otvor parametar koji dominantno određuje brzinu rasta kristala.

Jedan od ciljeva rada u prošloj godini bila je i publikacija koja se odnosi na eksperimentalno i računsko određivanje brzine rasta kuglastih kristala koji rastu kroz kapilaru u slobodan prostor. Kako se radi o rezultatu koji je suprotan dosadašnjim nalazima i procjenama, bila su potrebna znatno dulja vremena rasta i veća točnost mjerenja da bi se maksimizirala pouzdanost zaključaka.

Manji dio vremena posvećen je radu na strukturnim modulacijama visokotemperaturnih supravodiča $\text{Ba}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-x}$ istraživanje kojih se provodi u suradnji s grupom na PMF-u (prof. dr.sc. D. Kunstelj). Nama je povjerena analiza direktnih elektronskomikroskopskih snimki koje sadržavaju projekciju strukture u a,b ravninu (ravnina paralelna s kupratnim slojevima) odnosno modulaciju kontrasta (uglavnom zbog najjačeg raspršivača elektrona, Bi atoma) duž dvije okomitih osi a i b.

Metoda koju smo razvili, a koja se bazira na elektronički poboljšanom mikrodensitometru i računalu s algoritmom za direktnu Fourierovu analizu baždarenim na predlošcima poznate periodičnosti, omogućila nam je, do na ograničenja koja unosi sam elektronski mikroskop, određivanje komponente strukturnog faktora u zadanom kristalografskom smjeru. To nam je omogućilo određivanje amplitude pomaka moduliranih Bi atoma s točnošću koja je za skoro red veličine bolja od do sada objavljenih.

Radovi u tisku:

1. D. Kunstelj, D. Babić, D. Bagović, B. Leontić, Z. Vučić, J. Gladić, *Long-range pairing of bismuth atoms and the modulations in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-x}$ high temperature superconductor*, physica status solidi (a) 165 (2) (1998), 467-482.

Sažetak u zborniku:

1. I. Prlić, Ž. Radalj, M. Vrtar, J. Gladić, V. Terček, V. Brumen, Z. Svrtan, H. Cerovac, I. Trošić, *Quality Control in Diagnostic Radiology - Patient Dosimetry I*, Abstracts of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, September 14-19, 1997., Nice, France; *Medical & Biological Engineering & Computing* 35 Suppl. 2 (1977), 1115.

Međunarodna suradnja:

Nastavak suradnje (za sada na neformalnom nivou) s *Chemical Physics Departement, University of Groningen, Nyenborgh 4, Groningen, The Netherlands*

2.7. KOMPLEKSNI MODULIRANI SISTEMI: OSNOVNA STANJA I POBUĐENJA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Katica Biljaković, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr.sc. Ana Smontara, znanstveni suradnik
dipl.inž. Damir Starešinić, znanstveni novak
dipl. inž. Ante Bilušić, znanstveni novak

OPIS ISTRAŽIVANJA:

U 1997. godini nastavili smo s radom na nekoliko tematskih cijelina: ispitivanje toplinskog i termoelektričnog transporta u uređenim i neuređenim sistemima, istraživanje niskotemperaturnih termodinamičkih svojstava sistema s valovima gustoće naboja ili spina (VGN, VGS) te karakterizacija niskonergetskih pobuđenja VG u dielektričnim svojstvima.

Jedno od najvažnijih postignuća je potvrda postojanja još jednog značajnog doprinosa toplinskoj vodljivosti u okolini Peierlsove temperature, kojeg izazivaju fazne i amplitudne fluktuacije VGN [1]. Još jedan naš rezultat je veoma važan, kako za područje VGN/VGS, tako i šire područje stakala. To je eksperimentalni dokaz postojanja pravog staklastog prijelaza u sistemu s uspostavljenim dugodosežnim VGN uređenjem u kojem se nered manifestira na udaljenostima reda μm , odnosno dužine VGN fazne koherencije. Opaženi staklasti prijelaz u VGN sistemu TaS_3 ima sva svojstva smrzavanja podhlađenih tekućina, ali s dužinskim/vremenskim skalama 100 do 1000 puta većim, što je od velike konceptualne važnosti za teoriju stakala [7].

Posebno još ističemo proširivanje spektra ispitivanih kompleksnih sistema. Dobiveni su prvi rezultati mjerenja toplinskog i električnog transporta u novim sistemima: 1-D kristalu $\text{Nb}_4\text{Te}_{17}\text{I}_4$ i serije kvazikristala tipa AlFeCu .

Ispitivanje toplinskog i termoelektričnog transporta je vršeno u širokom temperaturnom području (2 K-340 K) na različitim uređenim i neuređenim sistemima; niskodimenzionalnim anorganskim sistemima sa i bez pojave VGN i kvazikristalima tipa AlFeCu .

Nastavljeno je ispitivanje toplinskog i termoelektričnog transporta u okolini Peierlsovog prijelaza. Ispitivanja utjecaja nečistoća na transportna svojstva sistema $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$ (čisti i dopirani s 0.8 at.% i 1 at.% metalnih atoma Nb) u okolini Peierlsovog prijelaza, pokazuju da dopiranje slabi nastanak VGN, pomiče Peierlsov prijelaz na niže temperature, smanjuje veličinu energetskog procijepa u elektronskom spektru [8]. To ima za posljedicu da je minimum u toplinskoj vodljivosti ispod T_p širi i plići, a dodatni doprinosi od faznih pobuđenja i fluktuacija parametra uređenja VGN također su umanjeni [18].

Veoma delikatnim mjerenjem anizotropije toplinske vodljivosti u plavoj bronci potvrđeno je postojanje dodatnog doprinosa toplinskoj vodljivosti od faznih pobuđenja VGN. Izmjerene vodljivosti u sva tri smjera pokazuju izrazito anizotropna svojstva, posebice dodatnih doprinosa pobuđenja. Međutim, uz fazonski doprinos postoji i doprinos amplitudnih pobuđenja, sve u skladu s njihovom anizotropnom disperzijom [1].

Završene su analize ispitivanja toplinske vodljivosti od 50 mK do 6 K čistih kristala $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$, višestruko postepeno hlađenim od sobne temperature, kao i na seriji

dopiranih kristala $(\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x\text{Se}_4)_2\text{I}$ ($x=0; 0.01; 0.008$). Oba niza podataka pokazuju pseudokvadratični režim karakterističan za linearne ili ravninske defekte nastale bilo višestrukim hlađenjem čistih uzoraka, bilo uvođenjem metalnog atoma Nb. Međutim defekti ne otklanjaju spektakularno oštru anomaliju (najoštriju do sada izmjerenu) u toplinskoj vodljivosti na oko 1 K, koja je manifestacija fononskog Poiseuilleova toka, uzrokovanog anharmoničnosti fonona izuzetno pojačanom anizotropijom rešetke [3].

Završena su mjerenja termostruje u širokom temperaturnom području (4 K- 340 K) na niskodimenzionalnim anorganskim sistemima s pojavom VGN-a, kristalima $(\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x\text{Se}_4)_2\text{I}$ ($x=0; 0.08; 0.01; 0.03; 0.1$) kao i $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$. U toku su analize rezultata mjerenja i priprema rada na tu temu.

Napravljena su mjerenja električne i toplinske vodljivosti $\text{Nb}_4\text{Te}_{17}\text{I}_4$ u području 30 K-340 K. Rezultati mjerenja električne vodljivosti ukazuju na poluvodičko ponašanje sistema. Međutim, nema indikacija faznog prijelaza poput onog u strukturno sličnom sistemu $(\text{NbSe}_4)_3\text{I}$. Toplinska vodljivost na niskim temperaturama raste s padom temperature po eksponencijalnom zakonu, karakterističnom za *Umklapp* procese. Na temperaturama većim od Debyeve, toplinska vodljivost blago raste s temperaturom. Srednji slobodni put fonona na višim temperaturama veći je od parametra rešetke, te se pojava minimuma u toplinskoj vodljivosti može objasniti većom neuređenosti rešetke $\text{Nb}_4\text{Te}_{17}\text{I}_4$ u usporedbi s $(\text{NbSe}_4)_3\text{I}$ [4].

Preliminarni podaci o toplinskom vođenju kvazikristala $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{25}\text{Fe}_{12}$ i $\text{Al}_{62.5}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{12.5}$ u području od 4 do 340 K ukazuju na postojanje blagog maksimuma u toplinskoj vodljivosti na temperaturama oko 20 K, kao što je to eksperimentalno utvrđeno i u kvazikristalima tipa AlPdMn . Blagi maksimum, umjesto očekivanog širokog platoa na temperaturama ispod 100 K, posljedica je postojanja kvaziperiodičnih *Umklapp* procesa u tim sistemima. Prva niskotemperaturna ispitivanja (50 mK-6 K) toplinske vodljivosti kvazikristala $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{25}\text{Fe}_{12}$, napravljena u suradnji s CRTBT-CNRS u Grenoblu, pokazuju postojanje anomalije oko 1 K [12]. Da bi se utvrdilo porijeklo anomalije, nužna su daljnja ispitivanja niskotemperaturnih svojstava.

U ovom razdoblju bili smo više orijentirani ispitivanju niskotemperaturnog kapaciteta C_p serije $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$, $(\text{TMTSF})_2\text{AsF}_6$, kao i $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$ zbog različitih stupnjeva sumjerljivosti VGS s kristalnom rešetkom. Pitanje sumjerljivosti je od bitne važnosti za razumijevanje osobina niskoenergetskih pobuđenja. Neusaglašenost perioda super rešetke i osnovne rešetke je osnovni uzrok frustracije VG sistema. Pokazalo se da toplinski kapaciteti tih sistema imaju vrlo slično globalno ponašanje u području od 0.1 do 7 K. Postoje dobro definirane anomalije, koje pokazuju da VGS stanje nije sasvim jednostavno, već posjeduje niz "podfaza". Najveća razlika se upravo javlja u intenzitetu i dinamici niskoenergetskih pobuđenja. Mi to tentativno objašnjavamo različitim stupnjem sumjerljivosti VGS osnovnog stanja. Diskretna dinamika u nominalno sumjerljivom sistemu $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$ ukazuje na procese drugačije od onih u nesumjerljivim: $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ i $(\text{TMTSF})_2\text{AsF}_6$. Prirodno objašnjenje je da zbog postojanja domena opažamo dinamiku domenskih zidova i diskomenzuracija [2]. Završena je prva verzija članka na $(\text{TMTSF})_2\text{AsF}_6$. Istaknute su sve sličnosti u globalnom ponašanju C_p , međutim slična dinamika se manifestira tek na puno nižim T no u $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$, što ukazuje da taj sistem ima manje kompleksan fazni prostor. Nastavljen je rad na pronalaženju odgovarajućih teorijskih modela za neeksponencijalna, složena opuštanja u staklastom (neuređenom) stanju VG sistema. U to su se uključila dvojica nadarenih studenata treće godine fizike. Njihov rad s tom problematikom je nosilac Rektorove nagrade. U pripremi je zajednički rad na objašnjenju pojave starenja u VG sistemima u kojem dovodimo u vezu mikroskopski

model specifičan za VG sistem s fenomenološkom teorijom starenja u suradnji s dr. P. Bouchaud iz Saclaya i S. Slijepčević s PMF-a.

Prva faza ispitivanja niskoenergetskih pobuđenja u dielektričnim svojstvima TaS_3 u suradnji s kolegama u Bayreuthu (mjerjenje dielektrične konstante) završena je i najglavniji rezultati dani su u prvom radu, koji je na recenziji u Phys. Rev. Lett. [7], kao i u radu prezentiranom na konferenciji [4]. Ustanovili smo kritičko usporavanje relaksacijskog moda, koje ukazuje na postojanje pravog staklastog prijelaza. Uz to smo dali prvu karakterizaciju novih procesa ispod temperature smrzavanja, U pripremi je nastavak ispitivanja utjecaja veličine električnog polja na te pojave, kao i mjerjenje dielektrične konstante na višim frekvencijama zbog proučavanja odvajanja relaksacijskog moda od zakvačenog (*pinned*) moda.

S kolegama iz Moskve je nastavljeno komplementarno ispitivanje termički stimulirane depolarizacija - TSD. Utvrđeno je da glavni vršak u spektru struja izbijanja odgovara novom relaksacijskom modu (sekundarni proces), koji ostaje ispod temperature smrzavanja. Usavršili smo posebne procedure mjerenja; parcijalnu polarizaciju i parcijalnu depolarizaciju zbog proučavanja raspodjele aktivacijskih energija. Na taj način dobili smo potpuniju sliku sekundarnog procesa u TaS_3 i usporedili je s onom dobivenom za plavu broncu. U toku je pisanje prve verzije redovitog članka (uz [10]).

Proširenjem mjernih područja metoda mjerenja toplinske vodljivosti i termostruje do temperature tekućeg helija i uvođenjem dc metode mjerenja električnog otpora (u okviru magistarskog rada znanstvenog novaka A. Bilušića), omogućeno je sistematsko ispitivanje transportnih svojstava u širokom temperaturnom području (2 K-340 K).

Zgotovljen je spremnik za tekući helij namijenjen prvenstveno novom kalorimetru prilagođenom višestrukoj upotrebi (za mjerenje više različitih svojstava, ne samo toplinskog kapaciteta). Započeto je testiranje kalorimetra: grijač, termometrija, različiti senzori. Taj novi nosač-kalorimetar bit će osnova bitnog poboljšanja svih do sada korištenih tehnika u našem laboratoriju zbog puno šireg radnog temperaturnog područja (1.6 K – 340 K). Završena je izgradnja glave-nosača za mjerenje dielektrične konstante u području GHz s kolegama iz Bayreutha (u okviru bilateralne suradnje).

Radovi objavljeni u časopisima:

1. Bihar Ž., Starešinić D., Biljaković K., Sambongi T., *Charge-density-wave fluctuation contribution to the thermal conductivity of $K_{0.3}MoO_3$* , Europhys. Lett. **40** 73-78 (1997)
2. Lasjaunias J. C., Monceau P., Starešinić D., Biljaković K., Fabre J. M., *Low temperature thermodynamical properties of the organic chain conductor $(TMTTF)_2Br$* , J. Phys. I.France **7** 1417-1429 (1997)

Radovi u tisku:

3. Smontara A., Lasjaunias J. C., Maynard R., Berger H., Levy F., *Low-temperature phonon thermal conductivity of the quasi-one-dimensional single crystals $(Ta_{1-x}Nb_xSe_4)_2I$* , J. Low Temp. Phys. **111** 1998.

4. Smontara A., Lasajunias J. C., Maynard R., Bilušić A., *Thermal conductivity of $(\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x\text{Se}_4)_2\text{I}$ alloys*, Thermal Conductivity 24, (ed. P. Gall) Technomic, 1997.
5. Smontara A., Bilušić A., Berger H., *Thermal conductivity of the quasi-one-dimensional crystal $\text{Nb}_4\text{Te}_{17}\text{I}_4$* , Thermal Conductivity 24, (ed. P. Gall) Technomic, 1997.
6. Biljaković K., Starešinić D., Hosseini K., Brütting W., Berger H., Lévy F., *Glass transition from a slush to a real glass in charge density wave compound TaS_3* , Physica B, 1997.

Radovi poslani na ocjenu:

7. Starešinić D., Biljaković K., Hosseini K., Brütting W., Berger H., Lévy F., *Transition from the charge density wave slush to the charge density wave glass*, Phys. Rev. Lett.
8. Bilušić A., Smontara A., *Effect of impurities on the transport properties of the quasi-1D conductor $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$* , Fizika

Rad objavljen u zborniku:

9. Lasjaunias J. C., Biljaković K., Monceau P., *Manifestation of disorder in the low-temperature thermodynamical properties of density wave systems*, (pozvano predavanje), Proceedings of 5th meeting "Disorder in Molecular Solids", DISMOS-5

Sažeci u zbornicima:

10. Starešinić D., Biljaković K., Baklanov N. I., Zaitsev-Zotov S. V., *Thermally stimulated discharge in TaS_3 and $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$, quasi onedimensional compounds exhibiting charge density waves*, Proceedings of 5th meeting "Disorder in Molecular Solids", DISMOS-5
11. Biljaković K., Starešinić D., Hosseini K., Brütting W., Berger H., Lévy F., *Glass transition in charge density wave compound TaS_3* , Proceedings of 5th meeting "Disorder in Molecular Solids", DISMOS-5
12. Hosseini K., Brütting W., Starešinić D. und Biljaković K., *Dielektrische Spektroskopie von niederenergetischen Anregungszuständen am Peierls-System TaS_3* , Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, ožujak 17-21, 1997., Münster, Njemačka,
13. J. C. Lasjaunias, A. Smontara; A. Bilušić, Yang Hongshun, *Heat capacity, thermal and electrical conductivity of icosahedral $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{25}\text{Fe}_{12}$ and $\text{Al}_{62.5}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{12}$* , Colloque Quasicristaux, lipanj 18-20, 1997., Grenoble, Francuska

14. Biljaković K., Starešinić D., Hosseini K., Brütting W., Berger H., Lévy F., *Glass transition from a slush to a real glass in charge density wave compound TaS₃*, The International Conference on Low Energy Electrodynamics in Solids, srpanj 6-11, 1997., Ascona, Švicarska
15. J. C. Lasjaunias, K. Biljakovic, P. Monceau, K. Bechgaard, J. M. Fabre, *Manifestation du désordre dans les propriétés thermodynamiques à basse T des composés à ODC-ODS*, Colloque GDR Matériaux Moléculaires du Magnétisme aux supraconduc. organiques, rujan 16-19, 1997., LaLonde des Maures, Francuska
16. Smontara A., Lasjaunias J. C., Maynard. R., Bilušić. A., *Thermal Conductivity of (Ta_{1-x}Nb_xSe₄)₂I alloys*, (pozvano predavanje), 6. 24th International Thermal Conductivity Conference, listopad 26-29, 1997., Pennsylvania
17. Smontara. A., Bilušić A.; Berger H., *Thermal Conductivity of the quasi-one-dimensional crystal Nb₄Te₁₇I₄*, 6. 24th International Thermal Conductivity Conference, listopad 26-29, 1997., Pennsylvania

Diplomski rad:

18. A. Bilušić: *Toplinski transport (TaSe₄)₂I dopiran različitim koncentracijama metalnog atoma Nb*, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997., voditelj: A. Smontara

Seminari:

1. Smontara A: *Effet Poiseuille dans la conduction thermique de phonons des quasi-1D (TaSe₄)I*, CRTBT-CNRS, Grenoble, 10. veljače 1997.
2. Biljaković K.: *Density wave systems: slush or real glass*, Institut "J. Stefan", Ljubljana, 14. veljače 1997.
3. Biljaković K. *Glass transition in CDW system o-TaS₃*, SACLAY, 26. ožujka 1997.

Međunarodni projekti:

1. *Investigation of glassy behaviour of new materials exhibiting charge or spin modulation*, Projekt regionalne suradnje Bavarska-R. Hrvatska, Institut za fiziku (dr. K. Biljaković) - Sveučilište u Bayreuthu (dr. W.Brütting)
2. *L'origine et la nature de la transition vitreus dans l'état de base des ondes de densite de charge ou de spin*, neformalna bilateralna suradnja, Institut za fiziku (dr. K. Biljaković) - CRTBT, CNRS, Grenoble (dr. P. Monceau),
3. *Etudes des propriétés physiques des systèmes fortement corrélés* Projekt-mreža (Ministere de l'enseignement superieur et de la recherche de France), IF- dr. Biljaković, PMF-prof. Babić, CNRS- dr. Monceau i dr. Pouget,

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja temi:

1. dr. J. C. Lasjaunias, CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska, travanj 1997.
2. dr. P. Monceau, CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska, listopad 1997.

Ostalo:

- K. Biljaković i D. Starešinić - voditelji studentskog rada (rektorova nagrada): A. Kiš i D. Pavičić, *Primjena hijerarhijskog modela na opuštanje u sustavima s valom gustoće spina*

2.8. FIZIKA POVRŠINA I ADSORBIRANIH SLOJEVA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Branko Gumhalter, znanstveni savjetnik

SURADNICI: dr.sc. Milorad Milun, viši znanstveni suradnik
 dr.sc. Petar Pervan, znanstveni suradnik
 dr.sc. Tonica Valla, znanstveni novak
 mr.sc. Ante Bilić, znanstveni novak (do 30.06.1997.)
 dipl.inž. Antonio Šiber, znanstveni novak (od 01.02.1997.)
 dipl.inž. Marko Kralj, znanstveni novak (od 01.09.1997.)

OPIS ISTRAŽIVANJA:

U istraživanjima tokom 1997. godine nastavili smo s realizacijom više aspekata programa istraživačke teme (00350108) gornjeg naslova u okviru istraživačkog programa Instituta za Fiziku *Fizika kondenzirane materije, plinova i plazme* (003501).

Osnovica teorijskih istraživanja je ranije razvijena i neprestano dorađivana opća teorijska formulacija interakcije kvantnih i kvaziklasičnih čestica (atoma i molekula) sa bozonskim pobudjenjima (fononima, fluktuacijama elektronske gustoće, itd.) karakterističnim za metalne površine. Formalizam je posebno razrađen za slučaj neelastičnog raspršenja atoma plemenitih plinova (na pr. helija i argona) na fononima i fluktuacijama elektronske gustoće karakterističnim za metalne površine i adsorbirane slojeve atoma odnosno molekula. Ovaj pristup se pokazao posebno uspješnim u predskazivanju vjerojatnosti i udarnog presjeka neelastičnog raspršenja niskoenergetskih atoma He na višestruko pobuđenim fononima čiste monokristalne (001) površine bakra [1] kao i pri proračunu tzv. Debye-Wallerovog faktora koji karakterizira ta raspršenja [2]. Proračun multifononskih raspršenja atoma He na Cu(001) površini je pokazao da se dobro slaganje sa eksperimentom postiže samo ako se ne zanemare procesi sukcesivnih pobuđenja i izmjene nekoreliranih fonona u procesu sudara, dok uračunavanje samo simultanih višestrukih pobuđenja (overtones) zahtjeva uvođenje parametra koje je teško fizikalno opravdati [1]. Proračun Debye-Wallerovog faktora je također izveden za raspršenje u multifononskom režimu tako da je variran potencijal interakcije. Usporedbom sa eksperimentom nađeno je da je pri takvim opisima neelastičnog raspršenja bitno uzeti u obzir i atraktivnu i repulzivnu komponentu potencijala (što do sada nije bio slučaj u znanstvenoj literaturi) kako bi se dobilo dobro slaganje sa eksperimentalnim podacima. U oba slučaja je nađeno vrlo dobro slaganje teorijskih predskazivanja s eksperimentalnim rezultatima čime su testirani kako teorija kao takva, tako i razne ulazne veličine koje ju karakteriziraju kao na pr. interakcijski potencijali, fononske gustoće stanja i slično [11].

Navedeni teorijski model je proširen na opis istraživanja vibracijskih svojstava adsorbiranih slojeva pomoću raspršenja snopova atoma He. Ispitivana su dva prototipna sistema koji se odlikuju specifičnim i relativno jednostavnim vibracijskim svojstvima adsorbiranih slojeva. To su (a) inkomenzurabilni monosloj Xe na Cu(001) površini, i (b) komenzurabilni monosloj Xe na Cu(111) površini. Zbog razlike u komenzurabilnosti adsorbiranih slojeva ta dva sistema zahtijevaju i zasebne teorijske opise kako jednofononskih tako i višefononskih pobuđenja u raspršenjima snopova atoma He. Za multifononska pobuđenja to je provedeno u komparativnoj studiji [3] i nađeno je da su neke karakteristike tih sistema vrlo slične (na pr. disperzija

vibracijskih modova) ali neke i znatno različite (na pr. polarizacija vibracijskih modova). Usporedba teorijskih rezultata je dala dobro slaganje s eksperimentom u jednofononskom [6] i višefononskom režimu raspršenja [3].

Koristeći opisani razvijeni teorijski model započeti su proračuni prijenosa energije u raspršenjima atoma plina na površinama u tzv. režimu *free molecular flow*. Prvi proračuni pokazuju interesantnu zavisnost totalnog transfera energije o energiji upadne čestice i temperature površine [11].

Molekularno-dinamička simulacija vibracijskih pobuđenja metalnih površina najavljena u prijedlogu teme odgođena je dok se ne angažira odgovarajući stručnjak koji bi je proveo simultano s tekućim ispitivanjima fononskih spektara istih površina metodom dinamičke matrice.

Eksperimentalna istraživanja u 1997. godini bila su jednim dijelom nastavak istraživanja elektronskih svojstava V(100) površine te ultra tankih filmova plemenitih metala na vanadiju a drugim dijelom početak napora u razumijevanju strukturnih i elektronskih svojstava ultra tankih vanadijevih filmova na površinama plemenitih metala. Nakon što su svojstva vanadijeve (100) površine te ultra tankih srebrnih filmova na istoj površini istražena u laboratorijima u Zagrebu (metodom fotoelektronske spektroskopije) i Warwicku (metodom inverzne fotoelektronske spektroskopije) nova saznanja o tim sistemima mogla su se postići samo fotoemisijским eksperimentima s promjenjivom fotonskom energijom. Mjerenja na sinhrotronu (Daresbury, Engleska) omogućila su nam detaljniji uvid u elektronska stanja vanadijeve valentne vrpce uzduž (Γ - Δ - H) osi visoke simetrije kristalne Brillouinove zone. Istražili smo i rezonantni (*Fano-like*) profil d-vrpce.

Uz pomoć promjenjive sinhrotronske fotonske energije istraživali smo fiziku kvantnih jama (QWS-quantum well states) na sistemu Ag/V(100). Pokazali smo da je fotoemisijски intenzitet QWS stanja oscilatoran u odnosu na energiju pobude te da je broj oscilacija veći što je debljina srebrnog sloja veća. Nadamo se da će ova mjerenja pomoći razumijevanju procesa fotoemisije, posebno efekata interferencije površinske emisije i emisije s granice dviju krutih faza (interface). S obzirom na veliku homogenost i kvalitetu srebrnih filmova, izuzetno veliki fotoemisijски intenziteti stanja kvantne jame omogućili su i analizu širina QWS stanja te ocjenu njihovih vremena poluživota.

U laboratoriju za površinsku fiziku u Zagrebu nastavili smo naše dosadašnje istraživanje svojstava ultra tankih filmova bakra na V(100) površini [5]. U 1997. godini započeta su i sistematska istraživanja strukturnih i elektronskih svojstava ultra-tankih vanadijevih filmova na površinama plemenitih metala. Završena su mjerenja na sistemu V/Cu(100). Pokazali smo da vanadij raste na Cu(100) površini u formi bcc-(110) domena. Za male koncentracije vanadija elektronski spektar je konzistentan sa slikom virtuelnog vezanog stanja vanadija u bakrenoj matrici koje je locirano na 0.5 eV iznad Fermijevog nivoa.

Istražena je i termička stabilnost ultra-tankih vanadijevih filmova na Cu(100). Pokazali smo da već kod temperatura iznad 500 K dolazi do segregacije bakra koji formira metastabilnu bcc (110) strukturu. Ovi rezultati su sistematizirani i prikazani u [9,12]. S obzirom da je segregirani bakar na vanadijevom filmu pokazao interesantne spektre valentne vrpce započeli smo i sa istraživanjem strukturnih i elektronskih svojstava ultra-tankih filmova bakra na V(110) površini.

Nastavljena je i suradnja s kolegama na Institutu Ruđer Bošković na problemima površinske modifikacije Inconel-600 i AlW filmova [8,9].

Radovi objavljeni časopisima:

1. B. Gumhalter and A. Bilić, *Multiphonon atom-surface scattering in the collision system He → Cu(001)*, Surf. Sci. **370** (1997) 47.
2. A. Šiber and B. Gumhalter, *Debye-Waller factor in He → Cu(001) collisions revisited: the role of the interaction potentials*, Surf. Sci. **385** (1997) 270.
3. J. Braun, D. Fuhrmann, M. Bertino, A. P. Graham, J. P. Toennies, Ch. Wöll, A. Bilić and B. Gumhalter, *Multiphonon He atom scattering from Xe overlayers on Cu(111) and Cu(001) surfaces*, J. Chem. Phys. **106** (1997) 9922.
4. P. Pervan, K. Markert and K. Wandelt, *Photoemission of Xe adsorbed on Si(111)7x7, Ag/Si(111), Au/Si(111) and O/Si(111) surfaces*, Appl. Surface Science **106** (1997) 307.
5. T. Valla, P. Pervan, M. Milun and K. Wandelt, *Growth modes and electronic properties of copper ultra-thin film on V(100)*, Surface Science **374** (1997) 51-61

Radovi u tisku:

6. J. Braun, D. Fuhrmann, A. Bilić, B. Gumhalter and Ch. Wöll, *Observation of a zone-center gap in the longitudinal mode of an adsorbate layer: Xenon on Cu(111)*, Phys. Rev. Lett. **80** (1998) 125.
7. D. Marijan, M. Vuković, P. Pervan and M. Milun, *Surface modification of Inconel-600 by growth of hydrous oxide film*, J. Appl. Electrochem. **28** (1998) 96-102.
8. N. Radić, A. Tonejc, M. Milun, P. Pervan, J. Ivkov, M. Stubičar, *Preparation and characterization of AlW Thin films*, Thin Films (1997),
9. P. Pervan, T. Valla and M. Milun, *Photoemission study of ultra-thin vanadium films on Cu(100)*, Vacuum
10. A. Fedorov, T. Valla, D.-J. Huang, G. Reinfeld, F. Loeb, F. Liu, P. D. Johnson, *Spin polarized photoemission studies of the Gd(001) Surface*, Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena

Radovi poslani na ocjenu:

11. B. Gumhalter, A. Šiber and J. P. Toennies, *Recoil and temperature suppressed energy transfer in inelastic scattering of atoms from surfaces*,
12. P. Pervan, T. Valla and M. Milun, *Structural and electronic properties of vanadium ultra-thin films on Cu(100)*, Surface Science

Sažeci u zbornicima:

13. A. Šiber and B. Gumhalter, *Debye-Waller factor in He → Cu(001) collisions: the role of the interaction potentials*, 7th Joint Vacuum Conference JVC-7, Debrecen 26-29 May 1997.
14. J. Braun, D. Fuhrmann, M. Bertino, A. P. Graham, J. P. Toennies, Ch. Wöll, A. Bilić and B. Gumhalter, *Multiphonon He atom scattering from Xe overlayers on Cu(111) and Cu(001) surfaces*, Fourth Nordic Conference on Surface Science, Ålesund (Norway) 29 May-1 June 1997.
15. A. Šiber, A. Bilić, B. Gumhalter, J. Braun, D. Fuhrmann, M. Bertino, A. P. Graham, J. P. Toennies and Ch. Wöll, *Single and multiphonon He atom scattering from Xe adlayers on Cu(001) and Cu(111) surfaces*, 17-th European Conference on Surface Science (ECOSS-17), Enschede 16-19 Sept. 1997.
16. P. Pervan, T. Valla and M. Milun, *Structural and electronic properties of ultra thin vanadium films on Cu(100)*, 7th Joint Vacuum Conference of Slovenia-Hungary-Croatia-Austria, Debrecen, Hungary, May 26-29, 1997.
17. P. Pervan, T. Valla and M. Milun, *Electronic and structural properties of vanadium ultra-thin films on Cu(100)*, 4th International Workshop on Auger Spectroscopy and Electronic Structure, Jülich, Germany, June 23-26, 1997.
18. M. Milun, P. Pervan, T. Valla, *Quantum Well States in Ag/V(100) system*, 4th International Workshop on Auger Spectroscopy and Electronic Structure, Jülich, Germany, June 23-26, 1997.
19. M. Milun, P. Pervan and T. Valla, *Structural and Electronic properties of Vanadium Ultrathin Films on Cu(100) and Copper Ultrathin Films on V(100)*, 18th IUVESTA Workshop "Diffusion and Growth in Ultrathin Layers", Newcastle, Australia, November 1997.

Diplomski radovi:

20. G. Gašparović, *Utjecaj dugodosežne komponente potencijala na Debye-Wallerov faktor u raspršenjima atoma na površinama*, Sveučilište u Zagrebu, PMF, 1997, mentor B. Gumhalter).
21. M. Kralj, *Elektronska i strukturna svojstva ultra-tankih vanadijevih filmova na Cu(100)*, (Sveučilište u Zagrebu, PMF, 1997, mentor P. Pervan).

Pozvana predavanja:

1. B. Gumhalter, *Single and multiphonon He atom scattering from Xe adlayers on Cu(001) and Cu(111) surfaces*, Eight Workshop on Surface Dynamics, Adsorbate Vibrations and Diffusion, Schloss Ringberg, 18-21 June 1997.

2. P. Pervan, *Structural and electronic properties of ultra thin vanadium films on Cu(100)*, 7th Joint Vacuum Conference of Slovenia-Hungary-Croatia-Austria, Debrecen, Hungary, May 26-29, 1997.

Seminari:

1. B. Gumhalter, *Single and multiphonon He atom scattering from Xe adlayers on Cu(001) and Cu(111) surfaces*, Physik Department der Technischen Universität München, 23.06.1997.
2. B. Gumhalter, *Single and multiphonon He atom scattering from Xe adlayers on Cu(001) and Cu(111) surfaces*, Institut für Physikalische Chemie, Universität Bonn, 15.09.1997.
3. B. Gumhalter, *Single and multiphonon He atom scattering from Xe adlayers on Cu(001) and Cu(111) surfaces*, Max-Planck-Institut für Strömungsforschung, Göttingen, 22.09.1997.
4. B. Gumhalter, *Single and multiphonon He atom scattering from Xe adlayers on Cu(001) and Cu(111) surfaces*, Institut für Physikalische Chemie, Ruhr Universität Bochum, 25.09.1997.
5. M. Milun, *Quantum Well States in Ultrathin Metallic Films: Ag/V(100)*, Brookhaven National Laboratory, Physics Department, 2.10.1997.
6. M. Milun, *Electronic properties of ultrathin films of silver on V(100)*, Rutgers University, Department of Physics and Astronomy, New Jersey, USA, 30.10.1997.

Međunarodni projekti:

1. National Science Foundation Project JF 133: *Investigations of multiple excitation processes in dynamical interactions of atomic particles and radiation with solid surfaces*. Voditelji projekta: Dr. B. Gumhalter (Institut za fiziku-Zagreb) i Prof. D. C. Langreth (Rutgers University, New Jersey, USA).
2. Bilateralna suradnja sa SR Njemačkom (DLR projekt): *Ultradünne Metall-Filme - ein Weg zur Mikro-Technologie*. Voditelji: Prof. K. Wandelt (Universität Bonn) i dr. P. Pervan (Institut za fiziku).
3. ALIS (Academic Links and Interchange Scheme) Project: *Electronic structure of magnetic metals, ultra-thin films and surfaces*, financiran od strane British Councila i Ministarstva za znanost i tehnologiju. Voditelji: Prof. D. P. Woodruff (Warwick University) i dr. P. Pervan (Institut za fiziku).

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja temi:

1. Dr. D. P. Woodruf, University of Warwick, Engleska, 13.-16.3. 1997. Studijski boravak u okviru bilaterarne suradnje ALIS.
2. Dr. J. Braun, Max-Planck-Institut für Strömungsforschung, Göttingen, 4.-8.7.1997.

Ostale aktivnosti:

1. B. Gumhalter
Board Member of the Surfaces and Interfaces Section of the Condensed Matter Division of the EPS.
Član Znanstvenog odbora *7th Joint Vacuum Conference JVC-7*, Debrecen 26-29 May 1997, radni sastanak 17.-19.02.1997.
2. M. Milun
Tajnik Društva za vakuumsku tehniku Hrvatske (DVTH).
Član Izvršnog komiteta IUVSTA-e.
Sudjelovanje u radu sastanka Izvršnog komiteta IUVSTA, ECM-79, Nelson Bay, Australija, Nov. 1997.
3. P. Pervan
Tajnik Društva za vakuumsku tehniku Hrvatske (DVTH) od srpnja 1997.
Suradnik na projektu *E-škola* Hrvatskog fizikalnog društva.
Članak: *Fizika CD-a*, <http://e-skola.hfd.hr/clanci/ppervan/cd/cd-a.html>
4. T. Valla:
Član Organizacijskog odbora *7th Joint Vacuum Conference JVC-7*.

2.9. TEORIJA KRITIČNIH POJAVA I NISKODIMENZIONALNIH SUSTAVA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Katarina Uzelac, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr.sc. Ivo Batistić, viši znanstveni suradnik
dr.sc. Eduard Tutiš, viši asistent
dr.sc. Zvonko Glumac, asistent
dipl.inž. Krešimir Šaub, asistent
mr.sc. Ante Aničić, znanstveni novak
dipl.inž. Osor Barišić, znanstveni novak
dipl.inž. Ognjen Škunca, znanstveni novak

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživanja su se odvijala u okviru nekoliko cjelina.

U okviru studije klasičnih faznih prijelaza u sustavima s dugodosežnim međudjelovanjem izvršena je opsežna analiza promjene karaktera prijelaza u diskretnom modelu, pomoću Monte-Carlo (MC) simulacija i *scaling* metoda, upotpunjena analitičkim rezultatima provedivim u granici srednjeg polja. Korištenjem novog MC algoritma prilagođenog za dugodosežne interakcije postignuti su znatno precizniji rezultati za slučaj Pottsovog modela s 3 stanja. Analiza je protegnuta na proučavanje *scaling* svojstava konačnih nakupina iste faze za oba tipa prijelaza (1. i 2. reda).

Načinjena je preliminarna studija na jednostavnom modelu za proučavanje samoorganiziranog kritičnog ponašanja.

Nastavljen je rad na Holsteinovom modelu malog polarona. Analizirana je valna funkcija dobivena numeričkom metodom, a rezultati su korišteni za poboljšanje izbora skupa stanja u numeričkoj metodi i za poboljšanje izbora valne funkcije u varijacionoj metodi (članak u pripremi). Nadalje su istraživane mogućnosti primjene polinomske aproksimacije jezgre u određivanju osnovnog stanja i spektra pobuđenja mnogočestičnih sistema, napose na Holsteinov 1D polaronski model i na jako anizotropni 2D model čvrste veze u jakom vanjskom magnetskom polju u slučajevima sumjerljive i nesumjerljive deformacije rešetke. Nađeno je da metoda daje pouzdane rezultate u slučajevima kad male energetske skale nisu jako važne. Veliki uspjeh metode je međutim mogućnost proračuna raznih spektralnih funkcija (npr. ovisnost vodljivosti o frekvenciji) mnogočestičnih sistema s jakim međudjelovanjem, što nije bilo moguće postići dosadašnjim numeričkim metodama.

Pojava elektronskog pseudoprocijepa u normalnoj, metalnoj fazi te pojava tzv. *shadow band Fermi surface* najzanimljivija su novootkrivena svojstva kod kupratnih supravodiča. Nasuprot učestalim pokušajima da se ove pojave objasne (kratkodosežnim) spinskim uređenjem, pokazali smo da one mogu biti jednostavna posljedica također nedavno nađenih superstrukturnih modulacija u tim materijalima. Predloženi model odnosi se na pojavu tzv. *striped* faza, kao i kombinaciju deformacija koje udvostručavaju jediničnu ćeliju.

Radovi objavljeni u časopisima:

1. K. Uzelac and Z. Glumac, *First-order phase transition in 1d Potts model with long-range interactions*, Fizika B6, 133(1997)

Radovi u tisku:

2. I. Kupčić, S. Barišić, E. Tutiš *The EFG analysis high T_c superconductors*, Phys. Rev. B **56**, 1998 (1 Apr)
3. Z. Glumac and K. Uzelac, *First-order transition in the one-dimensional three-state Potts model with long range interactions*, Phys. Rev. E (1998)

Rad objavljen u zborniku:

4. E. Tutiš, H. Nikšić and S. Barišić, *Charge dynamics in cuprate superconductors*, in *Solid State Physics: From Quantum Mechanics to Technology*, Z. Petru, J. Przystawa, K. Repečwicz, (Eds.), *Lecture Notes in Physics*, 161-175 (Springer 1997)

Diplomski rad:

5. Ladislav Janković, *Polinomska aproksimacija elektronske gustoće stanja u kvazijednodimenzijjskim materijalima*, PMF, Zagreb, 1997. (Mentori: I. Batistić i A. Bjeliš)

Radovi u pripremi:

1. I. Batistić, A. Saxena, J. T. Gammel and A. R. Bishop, *2D and 3D Ordering Transitions in the Weak CDW Material Deuterated PtI*.
2. O. Barišić and I. Batistić, *The ground state of the 1D Holstein polaron model: Study and comparison between variational and numerical methods*.
3. K. Uzelac and Z. Glumac, *Cluster-size scaling in the first- and second-order phase transition of the 1d long-range Potts model*
4. E. Tutiš, S. Barišić, I. Kupčić, *Electronic mechanism for stripes in superconducting cuprates*

Seminari:

1. E. Tutiš, *Charge fluctuation and stripes in cuprate superconductors*, EPF, Lausanne, Švicarska, 12. siječnja 1997.
ETH, Zürich, Švicarska, 17. siječnja 1997.

Međunarodni projekti:

1. *Kritične pojave i fazni prijelazi u kvantnim sistemima*, koord. K. Uzelac (Institut za fiziku) - R. Jullien (Université de Montpellier II, Francuska), nastavak bilateralne suradnje s Francuskom (u postupku obnove).

Ostalo:

- I. Batistić: Voditelj e-škole za područje fizike (*E-škola je nova aktivnost Hrvatskog fizikalnog društva kojoj je cilj unapređivanje i dopuna nastave u srednjim i osnovnim školama koristeći se Internet računalskom mrežom.*)
- K. Uzelac: Pridruženi urednik časopisa *Fizika*
- I. Batistić i K. Uzelac: Administriranje i održavanje računskog centra i lokalne mreže, pripadnih servisa, te koordinacija s Carnetom

3. OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA

3.1. SEMINARI

VODITELJI SEMINARA: dr.sc. Eduard Tutiš
dr.sc. Damir Veža

09. **siječnja:** dr.sc. J. R. Cooper
3D XY SCALING OF THE REVERSIBLE MAGNETISATION AND
IRREVERSIBILITY LINE OF $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ CRYSTALS
27. **ožujka:** prof. Klaus-Dieter Schotte
FRUSTRATED MAGNETS AND FRUSTRATED SPIN CHAINS
08. **svibnja:** prof. J. K. Freericks
THE QUANTUM WORLD AROUND US: TEACHING SOLID STATE
PHYSICS TO NONSCIENTISTS
14. **svibnja:** prof. J. K. Freericks
THE QUANTUM WORLD AROUND US: TEACHING SOLID STATE
PHYSICS TO NONSCIENTISTS – A DEMO LECTURE
15. **svibnja:** prof. J. K. Freericks
DO WE REALLY UNDERSTAND LOW TEMPERATURE
SUPERCONDUCTORS
29. **svibnja:** prof. William C. Stwalley
MAKING MOLECULES AT MICRO KELVIN
04. **lipnja:** prof. Kazumi Maki
VORTEX STATE IN D-WAVE SUPERCONDUCTIVITY
10. **srpnja:** dr.sc. J. Horvat
POBOLJŠANJE KRITIČNE STRUJE Bi2223/Ag VRPCI
02. **rujna:** dr.sc. L. Forro
PHYSICS OF FULLERENES AND CARBON NANOTUBES
22. **prosina:** dr.sc. J. R. Cooper
EFFECTS OF THE NORMAL STATE GAP ON THE PHYSICAL
PROPERTIES OF HIGH T_c CUPRATES
23. **prosina:** dr.sc. J. R. Cooper
3D XY SCALING OF THE REVERSIBLE MAGNETISATION OF YBCO
AND BISCO AND ITS IMPLICATIONS

3.2. BIBLIOTEKA

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

STRUČNI SURADNIK: mr.sc. Jadranko Gladić, asistent

Biblioteka radi od 8.30 do 17 sati. Biblioteka posuđuje knjige na ograničeni rok od 6 mjeseci za korisnike Instituta, izvan Instituta samo uz međubibliotečnu 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 biblioteci i za izradu kopija.

Korisnicima biblioteke, kao i za potrebe međubibliotečne suradnje, na raspolaganju je aparat za fotokopiranje.

Kompjutorska obrada monografskih publikacija u bazu LIBRI I periodike u bazu PERI u programu CDS/ISIS 3.7 bliži se kraju. Obradeno je 3300 knjiga, dok je obrada baze periodike gotova. Biblioteka posjeduje 295 naslova časopisa; 122 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/ifs/ifs/biblioteka/library-e.html>

Fond biblioteke:

1. knjige	4318	
2. periodika	122	naslova
3. diplomske radnje	109	
4. magistarske radnje	109	
5. disertacije	81	
6. katalozi periodike	24	

Statistika izdanih informacija i posudba bibliotečne građe:

1. Posudeni časopisi i knjige za izradu kopija:	1122
2. Posudene knjige:	98
3. Čitaonica - izdani časopisi:	920
4. Međubibliotečna posudba	
a) zahtjevi putem pošte	
- primljenih zahtjeva:	33
- upućenih zahtjeva	20
b) zahtjevi putem telefona ili osobno	
- primljenih zahtjeva:	53
- upućenih zahtjeva	70

Korisnici:	Znanstveno-istraživačko osoblje:	46
	Znanstveno-nastavno osoblje:	20
	Studenti:	420
	Ostali:	30
	Ukupno:	516

3.3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA

Magistarski rad izrađuju:

dipl.inž. Osor Slaven Barišić
dipl.inž. Ante Bilušić
dipl.inž. Marko Kralj
dipl.inž. Damir Starešinić
dipl.inž. Antonio Šiber
dipl.inž. Ognjen Škunca

Doktorirali:

dr.sc. Đuro Drobac
dr.sc. Berislav Horvatić
dr.sc. Vlasta Horvatić

Doktorsku disertaciju izrađuju:

mr.sc. Ante Aničić
mr.sc. Ivica Aviani
mr.sc. Jadranko Gladić
mr.sc. Željko Marohnić
mr.sc. Hrvoje Skenderović
dipl.inž. K. Šaub

3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSLIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI

Dodiplomska nastava:

G. Pichler,
 Eksperimentalne metode atomske fizike: 2+1, 0+0
 PMF, IV. god. inž. fiz.

E. Tutiš,
 Ireverzibilni procesi: 2+1, 2+1
 PMF, III. god. inž. fiz.

V. Vujnović
 Spektroskopija ioniziranih plinova,
 PMF, IV god. inž. fiz.

Poslijediplomska nastava:

Z. Glumac,
 Teorija faznih prijelaza: 0+12
 PD studij fizike, smjer Fizike čvrstog stanja

G. Pichler,
 Osnove atomske fizike: 25+12
 PD studij fizike, smjer Atomske i molekularne fizike,

G. Pichler
 Voditelj smjera atomske i molekularne fizike na PD

G. Pichler,
 Fizika lasera: 12+12
 PD FER Zagreb

V. Vujnović,
 Optika: 25+12
 PD studij fizike, smjer Atomske i molekularne fizike

V. Zlatić,
 Teorija mnoštva čestica: 25+12
 PD studij fizike, smjer Fizike čvrstog stanja

3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 1997. GODINI

1. A. Aničić
20.06.97.-20.06.97.- Šibenik, Hrvatska, službeni put
09.07.97.-09.07.97.- Osijek, Hrvatska, službeni put
2. I. Aviani
09.06.97.-20.06.97.- Njemačka, studijski boravak
3. D. Azinović
13.07.97.-31.10.97.- Njemačka, studijski boravak
4. I. Batistić
09.07.97.-09.07.97.- Osijek, Hrvatska, službeni put
5. A. Bilić
01.02.97.-01.02.98.- Australija, studijski boravak
6. K. Biljaković
13.02.97.-14.02.97.- Slovenija, službeni put
16.03.97.-28.03.97.- Francuska, studijski boravak
05.07.97.-11.07.97.- Švicarska, sudjelovanje na konferenciji
11.07.97.-21.07.97.- Francuska, studijski boravak
24.09.97.-25.09.97.- Slovenija, znanstveni posjet
23.11.97.-08.12.97.- Francuska, studijski boravak
7. N. Biškup
16.05.97.-30.06.97.- Francuska, studijski boravak
10.10.97.-10.10.97.- Slovenija, službeni put
8. J. R. Cooper
01.10.97.-31.07.98.- Engleska, studijski boravak
9. N. Demoli
01.03.97.-31.05.97.- Njemačka, studijski boravak
09.06.97.-11.06.97.- Njemačka, studijski boravak
20.10.97.-20.12.97.- Njemačka, studijski boravak
10. Z. Glumac
28.07.97.-15.08.97.- Italija, studijski boravak
11. B. Gumhalter
17.02.97.-19.02.97.- Mađarska, službeni put
29.05.97.-03.06.97.- Norveška, sudjelovanje na konferenciji
18.06.97.-25.06.97.- Njemačka, sudjelovanje na Workshop-u
14.08.97.-28.08.97.- Italija, znanstveni posjet
13.09.97.-27.09.97.- Nizozemska, Njemačka, sudjelovanje na konferenciji-
seminarski posjet

12. B. Hamzić
15.05.97.-18.05.97.- Pula, Hrvatska, natjecanje iz fizike za srednje škole
13. D. Lovrić
15.04.97.-30.04.97.- Engleska, službeni put
01.05.97.-12.01.98.- Engleska, studijski boravak
14. O. Milat
12.03.97.-16.03.97.- Italija, službeni put
19.06.97.-21.06.97.- Umag, Hrvatska, službeni put
05.10.97.-08.10.97.- Slovenija, sudjelovanje na konferenciji
15. S. Milošević
20.02.97.-21.02.97.- Austrija, službeni put
02.04.97.-04.04.97.- Austrija, studijski boravak
18.04.97.-18.04.97.- Austrija, studijski boravak
22.07.97.-29.07.97.- Austrija, sudjelovanje na konferenciji
16. M. Milun
22.06.97.-29.06.97.- Njemačka, studijski boravak
01.09.97.-31.05.98.- USA, studijski boravak
14.11.97.-24.11.97.- Australija, sudjelovanje na Workshop-u
17. M. Miljak
09.06.97.-20.06.97.- Njemačka, studijski boravak
18. P. Pervan
10.04.97.-12.04.97.- Slovenija, službeni put
26.05.97.-29.05.97.- Mađarska, sudjelovanje na konferenciji
22.06.97.-29.06.97.- Njemačka, studijski boravak
19. G. Pichler
12.02.97.-12.02.97.- Austrija, studijski boravak
20.03.97.-20.03.97.- Austrija, službeni put
24.03.97.-28.03.97.- Njemačka, sudjelovanje na konferenciji
02.04.97.-05.04.97.- Novi Vinodolski, sudjelovanje na simpoziju
11.04.97.-11.04.97.- Austrija, studijski boravak
18.04.97.-18.04.97.- Austrija, studijski boravak
16.05.97.-16.05.97.- Austrija, studijski boravak
10.06.97.-12.06.97.- Danska, službeni put
16.06.97.-18.07.97.- Francuska, studijski boravak
22.07.97.-29.07.97.- Austrija, sudjelovanje na konferenciji
03.10.97.-03.10.97.- Austrija, studijski boravak
10.10.97.-10.12.97.- Austrija, studijski boravak
20. H. Skenderović
23.07.97.-25.07.97.- Austrija, sudjelovanje na konferenciji
03.10.97.-03.10.97.- Austrija, studijski boravak
21. A. Smontara
27.01.97.-07.02.97.- Francuska, studijski boravak
25.10.97.-30.10.97.- USA, sudjelovanje na konferenciji
22. D. Starešinić
26.05.97.-29.05.97.- Francuska, sudjelovanje na konferenciji

23. A. Šiber
26.05.97.-29.05.97.- Mađarska, sudjelovanje na konferenciji
24. S. Tomić
20.03.97.-29.03.97.- Francuska-Portugal, studijski boravak
sudjelovanje na konferenciji
15.05.97.-18.05.97.- Pula, Hrvatska, natjecanje iz fizike za srednje škole
10.11.97.-19.11.97.- Njemačka, studijski boravak
25. E. Tutiš
12.01.97.-19.01.97.- Švicarska, studijski boravak
26. Č. Vadla
20.02.97.-28.03.97.- Njemačka, studijski boravak
01.10.97.-31.10.97.- Njemačka, studijski boravak
27. D. Veža
10.03.97.-11.03.97.- Split, Hrvatska, stručno predavanje
11.04.97.-11.04.97.- Austrija, studijski boravak
15.05.97.-18.05.97.- Pula, Hrvatska, natjecanje iz fizike za srednje škole
28.09.97.-07.11.97.- USA, studijski boravak
28. V. Vujnović
02.04.97.-05.04.97.- Novi Vinodolski, Hrvatska, službeni put
22.05.97.-23.05.97.- Hvar, Hrvatska, državno natjecanje iz astronomije
29. V. Zlatić
05.03.97.-22.03.97.- Njemačka, studijski boravak
25.03.97.-30.03.97.- Slovenija, znanstveni posjet
26.05.97.-27.06.97.- Engleska, studijski boravak
16.05.97.-23.05.97.- Slovenija, službeni put
14.07.97.-19.07.97.- Italija, sudjelovanje na Workshop-u
21.07.97.-23.07.97.- Slovenija, službeni put
18.09.97.-18.09.97.- Slovenija, službeni put
01.11.97.-30.06.98.- Njemačka, studijski boravak

4. FINANCIJSKI POKAZATELJI

4.1. PRIHODI PROGRAMA TRAJNE ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI

003501

01.12.1996 - 31.12.1997.

Tema	Glavni istraživač	Redovna sredstva	Potpore MZT za putovanja i suradnju	UKUPNO
00350101	dr.sc. Č. Vadla	95.000	3.792	98.792
00350102	dr.sc. G. Pichler	166.000	2.661	168.661
00350103	dr.sc. S. Tomić	75.000	2.157	77.157
00350104	dr.sc. J. Lukatela	60.000		60.000
00350105	dr.sc. V. Zlatić	85.000	15.864	100.864
00350106	dr.sc. Z. Vučić	60.000		60.000
00350107	dr.sc. K Biljaković	65.000	4.270	69.270
00350108	dr.sc. B. Gumhalter	90.000	17.958	107.958
00350109	dr.sc. K. Uzelac	89.000		89.000
	UKUPNO	785.000	46.702	831.702

4.2. RAČUN PRIHODA I IZDATAKA

za razdoblje od 1. siječnja do 31. prosinca 1997.

	u kunama (bez lp)
PRIHODI I PRIMICI	6.623.453
Prihodi iz proračuna	6.603.404
Ostali prihodi i primici	20.049
IZDACI I OSTALA PLAĆANJA	6.430.685
Izdaci poslovanja	5.571.694
Izdaci za zaposlene	4.664.489
Izdaci za utrošeni materijal, energiju, komunalne i ostale usluge	696.066
Izdaci za tekuće održavanje	211.139
Tekući vanjski izdaci za materijal i usluge	266.781
Nabavka kapitalnih sredstava	592.210
DODATNI PODACI	
Broj zaposlenih na bazi stanja krajem tromjesečja (cijeli broj)	68
Broj zaposlenih na bazi sati rada (cijeli broj)	66