

INSTITUT ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

GODIŠNJE IZVJEŠĆE  
ZA 1994. GODINU

BIJENIČKA C. 46, P.P. 304, 41000 ZAGREB – REPUBLIKA HRVATSKA  
TELEFON: (01) 271 – 211, TELEFAX: (01) 421 – 156, 271 – 544

# Sadržaj

<b>1</b>	<b>STRUKTURA INSTITUTA</b>	<b>3</b>
1.1	ORGANI UPRAVLJANJA I STRUČNI ORGANI . . . . .	3
1.2	POPIS DJELATNIKA INSTITUTA . . . . .	3
<b>2</b>	<b>IZVJEŠĆA O RADU NA ZNANSTVENO- -ISTRAŽIVAČKIM PROJEKTIMA</b>	<b>7</b>
2.1	SUDARNI PROCESI U PARAMA I PLAZMI ALKALIJSKIH METALA . . . . .	8
2.2	LASERSKA SPEKTROSKOPIJA EKSIMERA I EKSIPEKSA . . . . .	10
2.3	DIJAGNOSTIKA ATOMSKIH SISTEMA I FIZIKA KOHERENTNIH POLJA . . . . .	13
2.4	NOVI ANIZOTROPNI ORGANSKI VODIČI I SUPRAVODIČI . . . . .	17
2.5	ELEKTRONSKA SVOJSTVA METALNIH I KERAMIČKIH SISTEMA . . . . .	22
2.6	ISTRAŽIVANJE JAKO KORELIRANIH ELEKTRONSKIH SISTEMA . . . . .	25
2.7	KORELIRANI PODSISTEMI U SUPERIONSKIM VODIČIMA I POLUVODIČIMA . . . . .	27
2.8	MODULIRANI NISKODIMENZIONALNI ANORGANSKI SISTEMI . . . . .	31
2.9	ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA POVRŠINA I ADSORBATA . . . . .	36
2.10	TEORIJA KRITIČNIH POJAVA . . . . .	42
<b>3</b>	<b>OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA</b>	<b>45</b>
3.1	SEMINARI . . . . .	45
3.2	BIBLIOTEKA . . . . .	47
3.3	IZVJEŠĆE O NAPREDOVANJU SURADNIKA . . . . .	48
3.4	UČESTVOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSTDIPLOMSKOJ NASTAVI . . . . .	49
3.5	KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI . . . . .	50

# 1

## STRUKTURA INSTITUTA

### 1.1 ORGANI UPRAVLJANJA I STRUČNI ORGANI

**Vršitelj dužnosti ravnatelja:**

Dr. Čedomil Vadla, znan. suradnik

**Privremeno upravno vijeće:**

Prof. dr. Slaven Barišić, predsjednik

Dr. Silvia Tomić, član

Prof. dr. Vjera Krstelj, član

**Znanstveno vijeće:**

Predsjednik: Dr. Vladis Vujnović, znan. savjetnik

Zamjenik predsjednika: Dr. Katarina Uzelac, viši znan. suradnik

### 1.2 POPIS DJELATNIKA INSTITUTA

**Znanstvenici:**

AVIANI IVICA, mr. fiz. znanosti - pom. istraživač

AZINOVIĆ DAVORKA, dr. fiz. znanosti - znan. asistent

BATISTIĆ IVO, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik

BEUC ROBERT, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik

BILJAKOVIĆ KATICA, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik

COOPER JOHN, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik

DEMOLI NAZIF, dr. fiz. znanosti - znan. asistent

DROBAC ĐURO, dipl. inž. fiz. - pom. istraživač

GLADIĆ JADRANKO, mr. fiz. znan. - znan. asistent

GLUMAC ZVONKO, dipl. inž. fiz. - znan. asistent

GUMHALTER BRANKO, dr. fiz. znanosti - znan. savjetnik

HAMZIĆ BOJANA, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik

HORVATIĆ BERISLAV, dipl. inž. fiz. - znan. asistent

HORVATIĆ VLASTA, mr. fiz. znan. - znan. asistent

IVKOV JOVICA, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik  
 KNEZOVIĆ STIPE, mr. fiz. znanosti - znan. asistent  
 KOS IGOR, dipl. inž. fiz. - istraživač - suradnik (do 14.11.1994)  
 LOVRIĆ DAVORIN, dr. fiz. znanosti - znan. asistent  
 LUKATELA JAGODA, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik  
 MAROHNIC ŽELJKO, mr. fiz. znanosti - znan. asistent  
 MILAT OGNJEN, dr. fiz. znan. - viši znan. suradnik  
 MILOŠEVIĆ SLOBODAN, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik  
 MILUN MILORAD, dr. kem. znan. - viši znan. suradnik  
 MILJAK MARKO, dr. fiz. znanosti - znan. asistent  
 MOVRE MLADEN, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik  
 OČKO MIROSLAV, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik  
 PERVAN PETAR, dr. fiz. znan. - znan. suradnik  
 PICHLER GORAN, dr. fiz. znanosti - znan. savjetnik  
 PRESTER MLADEN, dr. fiz. znanosti - znan. asistent  
 SMONTARA ANA, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik  
 ŠAUB KREŠIMIR, dipl. inž. fiz. - znan. asistent  
 TOMIĆ SILVIA, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik  
 TUTIŠ EDUARD, dr. fiz. znanosti - znan. asistent  
 UZELAC KATARINA, dr. fiz. znanosti - viši znan. suradnik  
 VADLA ČEDOMIL, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik  
 VEŽA DAMIR, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik (od 15.7.1994)  
 VUČIĆ ZLATKO, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik  
 VUJNOVIĆ VLADIS, dr. fiz. znanosti - znan. savjetnik  
 VUKIČEVIĆ DALIBOR, dr. fiz. znanosti - znan. suradnik (do 30.9.1994)  
 ZLATIĆ VELJKO, dr. fiz. znanosti - znan. savjetnik

#### Znanstveni novaci:

ANIČIĆ ANTE, dipl. inž. fiz. - istraž. suradnik  
 BILIĆ ANTE, dipl. inž. fiz. - ml. istraživač - pripravnik  
 BIHAR ŽELJKO, dipl. inž. fizike - ml. istraž. (do 14.6.1994)  
 BIŠKUP NEVENKO, dipl. inž. fizike - ml. istraž. - istraž. suradnik  
 SKENDEROVIĆ HRVOJE, mr. fiz. znanosti - ml. istraž. - pripravnik  
 VALLA TONICA, mr. fiz. znanosti - istraž. suradnik

#### Tehničari:

DRVODELIC KREŠIMIR, v. tehn. suradnik (VKV)  
 KIŠ BRANKO, viši tehn. suradnik - elektroničar  
 LEPČIN VILIM, viši tehn. suradnik  
 MARUKIĆ MARIJAN, viši tehn. suradnik - voditelj radionice (VKV)

POGAČIĆ JOSIP, viši tehn. suradnik  
SERTIĆ MILAN, viši tehn. suradnik  
VOJNOVIĆ ALAN, viši tehn. suradnik - elektroničar  
VUKELIĆ MILAN, viši tehn. suradnik - elektroničar

Opći i zajednički poslovi:

RAJIĆ JADRANKA, dipl. pravnik - tajnik  
BAKALE MLADEN, dostavljač - skladištar  
BAKMAZ IVANKA, ref. računovodstva (od 3.1.1994)  
BARIČEVIĆ MARIJA, v. ref. općih poslova  
BEGIĆ GOLUBICA, čistačica  
DUPELJ DRAGICA, čistačica  
FUČKAR - MARASOVIĆ MARICA, prof. - dipl. bibliotekar  
KNEKLIN ŽELJKO, dipl. oec. voditelj računovodstva i poslova nabave  
KOLARIĆ MATILDA, čistačica  
KRALJ NEVENKA, ref. računovodstva (od 23.11.1994)  
LONČAREVIĆ VESNA, čistačica (od 8.2.1994)  
OŠTARČEVIĆ DARKO, vratar - telefonist (od 3.5.1994)  
ROGIN VERA, čistačica - telef.  
ROGIN ŽELJKO, domar - ložač i poslovi nabave  
STUBIČAN ZLATA, v. ref. računovodstva (do 31.10.1994)  
VUČKOVIĆ ZDRAVKO, vratar - telefonist (do 5.2.1994)  
ZAJEC DRAŽENKA, čistačica (od 3.1.1994)



## IZVJEŠĆA O RADU NA ZNANSTVENO- -ISTRAŽIVAČKIM PROJEKTIMA

Fundamentalna znanstvena istraživanja organizirana su po projektima financiranim od Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike (u zagradi su šifre projekata):

1. Sudarni procesi u parama i plazmi alkalijskih metala (1-03-051)  
Voditelj projekta: dr. Čedomil Vadla, znan. suradnik
2. Laserska spektroskopija eksimera i eksipleksa (1-03-052)  
Voditelj projekta: dr. Goran Pichler, znan. savjetnik
3. Dijagnostika atomskih sistema i fizika koherentnih polja (1-03-053)  
Voditelj projekta: dr. Vladis Vujnović, znan. savjetnik
4. Novi anizotropni organski vodiči i supravodiči (1-03-054)  
Voditeljica projekta: dr. Silvia Tomić, viši znan. suradnik
5. Elektronska svojstva metala i keramičkih sistema (1-03-097)  
Voditelji projekta: prof. dr. Emil Babić, znan. savjetnik (PMF) i dr. Jagoda Lukatela, znan. suradnik
6. Istraživanje jako koreliranih elektronskih sistema (1-03-104)  
Voditelj projekta: dr. Veljko Zlatić, znan. savjetnik
7. Korelirani podsistemi u superionskim vodičima i poluvodičima (1-03-057)  
Voditelj projekta: dr. Zlatko Vučić, znan. suradnik
8. Modulirani niskodimenzionalni anorganski sistemi (1-03-055)  
Voditeljica projekta: dr. Katica Biljaković, viši znan. suradnik
9. Elektronska i strukturna svojstva površina i adsorbata (1-03-056)  
Voditelj projekta: dr. Branko Gumhalter, znan. savjetnik
10. Teorija kritičnih pojava (1-03-103)  
Voditeljica projekta: dr. Katarina Uzelac, viši znan. suradnik.

## 2.1 SUDARNI PROCESI U PARAMA I PLAZMI ALKALIJSKIH METALA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Čedomil Vadla, znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. Damir Veža, znanstveni suradnik  
 dr. Mladen Movre, viši znanstveni suradnik  
 dr. Robert Beuc, znanstveni suradnik  
 mr. Vlasta Horvatić, znanstveni asistent

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Nastavljen je rad na istraživanjima procesa sudarnog prijenosa elektronske energije pobude u mješavinama metalnih para kao i mješavinama metalnih para i plemenitih plinova.

U eksperimentalnom dijelu rada na projektu mjereni su udarni presjeci za prijenos energije pobude između komponenata fine strukture prvog pobuđenog stanja atoma natrija u sudaru s neutralima kalija (ref 6), te isti proces za slučaj pobuđenih cezijevekih atoma (ref 8). Izmjereni udarni presjeci popunili su u prvom slučaju niz procesa tipa  $\text{Na}^+$ -alkalij u osnovnom stanju, dok se u drugom slučaju dopunio niz podataka za sudare  $\text{Cs}^+$ -alkalij u osnovnom stanju. Primijenjena je bila metoda dvofotonske subdoplerske spektroskopije s termionskom detekcijom. Metodom laserske fluorescencije provedeno je mjerenje "energy pooling" procesa u laserski ekscitiranom sustavu  $\text{Cs}^+ - \text{Cs}^+$ . Primijenjena je originalna metoda evaluacije koja se temelji na emisiji kvazistatičkih krila spektralnih linija kao standarda optičkog zračenja. Nadalje, u eksperimentalnom dijelu rada izvršena su detaljna mjerenja sudarne populacije i depopulacije barijevih metastabilnih  $^1\text{D}_2$  i  $^3\text{D}_J$  nivoa u sudaru sa neutralnim atomima helija, argona, ksenona i barija. Izmjereni su udarni presjeci za osam sudarnih prijelaza i u kombinaciji s podacima iz literature napravljen je jasni model za navedene procese (7). U teorijskom dijelu projekta proveden je račun integralnih i diferencijalnih udarnih presjeka za proces sudarnog prijenosa pobuđenja komponenata fine strukture  $\text{Na } 3\text{P}$  u sistemu  $\text{Na}^+ - \text{K}$ ,  $\text{Rb}$  ili  $\text{Cs}$ . Računi pokazuju dobro slaganje s eksperimentalnim rezultatima, pri čemu se pokazuje odlučujućim doprinos dipol-kvadrupol interakcije, tj višeg člana u razvoju elektrostatskog potencijala (ref 1,6).

Rabeći metode jedno- i dvo-fotonske laserske spektroskopije proučavano je širenje spektralnih linija u neonskoj plazmi generiranoj radiofrekventnom pobudom. Mjerene su širine i oblici krila određenih atomskih linija neona, te proučavani mehanizmi ionizacije u ovakvoj plazmi (ref 4).

Provedeni su računi kutno-diferencijalnog spektra za proces autoionizacije pobuđenog helijeveog atoma u sudaru s atomima vodika ili deuterija u osnovnom stanju (ref 2,3). Računi su temeljeni na teoriji lokalnog kompleksnog potencijala i pokazuju dobro slaganje sa mjerenjima kutno ovisnih elektronsko-energijskih spektara.

### Radovi u časopisima:

1. Č. Vadla, M. Movre and V. Horvatić,  
*Sodium 3P fine-structure excitation transfer induced by collisions with rubidium and caesium atoms,*  
*J.Phys. B 27 (1994) 4611.*



2. M. Movre, W. Meyer, A. Merz, M.-W. Ruf and H. Hotop,  
*Angle-differential electron energy spectra for the autoionization systems He\*(2<sup>1</sup>S)+H/D(1<sup>2</sup>S). Comparison between ab initio theory and experiment,*  
Chem. Phys. Lett. 230 (1994) 276.
3. A. Merz, M.-W. Ruf, H. Hotop, W. Meyer and M. Movre,  
*Deuterium Atoms in thermal Energy Collisions with Metastable He(2<sup>3</sup>S) Atoms,*  
J. Phys. B 27 (1994) 4973.
4. J. Franzke, M.-A. Bratescu, D. Veža and K. Niemax,  
*Impedance Laser Spectroscopy in Small RF-Excited Neon Discharge,*  
Mikrochim. Acta 113 (1994) 349.

#### Radovi u tisku:

5. J. Brust, D. Veža, M. Movre and K. Niemax,  
*Collisional excitation transfer between lithium isotopes,*  
Z. Phys. D.

#### Radovi poslani u tisak:

6. V. Horvatić, D. Veža, M. Movre, K. Niemax and Č. Vadla,  
*Collision cross sections for excitation energy transfer in Na\*(3P<sub>1/2</sub>)+K(4S<sub>1/2</sub>) <->Na\*(3P<sub>3/2</sub>)+K(4S<sub>1/2</sub>) processes,*  
Z. Phys. D.
7. Č. Vadla, K. Niemax, V. Horvatić and R. Beuc,  
*Population and deactivation of lowest lying barium levels by collisions with He, Ar, Xe and Ba ground state atoms,*  
Z. Phys. D.
8. V. Horvatić, Č. Vadla, M. Movre and K. Niemax,  
*The collisions cross sections for the fine-structure mixing of caesium 6P levels induced by collisions with potassium atoms,*  
Z. Phys. D.

#### Radovi izloženi na skupovima:

1. R. Beuc, V. Horvatić, M. Movre, Č. Vadla and D. Veža,  
*Sudarni procesi u parama i plazmi alkalijskih metala,*  
Prvi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 28.-30. rujna 1994.
2. J. Franzke, A. v. Irmer, D. Veža and K. Niemax,  
*The plasma wave detector in laser spectroscopy and gas chromatography,*  
The International Conference on Resonance Ionization Spectroscopy, (RIS-94),  
Bemkassel-Kues, 3-8 July 1994.

#### Međunarodni projekti:

1. Ni 185/17-1 "Energietransfer"  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (BRD) via Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS), Dortmund, SR Njemačka,  
(voditelj: dr. Čedomil Vadla)

## 2.2 LASERSKA SPEKTROSKOPIJA EKSIMERA I EKSIPILEKSA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Goran Pichler, znan. savjetnik

SURADNICI: dr. Slobodan Milošević, viši znan. suradnik  
dr. Davorka Azinović, viši znan. asistent

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

U protekloj godini aktivnost našeg zadatka obuhvaćala je nekoliko tema iz linearne i nelinearne laserske spektroskopije. Dobar dio eksperimentalnih i teorijskih istraživanja izvršen je u našem laboratoriju na Institutu za fiziku, a izvjestan dio ostvaren je u suradnji s nekoliko inozemnih znanstvenih institucija. Centralna tema naših istraživanja bili su intermetalni eksimeri gdje su provedene dodatne spektralne simulacije određenih spektralnih fenomena čime je u znatnoj mjeri produbljeno naše razumijevanje difuznih vrpce (ref. 1). U suradnji sa znanstvenicima iz Graza i Pise ostvaren je eksperimentalno-teorijski rad u kojem se objašnjava refleksija rezonantnog zračenja u gustim natrijevim parama (ref. 2). U suradnji s kolegama iz Garchinga ostvaren je rad u kojem se metodom degeneriranog četverovalnog miješanja (DFWM) određuje rotaciona i vibraciona temperatura NaH molekula (ref. 3). Dobivene vrijednosti su neočekivano više nego temperatura toplovođne peći gdje se NaH molekule stvaraju. Ovaj fenomen se objašnjava u ref. 10, koja je u pripremi. Podroban opis i teorijske simulacije spektralnih fenomena vezanih uz fotokemijski stvorene KCd i KHg eksimere dan je u referencama 4 i 5. U radu pod 6 obrađuje se tema iz područja fotokemijske reakcije pobuđenih atoma natrija s vodikovim molekulama u osnovnom stanju. Uočena je bitna razlika u reaktivnosti natrijevih atoma kada se nalaze u 3p stanju u donosu kada se nalaze u 4p stanju. U ref. 7 nađeno je anomalno ponašanje nestajanja NaH molekula iz volumena gdje se fotokemijski stvaraju. Rezultati ukazuju na mogućnost stvaranja klastera. U ref. 8 se razmatra sudarni prijenos pobuđenja između atoma litija i kadmija, kada se litij u prvom koraku pobuđuje u 2p stanje. Dobivene su vrlo visoke pobude atoma kadmija, koje ukazuju na činjenicu da u sistemu prvo postoji energy pooling između pobuđenih atoma litija, nakon čega dolazi do prijenosa energije u tripletna stanja kadmija. U zadnjem koraku dolazi do energy poolinga između atoma kadmija, čime se nastanjuju vrlo visoka stanja atoma kadmija. Pri tome je ostvarena energija pobuđenja skoro četiri puta veća nego što je energija fotona upotrebljena za pobudu litija u 2p stanje. Jedan zanimljiv slučaj fotokemijske reakcije između pobuđene molekule litija u gerade stanje i atoma cinka obrađen je u ref. 9. Pobuda u gerade stanje ostvaruje se pomoću dva fotona iste energije. U prošloj godini završena je doktorska disertacija Davorka Azinović, vezana uz fotokemijsku reakciju natrija i kalija s elementima IIB grupe periodnog sistema. Disertacija također obrađuje temu reakcije pobuđenih molekula litija s atomima plemenitog plina. Eksimerske vrpce LiXe, LiKr i LiAr su pri tome spektralno mjerene. Vrlo zanimljiva nova mjerenja vršena su pomoću laserom stvorene plazme iznad površine litija i cinka. Spektralno i vremenski razlučena mjerenja litijevih i cinkovih spektralnih linija raznih stupnjeva ionizacije govore o brzo promjenjivim uvjetima laserom stvorene plazme. Ova istraživanja imaju više nego preliminarni karakter i nastaviti će se u idućem razdoblju.

### Objavljeni radovi:

1. X. Li, S. Milošević, D. Azinović, G. Pichler, R. Düren and M. C. van Hemert, *Spectral Simulation and Interpretation of LiZn and LiCd Blue Green Emission*, Z.Phys.D At.Mol.Clusters 30 (1994) 39-44.
2. F. de Tomasi, M. Allegrini, E. Arimondo, L. Windholz, G. Pichler, *Lineshape changes in an optically thick Na vapour with a buffer gas*, Optics Communications, 112 (1994) 289-295.

### Radovi prihvaćeni za tisak:

3. A. Klamming, M. Motzkus, S. Lochbrunner, G. Pichler, K. L. Kompa and P.Hering, *Effective temperature determination by DFWM spectroscopy*, accepted to Applied Physics B, (autumn 1994).
4. D. Azinović, S. Milošević and G. Pichler, *Photochemical production of KCd excimer*, accepted to Chemical Physics Letters, (16.12.1994).

### Radovi poslani u tisak:

5. D. Azinović, S. Milošević and G. Pichler, *Photochemical population of KHg\* states*, submitted to Chemical Physics, (6.1.1995).

### Radovi u pripremi:

6. M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P. Hering, *Comparison of Na(4p)+H<sub>2</sub> and Na(3p)+H<sub>2</sub> reactive systems studied by resonance CARS and DFWM methods*, to be submitted to J.Chem.Phys. (1995).
7. M. Dillmann, M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P. Hering, *Loss mechanisms of photochemically produced NaH in sodium-hydrogen mixture*, to be submitted to Z.Phys.D At.Mol.Clusters (1995).
8. S. Milošević, D. Azinović and G. Pichler, *Energy transfer and energy pooling collisions in Li+Cd system*, to be submitted (1995).
9. G. Pichler, D. Azinović, S. Milošević, *Photochemical production of LiCd from Cd and optical- optical double resonance excited Li<sub>2</sub> into F <sup>1</sup>Σ<sub>g</sub><sup>+</sup> state*, to be submitted, (1995).
10. M. Motzkus, S. Lochbrunner, G. Pichler and P. Hering, *Local laser superheating by quenching determined by absorption and DFWM thermometry*, to be submitted (1995).

**Saopćenja na konferencijama:**

1. G. Pichler, D. Azinović and S. Milošević,  
*Energy transfer and energy pooling collisions in Li+Cd system,*  
International Conference on Spectral Line Shapes, June 1994, Toronto, Canada.
2. S. Milošević,  
*Intermetallic excimers,* pozvano predavanje,  
International Conference on Spectral Line Shapes, June 1994, Toronto, Canada.
3. D. Azinović, S. Milošević, X. Li and G. Pichler,  
*Formation of the NaZn excimer in the  $2^2\Pi$  state,*  
26th EGAS conference, Bellaterra (Barcelona), July 1994, p. 67.
4. M. Motzkus, S. Lochbrunner, G. Pichler and P. Hering,  
European CARS Conference, March, 1994, Paris.
5. M. Dillmann, M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P. Hering,  
European CARS Conference, March, 1994, Paris.

**Doktorske disertacije:**

1. D. Azinović, Institut za fiziku Sveučilišta, Zagreb, 1994.

**Diplomski radovi:**

1. S. Gogić, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1994.

## 2.3 DIJAGNOSTIKA ATOMSKIH SISTEMA I FIZIKA KOHERENTNIH POLJA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Vladis Vujnović, znan. savjetnik

SURADNICI: dr. Dalibor Vukičević, znan. suradnik (do 30.09.94.)  
dr. Nazif Demoli, znan. asistent  
inž. Hrvoje Skenderović, ml. istraž. – pripravnik  
prof. Željka Mioković, pripravnik  
mr. Stipe Knezović, znan. asistent  
inž. Jadranka Rukavina, istr. suradnik

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Nastavljeno je istraživanje spektra visokotlačne živine svjetiljke, tj. konduktivno kontroliranog izboja. Razrađena je metoda spektroskopskog mjerenja temperaturne raspodjele osno-simetričnog izvora upotrebom spektralne linije koja pokazuje reverziju (apsolutna vrijednost njezinog vršnog intenziteta jako ovisi o temperaturi na osi izboja) i spektralne linije koja je ne pokazuje (njezin se apsorpcijski koeficijent dade mjeriti, što uz mjerenu volumnu emisiju preko Kirchoffova zakona izravno vodi određenju temperature). Ustanovljeno je da parametar raspodjele temperature nije - kao što se obično pretpostavlja - ni parabolični ni kubični već jednak 2,65. Također, sintetiziran je profil spektralne linije 546,1 nm konvolucijom udarnog rezonantnog širenja, van der Waalsovog udarnog i kvazi-statičkog širenja, Starkovog te termičkog Dopplerovog širenja. Usporedbom sintetiziranog i mjerenog profila nalaze se konstante različitih mehanizama širenja i provodi dodatna dijagnostika, kao npr. izbojnog tlaka. Rezultati su do sada objavljeni u Ref. 1, 11 i 15. Zbog potrebe za točnijim vjerojatnostima prijelaza, ispitivani su neki omjeri grananja spektralnih linija žive u ovisnosti o tlaku i jakosti struje (Ref. 16). Cjelokupna problematika živinih izboja kao svjetlosnih izvora prikazana je u Ref. 15.

Obrada spektra neutralnog i jednom ioniziranog aluminijskog dobivenog u visokofrekventnom, kapacitivno-vezanom izboju (Institut za eksperimentalnu fiziku, Tehničko Sveučilište u Grazu) omogućila je određivanje relativnih intenziteta multiplata, nekoliko novih omjera grananja i vjerojatnosti prijelaza (Ref. 11). Opaženi profili i totalni intenziteti spektralnih linija neutralnog i ioniziranog helija (nosivog plina) te vodika (nečistoća u tragovima) omogućili su ispitivanje netermičnosti izboja (ovisno o speciji, ekscitacijska se temperatura kreće od 2000 do 18000 K), te veoma korisnu usporedbu različitih teorija širenja spektralnih linija u određenom koncentracijskom području. To područje još nije bilo eksperimentalno ispitivano, a profili su upotrebljivi u fizici zvjezdanih atmosfera.

Dotaknuto je pitanje formuliranja klasične teorije sudara uz uvažavanje principa neodređenosti. Izračunate su prijelazne vjerojatnosti za kolinearni sudar helija i vodikove molekule. Pronađeno je vrlo dobro slaganje s kvantnim rezultatima (Ref. 4).

U području optičkog prilagođenog filtriranja analizirana je ovisnost izlaznog korelacijskog signala o parametrima filtra, o tipu filtra i tipu signala. Na temelju poznatih kriterija: odnos signal/šum, odnos maksimuma korelacijskog signala prema ostalim vrijednostima i difrakcijska efikasnost, uvedena je nova mjera za ocjenu izvodljivosti filtra. Prema tom parametru uspoređivani su i selektirani razni tipovi kompleksnih filtara (Ref. 2). Nadalje razmatra se utjecaj aditivnog binarnog šuma na izvodljivost kompleksnih filtara.

Karakterizacija klinastog pisma optičkim koherentnim metodama baziranim na shemi proširenog optičkog korelatora započeta je preliminarnim istraživanjima na izoliranim ele-

mentima (Ref. 3, 5, 7) te nastavljena na modelima (Ref. 6, 8). Rad je među ostalim rezultirao razvojem originalne metode za koherentno optičko usrednjavanje signala (Ref. 6). Dokazana je nužnost korištenja digitalno ili optički usrednjenih filtara u praktičnoj situaciji, jer usrednjeni filtri optimalno kombiniraju nisku osjetljivost objekata unutar klase s visokom diskriminacijom objekata izvan klase. Niz eksperimentalnih rezultata u suradnji s Humboldtovim Sveučilištem u Berlinu, odnosi se na razvoj metoda i uređaja. Nastavljen je rad na profilometriji kompleksnih objekata. Mjerenja su proširena na uvjete velikih udaljenosti objekta (Ref. 13, 14). Istraživana su svojstva srebro-halogenid emulzija, variranjem vrste materijala i obrade, za primjenu u holografiji (Ref. 9). Korištenjem jednoslojne emulzije istog tipa, istraživana je također mogućnost zapisa holograma u boji. Odgovarajućim izborom tri laserske linije, dobiven je zapis visoke rezolucije i velike difrakcijske efikasnosti (Ref. 10).

### Objavljeni radovi:

1. H. Skenderović, V. Vujnović, N. Demoli, J. Rukavina,  
*Temperature distribution measurement in an axially symmetric source which is not optically thin,*  
Fizika A 3 (1994) 127-139.
2. N. Demoli,  
*Influence of filter and signal types in optical matched filtering,*  
Optics & Laser Technology 26, 119-126 (1994).
3. G. von Bally, D. Vukičević, N. Demoli, H. Bjelkhagen, G. Wernicke, U. Dahms, H. Gruber, W. Sommerfeld,  
*Holography and holographic pattern recognition for preservation and evaluation of cultural-historic sources,*  
Naturwissenschaften 81 (1994) 563-565.
4. H. Skenderović, S. D. Bosanac,  
*Uncertainty principle in classical mechanics: application to collinear collisions,*  
Fizika B 2 (1993) 163-173 (prvo navođenje reference).

### Radovi u tisku:

5. N. Demoli, H. Gruber, U. Dahms, G. Wernicke,  
*Holographic techniques application in analysing cuneiform inscriptions,*  
Journal of Modern Optics.

### Radovi objavljeni u zbornicima-knjigama:

6. N. Demoli, U. Dahms, H. Gruber, G. Wernicke,  
*Use of a multifunctional extended optical correlator for cuneiform inscription analysis in Photonics for Processors, Neural Networks, and Memories II,*  
J. L. Horner, B. Javidi, S. T. Kowel, Editors, Proc. SPIE, Vol. 2297 (1994) pp. 278-287.
7. G. von Bally, F. Dreesen, A. Roshop, E. de Haller, G. Wernicke, N. Demoli, U. Dahms, H. Gruber, W. Sommerfeld,  
*Holographic methods in cultural heritage preservation and evaluation in Optical Methods in Biomedical and Environmental Sciences,*  
H. Ohzu, S. Komatsu, Editors, pp. 297-300 (1994), Selected Contributions to the Third Conference on Optics Within Life Sciences OWLS III, Waseda University, International Conference Center, Tokyo, Japan, 10-14 April 1994.

8. G. Wernicke, U. Dahms, H. Gruber, N. Demoli, G. v. Bally, W. Sommerfeld, *Analyse von Keilschriftzeichen mit Hilfe eines erweiterten optischen Korrelators*, in 4th International Conference on Non-Destructive Testing of Works of Art, Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V., Editor, pp. 460-468 (1994).
9. H. I. Bjelkhagen, D. Vukičević, *Investigation of silver-halide emulsions for holography*, in Holographic Imaging and Materials, SPIE proc. Vol. 2043, T. H. Jeong, Editor, pp. 30-40 (1994).
10. H. I. Bjelkhagen, D. Vukičević, *Lippmann color holography in a single-layer silver-halide emulsion*, in Fifth International Symposium on Display Holography, SPIE proc., T. H. Jeong, Editor (1994).

#### Radovi izloženi na skupovima:

11. H. Skenderović, V. Vujnović, *A study of spectral lines emitted by the axially symmetric mercury light source*, 26th E.G.A.S. Conference, Bellaterra (Barcelona), 12-15 July, 1994, Abstracts P2-18, p. 307-308.
12. C. Fürböck, V. Vujnović, T. Neger, H. Jäger, *Capacitively coupled hollow electrode discharge for branching ratio measurements of Al I and Al II multiplets*, Frühjahrstagung Erlangen, 7-10 März 1994, Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 3/1944, P 4.28, p. 256.
13. S. Casset, M. Torzynski, D. Vukičević, *Profilométrie par décalage de phase et utilisation de réseaux de Ronchi dynamiques*, XVème Colloque, Imagerie rapide: acquisition et exploitation, 8-9 juin (1994), Antony, France.
14. S. Casset, M. Torzynski, D. Vukičević, *Profilométrie à grande distance par décalage de phase et réseaux dynamiques*, 7e séminaire Mesure optique des formes 3D et des grandes deformations, 24-25 novembre (1944) Tours, France.
15. S. Knezović, Ž. Mioković, J. Rukavina, H. Skenderović, V. Vujnović, *Spektroskopija električnog izboja*, Prvi znanstveni sastanak HFD, Zagreb, 28-30.9.1994, Knjiga sažetaka T-28, str. 63-64.

#### Magistarski rad:

16. H. Skenderović, *Određivanje emisijskog i apsorpcijskog koeficijenta spektralnih linija žive u osno-simetričnom izvoru svjetlosti*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1994, str. 46.
17. Ž. Mioković, *Omjeri grananja i vjerojatnosti prijelaza spektralnih linija žive*, (u radu, tema prihvaćena 6. lipnja 1994).

**Diplomski radovi, komisija:**

1. N. Demoli,  
član komisije za obranu diplomskog rada kandidata S. Naasnera,  
*Entwicklung des scherografischen Prüfverfahrens zum Messverfahren und dessen Anwendung,*  
Humboldtovo Sveučilište u Berlinu, 24.11.1994.

**Mentorstvo:**

1. V. Vujnović, Mag. rad H. Skenderovića,  
*Određivanje emisijskog i apsorpcijskog koeficijenta spektralnih linija žive u osno-simetričnom izvoru svjetlosti,*  
Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1994.

**Pozvana predavanja:**

1. N. Demoli,  
*Application of the Multifunctional Extended Optical Correlator in Cuneiform Analysis,*  
Humboldtovo Sveučilište u Berlinu, 25.04.1994.
2. V. Vujnović,  
*Od središta planeta do središta Galaktike,*  
Astronomsko-astronautsko društvo Zadar, 21.02.1994.

**Knjige:**

1. V. Vujnović,  
*Astronomija I,*  
Školska knjiga, Zagreb, 1994, 3. dopunjeno i prerađeno izdanje, str. 1-266.



## 2.4 NOVI ANIZOTROPNI ORGANSKI VODIČI I SUPRAVODIČI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Silvia Tomić, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. J.R. Cooper, viši znanstveni suradnik  
dr. B. Hamzić, znanstveni suradnik  
dr. K. Biljaković, viši znanstveni suradnik  
dr. A. Smontara, znanstveni suradnik  
dr. M. Prester, znanstveni asistent  
mr. N. Biškup, znanstveni novak  
dipl.ing. S. Dolanski Babić, znanstveni novak

### OPIS ISTRAŽIVANJA

Rad na projektu u tijeku prošle godine obuhvatio je istraživanja (1) organskih materijala te (2) oksidnih visokotemperaturnih supravodiča.

- (1)a. Potaknuti novim saznanjima iz mjerenja X-zraka, izvršili smo nova mjerenja električnog transporta legura  $[(\text{TMTSF})_{1-x}(\text{TMTTF})_x]_2\text{ReO}_4$  (nastavak istraživanja od prošle godine). Proučavali smo utjecaj termičkog cikliranja na ponašanje električnog otpora u temperaturnom području 100 do 300K legure s  $x=0.20$  i s  $x=0$ . Utvrdili smo postojanje novog faznog prijelaza u čistom materijalu  $x=0$  na 220K. Detaljnija analiza već prije dobivenih rezultata pokazala je da ta fazna promjena, inače vrlo izražena u čistom spoju, postoji i u legurama  $x=0.20, 0.56$  i  $0.80$ . O novo dobivenim rezultatima diskutirali smo s našim partnerom u tim istraživanjima, dr. J.P. Pouget-om i dr. V. Ilakovac iz Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud. Krajem godine oni su započeli strukturalna mjerenja s ciljem da se utvrdi priroda faznog prijelaza. Također planiramo izvršiti mjerenja elektronske magnetske rezonancije da vidimo da li se fazna promjena u električnom transportu dešava i u spinskom spektru. Izvršene analize prije dobivenih rezultata ukazale su da se aktivacioni procjep povezan s postepenom lokalizacijom električnog naboja isto tako postepeno razvija s padom temperature i da je maksimalna vrijednost od oko 600K koju dosegne iznad faznog prijelaza anionskog uređenja isti za sve spojeve iz faznog dijagrama. Nadalje smo utvrdili da je veličina električne vodljivosti na sobnoj temperaturi usko povezana s temperaturom cross-overa između metalne i poluvodičke vodljivosti.
- (1)b. Započeli smo detaljnu komparativnu studiju nisko-frekventnog dielektričnog odziva nesumjerljivog i sumjerljivog vala gustoće spina (VGS) u materijalima  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  i  $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$ . U prvome, VGS prijelaz je fazni prijelaz iz metala u poluvodič s aktivacionom energijom  $\Delta \simeq 20\text{K}$  i nalazi se na 12K. U drugome, uslijed jake umklapp elektron-elektron interakcije, visokotemperaturna faza je karakterizirana postepenom lokalizacijom naboja ( $\Delta \simeq 100\text{K}$ ), dok je spinska susceptibilnost pojačana iznad Paulijeve vrijednosti i ne vidi procijep u spektru naboja. VGS prijelaz na 15K se dakle dešava u izolatorskoj fazi. Dielektrični odziv smo mjerili kombiniranim tehnikama. Koristili smo lock-in tehniku u frekventnom području od 10Hz do 10kHz te Hewlett-Packard 4284A analizator impedancija u frekventnom području 20Hz do 1MHz. Pokrili smo temperaturno područje od 1.3K do temperature faznog prijelaza. Izvršili smo nekoliko serija mjerenja na različitim uzorcima. Početnu analizu dobivenih mjerenja izvršili smo u okviru teorije linearnog odziva deformabilnog vala gustoće zapetog za nečis-

toće. Rezultati za VGS u  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  su slijedeći. Postoje dvije crossover temperature ( $T_1 = 4\text{K}$  i  $T_2 = 2\text{K}$ ) koje odvajaju tri posebna područja dielektričnog odziva. Iznad  $4\text{K}$  dielektrični je odgovor karakteriziran s jednim relaksacionim vremenom i on se ispod  $4\text{K}$  mijenja u kompleksan odgovor karakteriziran raspodjelom relaksacionih vremena. Ispod  $2\text{K}$  ponašanje se ponovo mijenja. Opažena dielektrična relaksacija je u odličnom slaganju sa spin-rešetka relaksacijom dobivenom u mjerenjima nuklearne magnetske rezonancije. Na ovoj temi je A. Omerzu izradio i obranio diplomski rad na PMF-u u Zagrebu. Rad je predstavljen na međunarodnom simpoziju ISMC'94 u Tokiju. Rad na analizi podataka se nastavlja.

- (1)c. Izvršili smo dodatna mjerenja šuma koji prati vođenje električne struje putem gibanja VGS-a u materijalu  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  (nastavak istraživanja od prošle godine). Proučavali smo utjecaj termičkog cikliranja na odgovor sistema na različitim segmentima uzorka i uočili lokalni karakter mehanizma šuma. Započeli smo pisanje publikacije na tu temu.
- (1)d. U okviru studije sistema s nesavršenim ugnježđenjem započetim 1992. godine izvršili smo, u suradnji s grupom prof. A. Hamzića s Fizičkog odjela PMF-a u Zagrebu, mjerenja Hall efekta u VGS fazi materijala  $(\text{TMTSF})_2\text{NO}_3$ . Mjerenja su izvršena u temperaturnom području  $1.8\text{K}$  do  $10\text{K}$  u magnetskom polju do  $8.5\text{T}$ . Dobiveni rezultati pokazuju pozitivni Hall koeficijent (u vodljivosti dominiraju šupljine) velikog iznosa (mali broj nosioca naboja ( $10^{16}$ )). Uz pomoć prije dobivenih rezultata magnetootpora ustanovili smo da je osnovno semimetalno stanje određeno približno istim brojem elektrona i šupljina različite pokretljivosti. Hall-ov koeficijent pokazuje ovisnost o temperaturi i magnetskom polju. Raste s opadanjem temperature, a za polja veća od  $4\text{T}$  pokazuje izrazite promjene u temperaturnoj ovisnosti. Ispod  $3.5\text{K}$  opažena su velika odstupanja od linearne ovisnosti o polju što upućuje na mogućnost pojave magnetskim poljem induciranog prijelaza. Publikacija je u pripremi.
- (1)e. Nastavili smo studiju materijala  $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$  u području  $4k_F$  lokalizacije naboja te u sumjerljivoj VGS fazi. Istraživali smo utjecaj magnetskog polja u suradnji s grupom prof. A. Hamzića s Fizičkog odjela PMF-a u Zagrebu. Rezultati su pokazali postojanje negativnog magnetootpora malog iznosa (do  $20\%$ ), izotropnog i ovisnog o temperaturi. Dobiveno ponašanje je samo dijelom u skladu sa sistemom u kojem su nosioci naboja lokalizirani na defektima, dok neka svojstva ukazuju na mogućnost prisustva antiferomagnetskih korelacija na temperaturama znatno višim od VGS prijelaza. Analiza rezultata je u toku.
- (1)f. U Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud u suradnji s grupom dr. D. Jérôme-a izvršili smo mjerenja u kojima smo pratili efekte utjecaja tlaka i magnetskog polja na VGS stanje materijala  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ . Utvrdili smo da se temperatura faznog prijelaza i aktivaciona energija u VGS fazi snižavaju sa porastom vanjskog tlaka, a rastu u vanjskom magnetskom polju. Dobiveno ponašanje proizlazi iz promjene stupnja ugnježđenja Fermi plohe i može se dobro objasniti u okviru postojećih teorija za nesavršeno ugnježđenje. Napisana je publikacija i poslana za objavljivanje u Physical Review B.
- (1)g. Krajem godine smo započeli suradnju s grupom dr. D. Mihailovića sa Instituta J. Stefan u Ljubljani na studiji materijala  $\text{TDAE-C}_{60}$  koji pokazuje feromagnetsko uređenje na  $16\text{K}$ . Ovaj materijal spada u "vruće" sisteme novosintetiziranih organskih materijala iz familije "buckyballs"-a. U našem laboratoriju će se vršiti mjerenja električnog transporta i u tu svrhu izgrađen je novi nosač prilagođen posebnim zahtjevima mjerenja nužnim za ovaj materijal. U mjerjenjima će sudjelovati dipl.ing. A. Omerzu koji će na toj tematici raditi svoj doktorat.
- (1)h. Upotpunjen je i objavljen revijalni članak o organskim vodičima koji se osniva na eksperimentalnim rezultatima dobivenim u našim laboratorijima.

Nastavljena su sistematska istraživanja visokotemperaturnih supravodiča u IRCS laboratoriju, University of Cambridge.

- (2)a. U potpunosti je sistematski istraživanje utjecaja Zn i Co na kritična polja i struje u materijalu  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ . Određena su gornja i donja kritična polja pomoću publikiranih rezultata za termodinamičko kritično polje i dubinu prodiranja. Pokazano je da dopiranje sa Zn i Co utječe na supravodljivu energiju kondenzacije te reducira kritične struje između i unutar zrnaca. Co uzrokuje jaču redukciju u poljima ireverzibilnosti budući da uzrokuje nered u Cu-O lancima što ima za posljedicu slabije vezanje među ravninama. Usporedbom rezultata transportnih i magnetskih mjerenja pokazali smo da je električna otpornost normalnog stanja keramičkog oksidnog supravodiča mnogo osjetljivija na raspršenje na granicama zrna nego što su to termostruja i Hall koeficijent. Zadnje dvije veličine su dakle dobar pokazatelj koncentracije šupljina tj. elektronskih svojstava individualnih zrnaca.
- (2)b. Sistematski je mjerena specifična toplina visoke rezolucije na  $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{CuO}_{6+d}$ ,  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  i  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ . Pokazano je da za predopirane uzorke postoji veliki rezidualni linearni član u specifičnoj toplini ispod  $T_C$ . Porijeklo ovog člana nije razjašnjeno. On može biti posljedica nepoznatog mehanizma razbijanja parova kod visokih koncentracija šupljina ili činjenice da velik broj nosilaca naboja nije sparen. Pokazano je da otvaranje pseudo-energetskog procjepa u normalnom stanju  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$  ( $d > 0.1$ ) uzrokuje smanjenje energije kondenzacije potrebne da bi došlo do supravodljivosti. Zapravo su specifična toplina i magnetska susceptibilnost pokazale kvantitativno slično ponašanje u temperaturi što odgovara Wilsonovom omjeru za slabo interagirajući sistem fermiona. Ovaj rezultat je potencijalno važan za lakše razlučivanje kvalitete različitih teorijskih modela za visokotemperaturnu supravodljivost.
- (2)c. Izvršili smo mjerenja ac susceptibilnosti magnetski usmjerenih praškastih uzoraka s ciljem izdvajanja ovisnosti promjene magnetske dubine prodiranja o manjku kisika u  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ . Iako se ovi rezultati trebaju još potvrditi pomoću neke druge neovisne tehnike, oni su u skladu sa sparivanjem d-tipa i poznatom promjenom supravodljivog energetskog procjepa sa  $d$ . Promjene dubine prodiranja sa  $d$  su neočekivano velike i mogu biti povezane sa rezultatima specifične topline. Izvršena su prva  $\text{Gd}^{3+}$  ESR mjerenja na magnetski usmjerenom i Zn supstituiranom  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$  ( $d=0$  i  $d=0.24$ ) koji je dopiran sa 1 at% Gd. Gd Knight-ov pomak služi kao mjera za lokalnu spinsku susceptibilnost. Pokazano je da Zn supstitucija uzrokuje lokalno potiskivanje kako supravodljivog energetskog procjepa ispod  $T_C$  tako i pseudoenergetskog procjepa u normalnom stanju iznad  $T_C$ .
- (2)d. Sa ciljem razdvajanja doprinos a lanaca i ravnina elektronskim svojstvima materijala  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$  započeli smo mjerenja transportnih svojstava na uzorcima dopiranim Ca i na uzorcima s manjkom kisika. Rezultati istraživanja termostruje monosloja spoja  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{1.9}\text{CuO}_{7-d}$  potvrdili su da je zadovoljena univerzalna relacija između termostruje na sobnoj temperaturi i na  $T_C$ . Od velikog interesa je i monosloj talijevog spoja  $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{CuO}_{6+d}$  jer se  $T_C$  može, dodavanjem kisika, kontinuirano smanjivati od 92K do nule, a kao rezultat se dobije metalno osnovno stanje visoke vodljivosti. Magnetizacija u malim poljima pokazala je neobičnu anomaliju za kristale sa  $T_C=83\text{K}$  što se pripisuje Josephson-ovim strujama između slabo vezanih  $\text{CuO}_2$  ravnina. Proučavani su otporni prijelazi serije uzoraka  $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{CuO}_{6+d}$  sa različitim  $T_C$  u magnetskim poljima do 8 T. Ustanovili smo da se tzv. efekti širenja prijelaza poljem smanjuje kako se dopiranjem šupljinama smanjuje  $T_C$ , što ukazuje da je spomenuti efekt zapravo termički efekt.

## Radovi objavljeni u časopisima:

1. A. Audouard, F. Goze, S. Dubois, J.P. Ulmet, L. Brossard, S. Askenazy, S. Tomić and J.M. Fabre,  
*Slow and Fast Quantum Oscillations in the High Field Magnetoresistance of (TMTSF)<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>: Magnetic Breakthrough Linked to SDW gap Opening,*  
Europhysics Letters 25 (1994) 363.
2. S. Tomić, N. Biškup, S. Dolanski Babić and K. Maki,  
*Commensurate Spin-Density Wave State in (TMTTF)<sub>2</sub>Br: Single Particle and Collective Charge Dynamics,*  
Europhysics Letters 26 (1994) 295.
3. N.Biškup, L.Balicas, S.Tomić, D.Jérôme and J.M.Fabre,  
*Slow Quantum Oscillations in the Semimetallic Spin-Density Wave State of (TMTSF)<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>,*  
Phys.Rev. B 50 (1994) 12721.
4. V.Ilkovac, S.Ravy, J.P.Pouget, C.Lenoir, P.Batail, S.Dolanski Babić, N.Biškup, B.Hamzić and S.Tomić,  
*Enhanced Charge Localization in the Organic Alloys [(TMTSF)<sub>1-x</sub>(TMTTF)<sub>x</sub>]<sub>2</sub>ReO<sub>4</sub>,*  
Phys.Rev. B 50 (1994) 7136.
5. D.N.Zheng, A.M.Campbell, J.D.Johnson, J.R.Cooper, F.J.Blunt, A.Porch and P.A.Freeman,  
*Magnetic Susceptibilities, Critical Fields and Critical Currents of Co and Zn Doped YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>,*  
Phys.Rev. B 49 (1994) 1417.
6. A.Carrington and J.R.Cooper,  
*Influence of Grain Boundary Scattering on the Transport Properties of a High T<sub>C</sub> Oxide Superconductor,*  
Physica C 219 (1994) 119.
7. A.Janossy, J.R.Cooper, L.C.Brunel and A.Carrington,  
*Suppression of the Superconducting Gap and Spin-Fluctuation Gap of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> (y=7.0 and 6.76) by Zn Substitution, as Measured by Gd<sup>3+</sup> ESR,*  
Phys.Rev. B 50 (1994) 3442.
8. N.E.Hussey, A.Carrington, J.R.Cooper and D.C.Sinclair,  
*Discontinuity in the Low Field Magnetization of Single-Crystal Tl<sub>2</sub>Ba<sub>2</sub>CuO<sub>6</sub> with H parallel ab,*  
Phys.Rev. B 50 (1994) 13073.
9. A.Carrington, A.P.Mackenzie, D.C.Sinclair and J.R.Cooper,  
*The Field Dependence of the Resistive Transition in Tl<sub>2</sub>Ba<sub>2</sub>CuO<sub>6</sub>,*  
Phys.Rev. B 49 (1994) 13243.

## Radovi objavljeni u zborniku radova sa međunarodnom recenzijom:

1. J.W.Loram, K.A.Mirza, J.M.Wade, J.R.Cooper and W.Y.Liang,  
*The Electronic Specific Heat of Cuprate Superconductors,*  
Physica C 235-240 (1994) 134.
2. N.Athanassopoulou, J.R.Cooper and J.Chrosch,  
*Variation of the Magnetic Penetration Depth of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-d</sub> with Oxygen Depletion,*  
Physica C 235-240 (1994) 1835.
3. I.A. Fisher, P.S.I.P.N. de Silva, J.W. Loram, J.L. Tallon, A. Carrington and J.R. Cooper,  
*Hall Effect and Thermoelectric Power Measurements on Y<sub>0.9</sub>Ca<sub>0.1</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-d</sub>,*  
Physica C 235-240 (1994) 1497.

4. P.S.I.P.N. de Silva, D.C. Sinclair, N.E. Flower, J.L. Tallon and J.R. Cooper, *Thermoelectric Power of the Single Layer Compound  $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{1.9}\text{CuO}_{6+d}$* , *Physica C* 235-240 (1994) 1531.

#### Radovi objavljeni u knjigama:

1. J.R. Cooper and B. Korin-Hamzić, *Organic Metals*, Chapter IX in *Organic Conductors: Fundamentals and Applications*, J.P. Farges (Ed.), Marcel Decker Inc. (New York), pages 359-404 (1994).

#### Pozvano predavanje na međunarodnom znanstvenom skupu:

1. S. Tomić, *Low-Frequency Dielectric Response of Incommensurate and Commensurate Spin-Density Waves*, International Symposium on Novel Electronic States in Molecular Conductors, University of Tokyo, Tokyo, kolovoz 1994.

#### Seminari:

1. S. Tomić, *SDW Dynamics in Organic Conductors*, Department of Physics, Gakushuin University, Tokyo, kolovoz 1994.

#### Diplomski rad:

1. A. Omerzu, *Dielektrični odziv vala gustoće spina*, PMF Sveučilište u Zagrebu, lipanj 1994. voditelji: S.Tomić i A.Bjeliš.

#### Međunarodni projekti:

1. EEC projekt CI1-CT90-0863 (CD): *Organic Conductors and Superconductors*, voditelj: S. Tomić, IFS, Université Paris-Sud, University of Copenhagen, University of Stuttgart, završio 15.6.1994.
2. projekt u okviru suradnje CNRS-HR: *Single-Particle and Collective Mechanism for the Electrical Conductivity in Organic Conductors*, voditelj: S. Tomić, IFS, Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud

## 2.5 ELEKTRONSKA SVOJSTVA METALNIH I KERAMIČKIH SISTEMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: prof. dr. E. Babić

SURADNICI:

	IF	PMF
	dr. J. Lukatela, znan. sur.	prof. dr. E. Babić
	dr. J. Ivkov, znan. sur.	prof. dr. B. Leontić
	dr. M. Prester, znan. asist.	dr. I. Kokanović
	mr. Ž. Marohnić, znan. asist.	mr. K. Zadro
	dipl. inž. Đ. Drobac, istr. sur.	mr. D. Babić
	dipl. inž. K. Šaub, znan. asist.	dipl. inž. I. Kušević
		dipl. inž. S. Sabolek
		dr. R. Ristić

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Nastavljena su istraživanja transportnih i magnetskih svojstava odabranih metalnih stala i visokotemperaturnih supravodiča u širokom području temperatura (1-1000 K), magnetskih polja (0-10 T), struja (0-100 A) i frekvencija (0-1 MHz). Razmatran je problem disipacije, napose njene tek zamjetljive pojave, u supravodičima prožetim mrežom slabih (Josephsonovih) veza. Kvantitativno je razrađen perkolacijski model za dinamiku disipativnog stanja i primijenjen na rezultate mjerenja karakteristika struja-dinamički otpor visoke rezolucije. Uočeni univerzalni aspekti u detaljima su dovedeni u vezu s općom formulacijom problema kritičnih pojava. Razvijena je osjetljiva metoda mjerenja I-V karakteristika supravodiča (osjetljivost 0.1 nV). Ustanovljene su metode sinteze monokristala visokotemperaturnih supravodiča  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ . Proizvedeni monokristali ispitani su u magnetskom polju, što uključuje mjerenja magnetootpora i Hallovo efekta od 77 K do sobne temperature i u magnetskim poljima do 0.8 T. Analizom magnetootpora ispod  $T_C$  dobivene su značajne informacije o mehanizmima disipacije u miješanom stanju. Izrađen je uređaj za mjerenje galvanomagnetskih svojstava visokotemperaturnih supravodiča i amorfnih metalnih slitina na niskim temperaturama (od 4.2 K na više).

### Objavljeni radovi:

1. Prester M., Babić E., Stubičar M., Nozar P.,  
*Dissipation in a weak-link-limited superconductor as a problem of percolation theory*,  
Phys. Rev. B 49 (1994) 6967.
2. Prester M.,  
*Onset of dissipation and percolation networks in high-temperature superconductors*,  
Physica C 235-240 (1994) 3307.
3. Marohnić Ž.,  
*Measurement of I-V curves of superconductors with subnanovolt resolution*, Fizika A 3  
(1994) 47-54.
4. Kušević I., Babić E., Marohnić Ž., Ivkov J., Liu H.K., Dou S.X.,  
*Flux Pinning in Ag-clad Bi2223 tapes containing different fractions of Bi2212 phase*,  
Physica C 235-240 (1994) 3035-3036.

5. Kušević I., Babić E., Ivkov J., Marohnić Ž., Liu H.K., Hu Q.Y., Dou S.X.,  
*Flux pinning in Ag-clad (Bi,Pb)<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>10+y</sub> tape,*  
Solid State Commun. 92 (1994) 735-739.
6. Babić D., Ivkov J., Heinrich N., Leontić B.,  
*Low-field magnetoresistance of Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8</sub> single crystals in the vicinity of T<sub>C</sub>,*  
Phys. Rev. B 49 (1994) 15965-15 969.
7. Planinić P., Bašić M., Tonković N., Brničević N., Drobac Đ.,  
*Stoichiometric problems in the formation process of Hg-based oxide superconductors,*  
Physica C 235-240 (1994) 919-920.
8. Marohnić Ž., Drobac Đ., Babić E., Liu H.K., and Dou S.X.,  
*Intrinsic critical current of Ag-clad (Bi,Pb)<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>2</sub> tapes,*  
Journal of Superconductivity 7 (1994) 809-812.
9. Sabolek S., Babić E., Marohnić Ž. Zadro K.,  
*The condition for the occurrence of zero coercive field in amorphous ribbon carrying  
an ac current,*  
J. Magn. Magn. Mat. 130 (1994) 177-181.
10. Kušević I., Babić E., Prester M., Liu H.K., Dou S.X.,  
*Slope resistance and critical current distribution in Ag-clad (Bi,Pb)<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>10+y</sub> tapes,*  
Physica B 194-196 (1994) 1929-1930.

#### Radovi objavljeni u zborniku skupa s međunarodnom recenzijom:

11. Kušević I., Marohnić Ž., Babić E., Ivkov J., Prester M., Liu H.K., Hu Q.Y., Dou S.X.,  
*Critical currents and their distributions in Ag-clad (Bi,Pb)<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> tapes,*  
Critical currents in superconductors, (Proceedings of the 7th International Workshop),  
Ed. Weber H.W., World Scientific, Singapore, 1994., 557.
12. Prester M., Babić E.,  
*Critical currents and resistive transitions in weak-link-dominated (RE)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>,*  
Critical currents in superconductors, (Proceedings of the 7th International Workshop),  
Ed. Weber H.W., World Scientific, Singapore, 1994., 521.

#### Radovi prihvaćeni za objavljivanje:

1. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J., Marohnić Ž., Rešetić S.,  
*The electrical resistivity of hydrogen-doped Zr-Co metallic glasses,*  
Jour. of Non-Cryst. Solids.
2. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J., Rešetić S., Girt Er.,  
*Hydrogen-induced changes in temperature dependence of the resistivity in Zr-Fe  
metallic glasses,*  
Solid State Commun.

### Sažetak na međunarodnom znanstvenom skupu:

1. Prester M.,  
*Phase coherence and percolation in weak link networks of high temperature superconductors*, usmeno saopćenje,  
Quantum Dynamics of Submicron Structures, ICTP-NATO workshop,  
Trst, 13.6.-1.7. 1994.
2. Prester M.,  
*Grain size and dissipation in sintered (RE)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>*, usmeno saopćenje,  
8th CIMTEC, World Ceramic Congress, Firenca, 28.7.-4.8. 1994.
3. Prester M.,  
*Critical currents and resistive transitions in weak-link-dominated (RE)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>*, poster  
Critical currents in superconductors, 7th International Workshop, Alpbach, (Austria),  
24.-27.1. 1994.
4. Prester M.,  
*Onset of dissipation and percolation networks in high-temperature superconductors*, poster,  
M2S-HTSC IV, Grenoble, (Francuska), 5.-9.7. 1994.

### Sažetak na domaćem znanstvenom skupu:

1. Prester M.,  
*Perkolacijski aspekti disipacije u visokotemperaturnim supravodičima*, usmeno izlaganje,  
Prvi znanstveni sastanak Hrvatskoga fizikalnog društva, Zagreb, 28.-30.9. 1994.
2. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J.,  
*Kvantne korekcije vodljivosti u metalnim staklima dopiranim vodikom*, poster,  
Prvi znanstveni sastanak Hrvatskoga fizikalnog društva, Zagreb, 28.-30.9. 1994.
3. Babić D., Ivkov J., Leontić B.,  
*Magnetootpor u monokristalima BISCO*, poster,  
Prvi znanstveni sastanak Hrvatskoga fizikalnog društva, Zagreb, 28.-30.9. 1994.
4. Prester M., Marohnić Ž., Drobac Đ., Babić E.,  
*Perkolacijski aspekti disipacije u visokotemperaturnim supravodičima*, poster,  
Prvi znanstveni sastanak Hrvatskoga fizikalnog društva, Zagreb, 28.-30.9. 1994.



## 2.6 ISTRAŽIVANJE JAKO KORELIRANIH ELEKTRONSKIH SISTEMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Veljko Zlatić

SURADNICI: mr. I. Aviani, znanstveni asistent  
 mr. B. Horvatić, znanstveni asistent  
 dr. M. Miljak, znanstveni asistent  
 dr. M. Očko, znanstveni suradnik  
 dr. M. Paić, znanstveni savjetnik, akademik  
 dr. v. Paić, viši znanstveni suradnik

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Teorijskim i eksperimentalnim metodama nastavili smo istraživati sisteme koji opisuju visokotemperaturne supravodiče i teške fermione.

- a) Teorijska istraživanja: nastavili smo istraživati modele koji opisuju visokotemperaturne supravodiče i teške fermione. Rezultati su objavljeni u radovima ref. 1. i ref. 2.
- b) Eksperimentalna istraživanja: nastavljena su mjerenja termodinamičkih i transportnih svojstva visokotemperaturnih supravodiča i teških fermiona.
  - Transportna mjerenja: u suradnji sa znanstvenicima na Imperial Collegeu i Birkbeck Collegeu, London, Velika Britanija, završena su mjerenja termoelektrične struje (temperaturna ovisnost u intervalu temperatura od 2K do 330K) sistema slitina: (CePr)Cu, (CeU)NiSn, (UCe)Al, (ULa)Al, te su započeta istraživanja sistema (CeU)RuSi. Studija (CePr)Cu sistema ukazuje (ref. 3.), između ostalog, da i) efekt tlaka kristalne rešetke ne može objasniti temperaturnu ovisnost termoelektrične struje; ii) eksperimentalno određeni položaj maksimuma termoelektrične struje nije istovjetan sa položajem maksimuma magnetskog doprinosa termoelektričnoj struji. Mjerenja termoelektrične struje (CeU)NiSi sistema slitina pokazuju, između ostalog, da se kvazi-poluvodičko ponašanje slitine potpuno gubi zamjenom cerija s uranom već kod 10%.
  - Magnetska mjerenja: na nekoliko polinuklearnih željezo (III) kompleksa (ref. 6) mjerena je susceptibilnost i anizotropija u temperaturnom području od 2 – 300 K. Susceptibilnost je fitana na teoretsku formulu izvedenu iz spinskog Hamiltonijana uz pretpostavku dvaju različitih puteva izmjene duž neekvivalentnih stranica istokračnog trokuta (kojeg čine tri željeza). Dobivene različite vrijednosti antiferomagnetske izmjene su:  $J_{12} = -35.4 \text{ cm}^{-1}$ ,  $J_{13} = -21.1 \text{ cm}^{-1}$ . Mjerenja susceptibilnosti hlađenjem u polju i bez polja te zakretnog momenta korištena su za dokaz spin-glass ponašanja za neke od uzoraka na niskim temperaturama, ispod 35 K. Po prvi put je mjerena susceptibilnost monokristala TiO<sub>2</sub>, anatase faze, ref. 5. Anatase kristali se ponašaju kao poluvodiči velikog energetskog procjepa. Doprinos rešetke mjerenoj susceptibilnosti prekriven je Van Vleckovim orbitalnim doprinosom koji je iznenađujuće manji nego u kristalima rutilne faze. Magnetska svojstva su u skladu sa mjerenjem transportnih svojstava i mogu se opisati u okviru two-level sheme: plitki donorski nivo smješten je na 67 K ispod vodljive vrpce. Neutralni donori nose uhvaćene elektrone koji nakon eksitiranja u vodljivu vrpcu doprinose spinskoj susceptibilnosti u formi Pauli susceptibilnosti. Završena su mjerenja susceptibilnosti na Heksanuklearnim Tantalovim klasterima sa (Ta<sub>6</sub>Cl<sub>12</sub>-(CH<sub>3</sub>OH)<sub>6</sub>)<sup>3+</sup> jedinicom, jednim nesparenim spinom. Pokazuje se, sa velikom točnoscu, da je temperaturna ovisnost susceptibilnosti opisana 1-dimenzionalnim Heisembergovim antiferomagnetskim modelom. Stajanjem na zraku ili otpumpavanjem događa se degradacija uzorka koja za posljedicu ima segmenti-

ranje početno "beskonačnog" lanca spinova u segmente koji sadrže 3-4 spina. Mjerenja se sa velikom točnošću slažu sa numeričkim računima (J.C.Bonner and M.E.Fisher (1964)) za konačnu dužinu lanca (do 20 spinova). Rad je u pripremi. Radovi na aparaturi za mjerenje anizotropije metodom zakretnog momenta sa supervodljivim magnetom do 6 Tesla su u završnoj fazi. Magnet je testiran, određena je geometrija tj. profil polja, izrađena je te kalibrirana torziona glava na principu magnetske povratne veze za "Nul" metodu.

- Također se radi na problemu komparativnog oblika Kubelka-Munk funkcije superionskih vodiča CuI, AgI, Cu<sub>2</sub>HgI<sub>4</sub> i Ag<sub>2</sub>HgI<sub>4</sub> pri hlađenju ili grijanju od 293K.

#### Objavljeni radovi:

1. T.A. Costi, A.C. Hewson and V. Zlatić,  
*Transport Coefficients of the Anderson Model via the Renormalization Group*,  
J. Phys. Cond. Matter 6 (1994) 2519.
2. T.A. Costi, V. Zlatić, A.C. Hewson and B.R. Coles,  
*Thermoelectric power of heavy fermions*,  
Physica C 199-200 (1994) 81.
3. J-G. Park, M. Očko and B.R. Coles,  
*Thermopower studies of (Ce,U)NiSn*,  
Journal of Physics: Condens.Matter 6 (1994) L781-L783.
4. M. Očko and E. Babić,  
*Evaluation of the main contributions to the residual resistivities of Fe-Ni-based metallic glasses*,  
Journal of Magnetism and Magnetic Materials 138 (1994) 132-138.
5. O. Chauvet, L. Forro, I. Kos and M. Miljak,  
*Magnetic properties of the anatase phase of TiO<sub>2</sub>*,  
Solid State Communication 93 (1995) 667.
6. V. Vancina, T.A. Hidman, H. Bilinski, M. Miljak, I. Kos, D. Hanzel and Darko Hanzel,  
*Thermal behaviour and characterization of some novel iron(III)-o-phthalates*,  
Thermochimica Acta 246 (1994) 199.

#### Radovi u tisku:

1. M. Paić and V. Paić,  
*Phases and phase transitions of the ionic superconductor Cu<sub>2</sub>HgI<sub>4</sub> in the temperature range from 4.2K to 383K*,  
Phase transitions (1995).

#### Međunarodni projekti:

1. NSF projekt JF 002:  
*Electronic properties of high temperature superconductors*,  
voditelji: dr. V. Zlatić (IFS) i Prof. P.W. Anderson (Princeton University)  
Projekt je priveden kraju 1994 godine.
2. EC projekt CH1-0576  
*Magnetic and transport properties of heavy fermion intermetallic compounds*,  
koordinador dr V. Zlatić  
Projekt je priveden kraju 1994 godine.
3. BMFT projekt  
*Oxide superconductors*  
voditelji: dr. V. Zlatić (IFS) i Prof. B. Lüthi (Frankfurt Universität)  
Projekt je priveden kraju 1994 godine.

## 2.7 KORELIRANI PODSISTEMI U SUPERIONSKIM VODIČIMA I POLUVODIČIMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Zlatko Vučić, znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. Ognjen Milat, viši znanstveni suradnik  
 mr. Jadranko Gladić, znanstveni asistent  
 mr. Ivica Aviani,  
 prof.dr. Zvonimir Ogorelec, (PMF)  
 prof.dr. Anton Tonejc, (PMF)  
 prof.dr. Anđelka Tonejc, (PMF)  
 dipl.inž. Adil Džubur, (vanjski suradnik)

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Superionski vodiči, iako čvrste tvari, odlikuju se visokom ionskom vodljivošću usporedivom s vodljivošću tekućih elektrolita, pa se stoga smatraju pogodnim za primjenu pri gradnji novih primarnih i sekundarnih izvora energije. Na nivou temeljnih istraživanja, cilj naših istraživanja superionskih vodiča je bolje razumijevanje tipa i dosega ionskih međudjelovanja, odnosno međudjelovanja dva koegzistirajuća podsistema: mobilnih iona i čvrste rešetke. Svojstvo visoke ionske vodljivosti pojavljuje se tek iznad neke, za materijal karakteristične, temperature, koja je ujedno ovisna i o sastavu kao u slučaju bakar selenida  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ -materijala s varijabilnom stehiometrijom. To je ujedno i predstavnik superionskih vodiča s miješanom elektronsko-ionskom vodljivošću svojstva kojeg su predmetom višegodišnjih istraživanja u laboratoriju za poluvodiče IFS-a.

Uz ionsku i elektronsku vodljivost mjeren je i specifični toplinski kapacitet i to diferencijalnom skanirajućom kalorimetrijom. Fazni prijelaz opisan je fenomenološkim termodinamičkim modelom pobuđivanja interagirajućih Frenkelovih defekata. Minimiziranjem modelne slobodne energije uspješno su opisani: eksperimentalno nađeni fazni dijagram te doprinosi specifičnom toplinskom kapacitetu kako u jednofaznom tako i u dvofaznom području (područje koegzistencije superionske i nevodljive faze).

Upravo zbog svojstva visoke ionske vodljivosti superionski vodič  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  pokazao se izuzetno prikladnim za proučavanje rasta i oblika ravnotežnih monokristala. Prije pojave jedne male grupe superionskih vodiča (među kojima je i  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ ) to područje bilo je rezervirano isključivo za monokristale helija ( $^4\text{He}$ ) dimenzija rijetko većih od mikronskih koji su rasli na temperaturama ispod 2 K i oko 100 bara nadtlaka. Visoka vrijednost koeficijenta difuzije iona bakra u  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  u uvjetima kontroliranog tlaka para selena iznad 200°C omogućuje dovoljno brz prijenos mase na makroskopskim udaljenostima tako da su dobiveni kristali ravnotežnog oblika skoro centimetarskih dimenzija u eksperimentalno prihvatljivim vremenima. Kako je ravnotežni oblik kristala posljedica suprostavljenog djelovanja površinskih i kristalnih sila proučavanje oblika daje informacije kako o dominantnim mikroskopskim međudjelovanjima u kristalu tako i na generalnom planu uvid u rješenja općenitog sustava vezanih oscilatora kao doprinos fizici nelinearnih pojava. Osnovni je cilj stoga proučavanje ovisnosti veličine, oblika makro i mikro kristalnih ploha o temperaturi rasta te o sastavu i vremenu, te kritičnih pojava uz rub ploha. U posebno izrađenoj peći rast kristala promatran je pomoću optičkog mikroskopa, video-kamere i monitora i zabilježen je na video vrpcu. Na sfernom kristalu opažene su plohe (111) i (100) koje odgovaraju točkastojsimetriji rešetke. Promatrane su prijelazne pojave i relaksacijska vremena pri skokovitim promjenama temperature rasta.

Podsistemi u kompleksnim kristalnim strukturama supravodljivih kuprata istraživani su tehnikom elektronske mikroskopije i difrakcije. Posebno je istražen učinak supstitucije bakra ugljikom u  $\text{Sr}_2\text{CuO}_2(\text{CO}_3)$  materijalu, te supstitucije bakra kationima  $M = \text{Ga}, \text{Al}, \text{Hg}, \dots$  u  $M\text{-}12n2$  materijalima. Predložen je model opće strukture supravodljivih kuprata klasifikacijom na dvije parcijalne podstrukture: pseudotetragonalni "blok sloj"  $\text{CuO}_2$  ravnine, i netetragonalni "sloj lanaca"  $\text{MO}_\delta$  ( $M = \text{Cu}, \text{Ga}, \text{Al}, \text{Hg}, \text{C}, \text{S}, \dots; 0 \leq \delta \leq 1$ ). Predložena je metoda HREM oslikavanja duž "nagnute" zone koja pruža mogućnost vizualizacije nadrešetki parcijalnih struktura u slojevitim kristalima.

Materijali s izrazitom anizotropijom elektronske vodljivosti i fizikalnih svojstava uopće, koji uz to, u niskotemperaturnoj fazi, pokazuju karakterističnu kolektivnost nositelja naboja (valovi gustoće naboja, CDW) već dulje vremena su predmet intenzivnog istraživanja. Našu pažnju zaokuplja skupina kvazi 1D materijala tipa  $(\text{MSe}_4)_x\text{I}$  ( $M = \text{Nb}, \text{Ta}; x = 2, 10/3$ ) koji ispod karakteristične temperature ( $T = 260 \text{ K}$  odnosno  $285 \text{ K}$ ) uz puni spektar ponašanja specifičan za sustave s CDW-om pokazuju i do sada vrlo rijetko opažene efekte međulančanih interakcija. U  $(\text{NbSe}_4)_{10}\text{I}_3$  opaženi su efekti višedomenskog smika rešetke (relativno sklizanje paralelnih ravnina lanaca tipa(100)) koji se pojavljuje s 3D uređenjem CDW-a, odvija se paralelno s rastom amplitude CDW-a na  $(\text{NbSe}_4)_\infty$  vodljivim lancima i reproducibilno iščezava povratkom na sobnu temperaturu. Rezultati su kvalitativno interpretirani uzevši u obzir međudjelovanje CDW-ova do drugih susjeda i bilinearano vezanje parametra reda na smik.

#### Radovi u časopisima:

1. O. Milat, G. Van Tendeloo, J. Van Landuyt, S. Amelinckx, *Characterization of materials by high-resolution electron microscopy*, Kovine, Zlittine, Tehnologije, 28 (1994) 39-44.
2. O. Milat, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, T.G.N. Babu, C. Greaves, *Superstructure and structural variants in  $\text{Sr}_2\text{CuO}_2(\text{CO}_3)$* , J. Solid State Chem., 109 (1994) 5-14.
3. O. Milat, *The superstructures of high- $T_C$  superconductors: an electron microscopy study*, MIDEM, 24 (1994) 101-109.
4. O. Milat, T. Kerkels, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, *The superlattices in high- $T_C$  superconducting cuprates*, Physica C 235-240 (1994) 729-730.

#### Radovi objavljeni u zbornicima s međunarodnom recenzijom:

1. O. Milat, T. Kerkels, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, *The superlattices in high- $T_C$  superconducting cuprates*, Proceedings of the 4th International conference M<sup>2</sup>S-HTSC Grenoble (France), 5-9 July (1994) p. 336.
2. O. Milat, T. Kerkels, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, *The "oblique" zone imaging of the superlattices in complex crystal structures*, Electron Microscopy 1994, ed. B. Jouffrey, C. Colliex; Proceedings of the 13th ICEM, Paris 1994; Les Editions de Physique, Les Ulis, 1994, pp. 859-860.

### Sažeci izlaganja na znanstvenim skupovima:

1. O. Milat,  
*Superstructural ordering in the high- $T_C$  superconducting compound*  
 $RE_2(Sr_{1-x}Ba_x)_2GaCu_2O_9$ ,  
Proceedings of the 3rd Slovenian-Croatian crystallographic meeting, Kranjska Gora,  
Slovenija, 29-30 September, 1994, p.84.
2. D. Dužević, M. Stubičar, O. Milat, A. Tonejc, R. Rojko,  
*A study of deamalgamation process in dental Ag-Sn-Cu-Hg system*,  
ibid. p.56.
3. O. Milat,  
*Layer structure of a High- $T_C$  superconducting cuprate: an electron diffraction study*,  
Proceedings of the 2nd symposium on materials, Portorož, Slovenija,  
5-7 October 1994 p.104.
4. A. Smontara, Z. Vučić, J.L. De Boer, J. Mazuer, F. Levy and K. Biljaković,  
*Thermoelectric transport and structural changes in charge-density wave system  $(NbSe_4)_{10}I_3$* ,  
ICSM'94, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals  
, 24-29 July 1994, Seoul, Korea.
5. I. Aviani, J. Gladić, O. Milat, Z. Vučić,  
*Korelirani podsistemi u superionskim i niskodimenzionalnim vodičima i supravodičima:*  
(a) Superionski fazni prijelaz u  $Cu_{2-x}Se$ : termodinamički model (I.Aviani)  
(b) Rast i morfologija makroskopskih ravnotežnih monokristala  $Cu_{2-x}Se$  (J.Gladić)  
(c) Podsistemi u kupratnim supravodičima (O.Milat)  
(d) Temperaturno ovisni smik u kvazi 1D-CDW sustavu  $(NbSe_4)_{10}I_3$  (Z.Vučić)  
  
Prvi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 28-30 rujna 1994., Kn-  
jiga sažetaka.

### Obranjen magistarski rad:

1. Ivica Aviani, Magistarski rad,  
*Stehiometrija i toplinska svojstva superionskog Cu-Se sistema*,  
Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet,  
Srpanj 1994., Zagreb, 90 str.

### Pozvana predavanja i seminari:

1. O. Milat,  
*Staklene perle-Leeuwenhoekovi mikroskopi*,  
Sekcija za elektronsku mikroskopiju HPD-a, Zagreb, 22.3.1994.
2. O. Milat,  
*Princip rada konfokalnih mikroskopa*,  
ibid. 24.5.1994.
3. O. Milat,  
*Visoko razlučujuća elektronska mikroskopija*,  
2. susret vakuumista Hrvatske i Slovenije, Ljubljana, 28.5.1994.
4. O. Milat,  
*High-resolution electron microscopy of high- $T_C$  superconducting cuprates*,  
Seminariji v Odseku za keramiko, Inštitut "Jožef Štefan", Ljubljana, Slovenija, 23.6.1994.

5. Z. Vučić,  
*Superionski vodiči,*  
Nastavna sekcija HFD-a, Zagreb, 8.11.1994.

#### Međunarodna suradnja:

Nastavak suradnje (za sada na neformalnom nivou) s EMAT University of Antwerp (RUCA), Groenenborghlaan 171, Antwerpen, Belgium i Chemical-Physics Departement, University of Groningen, Nyenborgh 4, Groningen, The Netherlands.

#### Radovi prihvaćeni za tisak:

1. A. Smontara, Z. Vučić, J.L. De Boer, J. Mazuer, F. Levy and K. Biljaković,  
*Thermoelectric transport and structural changes in charge density wave system  $(\text{NbSe}_4)_{10}\text{I}_3$ ,*  
Synthetic Metals (u tisku).

#### Radovi poslani u tisak:

1. Z. Vučić, J. Gladić, J.L. De Boer,  
*The temperature dependent shear-strain of the  $(\text{NbSe}_4)_{10}\text{I}_3$  compound, a quasi-one-dimensional charge density wave system, below Peierls transition.*

## 2.8 MODULIRANI NISKODIMENZIONALNI ANORGANSKI SISTEMI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Katica Biljaković

SURADNICI: Bihar Željko, pomoćni istraživač (do 14.6.1994)  
Korin-Hamzić dr Bojana, znan. suradnik  
Smontara dr Ana, znan. suradnik  
Tomić dr Silvia, viši znan. suradnik  
Vučić dr Zlatko, znan. suradnik

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Rad tijekom 1994 godine odvijao se na nekoliko usporednih tematskih cjelina:

- (i) Ispitivanje toplinskog vođenja sistema s valovima gustoće naboja
- (ii) Istraživanje niskotemperaturnih termodinamičkih svojstava sistema s valovima gustoće naboja i spina (VGN odnosno VGS).
- (iii) Uvođenje nove metodologije ispitivanja dielektričnih osobina sistema s VGN.

- (i) Određene problemske cjeline u ispitivanju toplinske vodljivosti sistema s valovima gustoće naboja (VGN) su zaokružene objavljivanjem dva duža pregledna članka. Niskotemperaturna toplinska vodljivost serije VGN sistema pokazuje ponašanje karakteristično za izolatorske kristale, a ne za neuređene sisteme (Rad I-1). Kako termodinamička svojstva kao toplinski kapacitet i opuštanje energije u istom temperaturnom području ( $T < 1K$ ) pokazuju izrazito staklasto ponašanje, može se zaključiti da niskoenergetska pobudjenja nisu jako vezana uz rešetku (fonone). S druge strane, na visokim temperaturama, u okolici temperature Peierlsovog prijelaza postoje dokazi o posebnom doprinosu toplinskoj vodljivosti od faznih pobudjenja VGN koja su veoma anizotropna i imaju veoma veliku brzinu prostiranja u smjeru lanaca (Rad II-1).

U svrhu ispitavanja utjecaja "nečistoća" na toplinsku vodljivost VGN sistema, u suradnji s kolegama iz CRTBT, CNRS, Grenoble napravljena je serija mjerenja u području niskih temperatura na  $(TaSe_4)_2I$  dopiranom različitim koncentracijama metalnog atoma Nb. Na vrlo niskim temperaturama ( $T < 1K$ ) toplinska vodljivost je kontrolirana samo raspršenjem fonona na granici kristala, dok na  $T > 0.1K$  slijedi  $T^n$  (gdje je  $n < 2$ ), umjesto  $T^3$  zakon, što je posljedica utjecaja raspršenja fonona na nečistoćama. Na temperaturama višim od  $1K$  uočena je oštra anomalija u vodljivosti kao i slučaju čistog sistema, a koja je bila objašnjena dodatnim jakim raspršenjem fonona na niskoležećem akustičkom modu. Kako je slična anomalija eksperimentalno uočena još jedino u čvrstom  $He^4$ , a njezin vrlo strmi uspon bio objašnjen Poiseullovim efektom, slično objašnjenje na osnovi superfluidnosti tog specifičnog fonona se pokušava primjeniti i na vodljivost  $(Ta_{1-x}Nb_xSe_4)_2I$ .

Završena je analiza rezultata anizotropije toplinske vodljivosti u plavoj bronci za koju je na osnovu veoma točnih neutronske mjerenja poznato fazonsko rasipanje i ona ukazuje da je naša pretpostavka o fazonskom vođenju bila ispravna. U toku je pisanje dužeg članka čime je tematski zaokružena cjelina magistarskog rada Ž. Bihara, a kraći rad s istom problematikom je prihvaćen za objavljivanje (Rad III-3). Detaljna analiza svih mogućih doprinosa (rešetke, slobodnih nosilaca naboja i fazona) pokazuje da postoji još jedan doprinos u plavoj bronci kojeg povezujemo s pobudjenjem amplitude

VGN (ampliton) što otvara neke nove smjerove u našem ispitivanju toplinske vodljivosti VGN-a.

- (ii) Istraživanja termodinamičkih svojstava na niskim temperaturama ( $T < 10\text{K}$ ) izvođena su u suradnji s kolegama iz Grenobla. Objavljena su dva značajna rada (Radovi I-2, I-3) u kojima smo dokazali postojanje staklastog prijelaza u VGS prototipu  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  na  $T \sim 3\text{K}$  što je, koliko nam je poznato, najniža kalorimetrijski utvrđena temperatura staklastog prijelaza. Ispod te temperature postoje veoma bogate, posebno zanimljive, pojave vremenski ovisnog toplinskog kapaciteta u vremenskim rasponima koji za nekoliko redova veličine premašuju svojstvena vremena u uobičajenim staklima što će zasigurno otvoriti sasvim nove vidike u razumijevanju ponašanja stakala uopće. U toku je zgotavljenje novog mikrokolorimetra za nešto više temperature kojim bi se proširilo područje moguće detekcije staklastog prijelaza u drugim VGN i VGS sistemima i na kojem bi se vremenska ovisnost toplinskog kapaciteta mogla izmjeriti na kraćim vremenskim skalama ( $t < 10\text{s}$ ). Za vrijeme studijskih boravaka K. Biljaković i D. Starešinića konstruiran je nosač uzorka i baždareno je nekoliko različitih termometara da bi se mogli odabrati odgovarajući za novi kalorimetar koji bi se prenio na naš Institut.
- (iii) Izradom diplomskog rada D. Starešinića uvedena je nova metodologija u naš laboratorij. Metoda se zove "toplinski potaknuto izbijanje" (TPI) i predstavlja komplementarnu metodu u ispitivanju niskofrekventne dielektrične susceptibilnosti, a koja pomaže u boljem razlučivanju postojećih relaksacijskih procesa. Motivacija je bila potvrda postojanja staklastog prijelaza u  $\text{TaS}_3$  na temperaturama od 13-15K kao što je ukazivalo kritično usporavanje u mjerenju dielektrične konstante na niskim frekvencijama. Takva vrsta ispitivanja je jedinstvena u području VGN i VGS, a dobiveni rezultati pokazuju neka nova kompleksna svojstva dielektričnog smrzavanja.

#### Radovi objavljeni u časopisima (I):

1. SMONTARA A., LASJAUNIAS J.C., APOSTOL M.,  
*Low Temperature Phonon Thermal Conductivity of the Quasi-One-Dimensional Compounds  $(\text{NbSe}_4)_3\text{I}$ ,  $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$  and  $\text{K}_{0.3}\text{MoO}_3$ ,*  
Journal of Low Temperature Physics 94 (1994) 289-306.
2. LASJAUNIAS J.C., BILJAKOVIĆ K., NAĐ F., MONCEAU P., BECHGAARD K.,  
*Glass Transition in the Spin-Density Wave Phase of  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ ,*  
Physical Review Letters 72 (1994) 1283-1286.
3. BILJAKOVIĆ K., NAĐ F., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P., BECHGAARD K.,  
*Dynamics Around the Glass - Transition in the Spin Density Wave Ground State of  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ ,*  
Journal of Physics: Condensed Matter 6 (1994) L 135.
4. MONCEAU P., LASJAUNIAS J.C., BILJAKOVIĆ K.,  
*Time dependent specific heat of CDW/SDW systems,*  
Physica B 194-196 (1994) 403.
5. ODIN J., LASJAUNIAS J.C., BILJAKOVIĆ K., MONCEAU P., BECHGAARD K.,  
*Low Temperature Specific heat of the Spin-Density -Wave compound  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ ,*  
Solid State Commun. 91 (1994) 523.



### Radovi objavljeni u knjigama (II):

1. SMONTARA A., BIHAR Ž., BILJAKOVIĆ K., TUTIŠ E., ŠOKČEVIĆ D., ARTEMENKO S.N.,  
*Heat transport in charge-density-wave systems,*  
Thermal Conductivity 22 Tong T. W. (ur.), Technomic, (1994) 543-553.

### Radovi prihvaćeni za objavljivanje:

1. BILJAKOVIĆ K., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P.,  
*Glassy-like Thermodynamical Properties of (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>,*  
Synthetic Metals, u tisku.
2. SMONTARA A., VUČIĆ Z., DE BOER J.L., MAZUER J., LÉVY F., BILJAKOVIĆ K.,  
*Thermoelectric Transport and Structural Changes in Charge Density Wave System*  
(NbSe<sub>4</sub>)<sub>10</sub>I<sub>3</sub>,  
Synthetic Metals, u tisku.
3. BIHAR Ž., DVORNIK A., BILJAKOVIĆ K., SAMBONGI T.,  
*Anisotropy of the Thermal Conductivity in Blue Bronze,*  
Synthetic Metals, u tisku.

### Pozvana predavanja na međunarodnim znanstvenim skupovima:

1. BILJAKOVIĆ K.,  
*Glassy-like Thermodynamical Properties of (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>,*  
International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM'94),  
24-29.7.1994, Seoul, Korea.

### Sažeci na znanstvenim skupovima:

1. International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM'94),  
24-29.7.1994, Seoul, Korea.
  - (a) BILJAKOVIĆ K., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P.,  
*Glassy-like Thermodynamical Properties of (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>.*
  - (b) SMONTARA A., VUČIĆ Z., DE BOER J.L., MAZUER J., LÉVY F., BILJAKOVIĆ K.,  
*Thermoelectric Transport and Structural Changes in Charge Density Wave System*  
(NbSe<sub>4</sub>)<sub>10</sub>I<sub>3</sub>.
  - (c) BIHAR Ž., DVORNIK A., BILJAKOVIĆ K., SAMBONGI T.,  
*Anisotropy of the Thermal Conductivity in Blue Bronze.*
2. Journées Societé Francaise de Physique-Matière Condensé, 1-3.9.1994, Rennes, France.
  - (a) BILJAKOVIĆ K., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P.,  
*Chaleur Specifique dependent des temps dans les composes a onde de densite de charge  
ou de densite de spin.*
  - (b) LASJAUNIAS J.C., ODIN J., BILJAKOVIĆ K., MONCEAU P., BECHGAARD K.,  
*Mise en evidence d'une transition vitreous a 3.5K dans le compose a onde de densite de  
spin (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>.*
3. Order/Disorder in Solids, 7-12.8.1994., New Hampshire, USA
  - (a) SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., MAZUER J., LÉVY F.,  
*Manifestation of disordered charge-density-waves in thermal properties measurements.*

4. Prvi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, 28-30. rujna, 1994., Zagreb.

- (a) BIHAR Ž., BILJAKOVIĆ K., SMONTARA A., STAREŠINIĆ D.,  
*Modulirani niskodimenzionalni anorganski sistemi.*

#### Aktivnosti u visokoškolskom obrazovanju:

1. Obranjen diplomski rad

- (a) DAMIR STAREŠINIĆ,  
*Toplinski potaknuto izbijanje u kvazi-jednodimenzionalnom vodiču s valovima gustoće naboja TaS<sub>3</sub>,*  
Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, 17. 10. 1994.  
(Voditelji: BILJAKOVIĆ K. i BJELIŠ A.)

2. Studentski seminari u okviru kolegija "SEMINAR IZ EKSPERIMENTALNE FIZIKE"

- (a) JASMINKA PERKOVIĆ,  
*Mjerenje termostruje kvazi-jednodimenzionalnog anorganskog vodiča (NbSe<sub>4</sub>)<sub>10</sub>I<sub>3</sub>,*  
Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, siječanj, 1994.  
(Mentor: SMONTARA A.)
- (b) ANTE BILUŠIĆ,  
*Toplinska vodljivost krutih tijela,*  
Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, studeni, 1994.  
(Mentor: SMONTARA A.)

#### Seminari koje su održali suradnici projekta:

1. K. BILJAKOVIĆ,  
*Prijelaz u staklo u sistemima s valovima gustoće naboja ili spina,*  
Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija (11.2.1994)
2. K. BILJAKOVIĆ,  
*Density Wave System: Slush or Real Glass,*  
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Švicarska (21.11.1994)
3. K. BILJAKOVIĆ,  
*Towards Thermodynamical Equilibrium in Density Wave Systems,*  
CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska (8.12.1994)
4. D. STAREŠINIĆ,  
*Thermally Stimulated Discharging Current in CDW Systems,*  
CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska (6.12.1994)
5. A. SMONTARA,  
*Thermal Conductivity of (Ta<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>Se<sub>4</sub>)<sub>2</sub>I,*  
CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska (14.03.1994)

#### Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja projektu:

1. Dr. Jean Souletie,  
CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska,  
studijski boravak u okviru bilateralne suradnje (siječanj 1994)
2. Dr. Andrej Levstik,  
Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija,  
jednodnevni posjet (10. 3. 1994)

3. Dr. Marian Apostol,  
Institut za atomsku fiziku, Magurele-Bucharest, Rumunjska,  
studijski boravak (veljača / ožujak 1994)
4. Dr. Jean Claude Lasjaunias,  
CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska,  
studijski boravak u okviru bilateralne suradnje (rujan 1994)
5. Dr. Sergej Artemenko,  
Institut za radioinženjstvo i elektroniku, Moskva, Rusija,  
studijski boravak (rujan /listopad, 1994)

#### Ostale aktivnosti:

1. vezane uz projekt:  
BILJAKOVIĆ K.,  
predsjedavajuća na konferenciji (13.12.1994) "Physique en clips",  
Grenoble, Francuska 13-14.12.1994.
2. vezane uz popularizaciju fizike:  
SMONTARA A.,  
voditelj ekipe na Međunarodnu olimpijadu iz fizike, Peking, Kina, 11-18.7.1994.

#### Međunarodni projekti:

1. Projekt bilateralne suradnje:  
IFS (dr. K. Biljaković) – Centre de Recherche sur les Tres Basses Temperatures, CNRS,  
Grenoble (dr. P. Monceau),  
*Ispitivanje niskoenergetskih pobuđenja u nesumjerljivim sistemima*
2. Projekt Evropske zajednice:  
*Thermodynamical and Optical Properties of Inorganic One-Dimensional Conductors Exhibiting Charge Density Wave Transport,*  
Voditelj: K. Biljaković (zaključen 1.6.1994)

## 2.9 ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA POVRŠINA I ADSORBATA

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

**SURADNICI:** dr. M. Milun, viši znanstveni suradnik  
dr. P. Pervan, znanstveni suradnik  
dr. D. Lovrić, znanstveni asistent  
ing. T. Valla, istraživač suradnik  
ing. A. Aničić, mladi istraživač  
ing. A. Bilić, mladi istraživač.

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

U istraživanjima tokom 1994. godine nastavili smo s radom u smjerovima zacrtanim za petogodišnje radoblje 1990.-1994. kako u teorijskom, tako i u eksperimentalnom dijelu zadatka.

#### (i) Teorijska istraživanja:

Koristeći razvijeni formalizam površinske odzivne funkcije i modelnih Hamiltonijana za opis interakcije nabijenih čestica sa elektronskim odzivom metalnih površina proračunati su XPS spektri dubokih nivoa atoma argona fizisorbiranih na površinama aluminijske i srebra i uspoređeni sa dostupnim eksperimentalnim podacima (Ref. I-1).

Zaključeno je rad na teorijskoj formulaciji interakcije kvaziklasičnih čestica (atoma i molekula) sa bozonskim pobuđenjima (fononima, fluktuacijama elektronske gustoće, itd.) karakterističnim za metalne površine koristeći kumulantni razvoj za matrične elemente operatora evolucije interagirajućeg sistema. Primjenjivost formalizma je ilustrirana za slučaj neelastičnog raspršenja atoma helija i argona na metalnim površinama (Ref. I-2 i II-1).

Kombinirajući formalizam površinskih odzivnih funkcija sa formalizmom operatora evolucije za kvaziklasične čestice proračunati su bitni parametri spektara neelastičnih raspršenja ioniziranih i neutralnih atoma argona i helija na elektronskim pobuđenjima prilikom sudara sa monokristalnom površinom Al(111) pri malim kutovima raspršenja ("grazing incidence"). Ovi rezultati su pokazali dobro slaganje sa eksperimentima koji su izvedeni u okviru ESF programa suradnje s Univerzitetom u Osnabrücku (Ref. I-3 i II-2).

Nastavljen je rad na proračunu karakteristika mehanizama i spektara desorpcije koji se primjenjuju u opisu stimulirane desorpcije neutralnih atoma iz fizisorpcijskih potencijala na metalnim površinama.

Postavljen je model i napravljen je proračun dugodosežne indirektno interakcije između dva kemisorbirana atoma na površini metalnog substrata čija površinska elektronska stanja pokazuju djelomični kvazi-jednodimenzionalni karakter (Ref. II-3).

#### (ii) Eksperimentalna istraživanja:

Eksperimentalni rad bio je usmjeren na istraživanje elektronskih svojstava čiste V(100) površine i ultratankih filmova plemenitih metala naparenih na tu površinu. Ustanovljena je primjerena procedura čišćenja V(100) površine. Upotrebom kutno-razlučive ultraljubičaste fotoemisijске spektroskopije (ARUPS) određena je disperzija valentnih vrhova vanadija duž nekih osi simetrije bulk i površinske Brillouinove zone. Dobive disperzione relacije, a to su prve objavljene do danas, lijepo se slažu sa objavljenim teorijskim krivuljama.

Određeni su načini rasta ultratankih slojeva srebra, zlata i bakra na V(100) površini u širokom temperaturnom intervalu od 50 - 1000 K. Bakar i srebro formiraju jedan, odnosno dva, stabilna sloja na kojima na višim temperaturama rastu nakupine metala (Stranski -

Krastanov način rasta). Za razliku od srebra i bakra, zlatni ultratanki filmovi legiraju sa podlogom što taj sistem čini znatno složenijim od preostala dva.

Utjecaj kisika na ultratanke filmove srebra na V(100) površini bio je također ispitan. Nađeno je da kisik na V/Ag međusloju uzrokuje razaranje filmova srebra i skupljanje materijala u nakupine. Iznad 700 K kisik difundira u vanadij pri čemu prisutno srebro uzrokuje potpuni nestanak kisika iz područja međusloja koje je u dosegu Augerove elektronske spektroskopije (AES), rendgenske fotoemisijске spektroskopije (XPS) i ultraljubičaste fotoemisijске spektroskopije (UPS).

Dio eksperimentalnog rada odvijao se u istraživanju struktura sličnim SiC koje se stvaraju za vrijeme rasta slojeva silicija, te u istraživanjima ultratankih slojeva rutenija i legura iridij/-rutenij formiranih elektrokemijski. U svim navedenim slučajevima, kombinacija elektrokemijskog pristupa sa metodama površinske fizike omogućila je predlaganje modelnog mehanizma za svaki od studiranih sistema. U okviru bilateralnog projekta sa University of Warwick započeta su istraživanja površina i adsorbata metodom inverzne fotoemisijске spektroskopije. Ta istraživanja daju informaciju o praznim stanjima elektronskog sistema koja se ne može dobiti fotoemisijskom spektroskopijom.

#### Radovi objavljeni u znanstvenim časopisima (I):

1. D. Lovrić and B. Gumhalter and K. Wandelt,  
*Surface plasmon satellites in the XPS core level spectra of physisorbed species: fiction or reality?*,  
Surf. Sci. 307-309 (1994) 953.
2. B. Gumhalter, K. Burke and D.C. Langreth,  
*Evolution operator and energy spectrum of a quasiclassical particle interacting with bosons: Application to atom-surface scattering*,  
Surf. Rev. Lett. 1 (1994) 133.
3. A. Bilić, B. Gumhalter, W. Mix, A. Golichowski, S. Tzanev and K.J. Snowdon,  
*Constructive interference effects in energy loss spectra of energetic noble gas ions and atoms incident at glancing incidence to metal surfaces*,  
Surf. Sci. 307-309 (1994) 165.
4. P. Pervan, T. Valla and M. Milun,  
*Valence Band Spectroscopy of V(100) Surface*,  
Solid State Commun. 89 (1994) 917.
5. T. Valla, P. Pervan and M. Milun,  
*Photoelectron Characterization of V(100) Surface*,  
Surface Sci. 307-309 (1994) 843.
6. T. Valla, P. Pervan and M. Milun,  
*Gold and Silver Ultra-Thin Films on V(100)*,  
Surface Sci. 307-309 (1994) 576.
7. B. Pivac, K. Furić, T. Valla, M. Milun, A. Borghessi and A. Sassella,  
*Spectroscopic Studies of SiC-like Structure Formed on Polycrystalline Silicon Sheets During Growth*,  
J.Appl.Phys. 75 (1994) 3586.
8. T. Valla and M. Milun,  
*Properties of Silver Ultra Thin Films on V(100) Surface in a Wide Temperature Range*,  
Surface Sci. 315 (1994) 81.

9. A.B.Hayden, P.Pervan, D.P.Woodruff,  
*K-Resolved Inverse Photoemission Study of Half-Monolayer Structures of O, C and N on Ni(100); a Fingerprint of Adsorbate-Induced Restructuring?*  
Surface Sci. 306 (1994) 99.

#### Radovi prihvaćeni za objavljivanje (II):

1. A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Treatment of multiphonon processes in inelastic atom-surface scattering,*  
Proc. of the 18-th Annual Meeting ADVANCES IN SURFACE AND INTERFACE PHYSICS  
(Modena, 20-22 Dec. 1993), II, Vuoto, in press.
2. W. Mix, S. Tzanev, A. Golichowski, K.J. Snowdon, A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Energy dissipation of fast neutral argon and helium atoms scattered at glancing incidence from Al(111),*  
Surf. Sci. in press.
3. B. Gumhalter and W. Brenig,  
*Indirect adsorbate-adsorbate interactions mediated by quasi-one-dimensional surface electronic states,*  
Progress in Surf. Sci., in press.
4. A.B.Hayden, P.Pervan, D.P.Woodruff,  
*Inverse Photoemission Study of the Cu(100)c(2x2)-Mn Phase,*  
J.Phys.C, in print.
5. B. Perić, T. Valla, M. Milun and P. Pervan,  
*On the electronic structure of vanadium: the angular resolved photoelectron spectroscopy of V(100) surface,*  
Vacuum, in press.
6. T. Valla, P. Pervan and M. Milun,  
*Characterisation of the 1 and 2 ML silver films on the V(100) surface,*  
Vacuum, in press.
7. D. Marijan, D. Čukman, M. Vuković and M. Milun,  
*Anodic stability of electrodeposited ruthenium. Galvanostatic, thermogravimetric and XPS studies,*  
J. Material Sci. in print.
8. D. Čukman, M. Vuković and M. Milun,  
*Enhanced oxygen evolution on ruthenium-iridium coating on titanium in acid solution,*  
J. Electroanal. Chem., in print.

#### Obranjen magistarski rad:

1. T. Valla,  
*Istraživanje interakcije i svojstava ultratankih slojeva srebra na V(100) površini,*  
(Sveučilište u Zagrebu, 1994, mentor M. Milun).

#### Pozvano predavanje na međunarodnom znanstvenom skupu:

1. B. Gumhalter,  
*Indirect interactions between adsorbates in contact with quasi-one-dimensional surface electronic states,*  
17-th International Seminar on Surface Physics, Kudowa Zdroj, Poland, 6-11 June 1994.

2. B. Gumhalter,  
*Theoretical aspects of line shapes and satellites in core level spectroscopies of adsorbates,*  
Adriatico Research Conference "Electronic and Geometric Structure of Solids and Surfaces", ICTP, Trieste, 12-15 July 1994.
3. P. Pervan,  
*Photoelectron spectroscopy of clean surfaces and ultrathin films,*  
14th Slovenian Vacuum Symposium, Portorož, October 5-7, 1994.

#### Sažeci na međunarodnim znanstvenim skupovima:

1. A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Quantum versus quasiclassical description of multiphonon effects observed in the spectra of He atoms scattered from surfaces,*  
Second European Conference on Gas-Surface Dynamics (Ambleside, UK, 5-9 Sep. 1994).
2. W. Mix, S. Tzanev, K.J. Snowdon, A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Energy dissipation of fast neutral argon and helium scattered at glancing incidence from Al(111),*  
Second European Conference on Gas-Surface Dynamics (Ambleside, UK, 5-9 Sep. 1994).
3. B. Gumhalter and W. Brenig,  
*Indirect interactions between adsorbates in contact with quasi-one-dimensional surface electronic chain states,*  
14-th European Conference on Surface Science ECOSS-14 (Leipzig, 19-23 Sept. 1994).
4. A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Quantum recoil effects in multiphonon loss spectra of He atom scattering from surfaces,*  
14-th European Conference on Surface Science ECOSS-14 (Leipzig, 19-23 Sept. 1994).
5. W. Mix, S. Tzanev, K.J. Snowdon, A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Energy dissipation of fast neutral argon and helium scattered at glancing incidence from Al(111),*  
14-th European Conference on Surface Science ECOSS-14 (Leipzig, 19-23 Sept. 1994).
6. W. Mix, S. Tzanev, K.J. Snowdon, A. Bilić and B. Gumhalter,  
*Energy dissipation of fast neutral argon and helium scattered at glancing incidence from Al(111),*  
European Research Conference "Particle-Solid Interactions" (San Sebastian/Donostia, Spain, 1-6 Oct. 1994).
7. T. Valla, P. Pervan and M. Milun,  
*Electron spectroscopy of noble metal ultra-thin films on V(100) surface,*  
4th European Vacuum Conference, Uppsala, Sweden, 11 - 17 June 1994.
8. P. Pervan, T. Valla and M. Milun,  
*Valence band spectroscopy of V(100) surface,*  
4th European Vacuum Conference, Uppsala, Sweden, 11 - 17 June 1994.
9. P. Pervan, T. Valla and M. Milun,  
*Photoemission study of oxygen on V(100) surface,*  
14-th European Conference on Surface Science ECOSS-14 (Leipzig, 19-23 Sept. 1994).
10. M. Milun, T. Valla and P. Pervan,  
*Influence of silver ultrathin films on oxygen chemisorbed on V(100) surface,*  
14-th European Conference on Surface Science ECOSS-14 (Leipzig, 19-23 Sept. 1994).
11. D. Čukman, M. Vuković and M. Milun,  
*Enhanced oxygen evolution on ruthenium-iridium coating on titanium in acid solution,*  
45th Meeting of the International society of electrochemistry, Porto, Portugal,  
28.8. - 2.9. 1994.

12. D. Marijan, D. Čukman, M. Vuković and M. Milun,  
*Anodic stability of electrodeposited ruthenium. Galvanostatic and XPS studies,*  
45th Meeting of the International society of electrochemistry, Porto, Portugal,  
28.8. - 2.9. 1994.

#### Seminari koje su održali suradnici projekta:

1. B. Gumhalter,  
*Indirect interactions between adsorbates in contact with quasi-one-dimensional surface electronic states,*  
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Universität Bonn, 17 May 1994.
2. B. Gumhalter,  
*Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces,*  
Max-Planck-Institut für Strömungsforschung, Göttingen, 20 May 1994.
3. B. Gumhalter,  
*Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces,*  
Universidad Autonoma de Madrid, 11 Oct. 1994.
4. B. Gumhalter,  
*Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces,*  
Laboratorio TASC, Trieste, 8 dec. 1994.
5. M. Milun,  
*Electron spectroscopy of noble metal ultrathin films on a V(100) surface,*  
Universität Bonn, 1994.
6. M. Milun,  
*Electron spectroscopy of noble metal ultrathin films on a V(100) surface,*  
Technische Universität Graz, 1994.

#### Ostale aktivnosti vezane uz projekt:

1. B. Gumhalter,  
Prisustvovanje sastanku *Programme Committee Meeting of ECOSS-14,*  
(Frankfurt/M, 14 May 1994).
2. B. Gumhalter,  
Chairman of the Plenary session, ECOSS-14 (Leipzig 19-23 Sept. 1994).
3. M. Milun,  
Chairman of the session "Surface Spectroscopy",  
14-th European Conference on Surface Science ECOSS-14 (Leipzig, 19-23 Sept. 1994).
4. M. Milun,  
Prisustvovanje sastanku Izvršnog komiteta IUUVSTA, Saltjobaden, Sweden,  
17 - 21 June 1994.
5. M. Milun,  
Tajnik Društva za vakuumsku tehniku Hrvatske (DVTH).
6. M. Milun i P. Pervan,  
Suorganizacija 2. Sastanka vakuumista Hrvatske i Slovenije, Ljubljana 1994.
7. P. Pervan,  
Član Organizacijskog odbora "Austrian, Croatian, Hungarian and Slovenian 6-th Joint Vacuum Conference", Bled 1995; Sastanak u Mariboru 1994.



8. M. Milun,  
Član Programskog komiteta "Austrian, Croatian, Hungarian and Slovenian 6th Joint Vacuum Conference", Bled 1995; Sastanci u Mariboru 1994 i Ljubljani 1995.

#### Međunarodni projekti:

1. Bilateralna suradnja sa SR Njemačkom (putem KFA Jülich):  
Projekt: *Oberflächenphysik*.  
Voditelji: Prof. K. Wandelt (Universität Bonn) i dr. B. Gumhalter (IFS).
2. ESF Assisted Collaboration Project:  
*Energy and momentum Transfer processes between fast ionized and neutral atomic and molecular beams and single crystal surfaces.*  
Voditelji: Prof. K.J. Snowdon (Universität Osnabrück) i Dr. B. Gumhalter (IFS, Zagreb).
3. ALIS (Academic Links and Interchange Scheme) Projekt:  
*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 (IFS).

## 2.10 TEORIJA KRITIČNIH POJAVA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Katarina Uzelac, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: Dr. Ivo Batistić, viši znan. suradnik  
 Dr. Eduard Tutiš, viši znan. asistent  
 Ing. Zvonko Glumac, znan. asistent  
 Ing. Krešimir Šaub, znan. asistent  
 Prof. Dr. Slaven Barišić, red. profesor (PMF)

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživanja su se odvijala u okviru nekoliko tema.

Nastavljena je numerička studija faznih prijelaza unutar pora aerogela. Provedene su Monte Carlo simulacije za 3D Pottsov model na realističnom modelu strukture aerogela dobivenom *cluster-cluster* agregacijom. *Scaling* analiza energije međuplohe i specifične topline u funkciji od dimenzija sistema za različite koncentracije aerogela pokazala je da za zadani  $q$  postoji prag u koncentraciji  $c$ , na kojem fazni prijelaz prvog reda prelazi u fazni prijelaz drugog reda.

Problem *crossovera* između prijelaza prvog i drugog reda također je ispitan i za 1D dugodosežni (homogeni) Pottsov model putem Monte Carlo simulacija.

Primjenom matrice transfera proveden je egzakti račun za nule particione funkcije u 1D Pottsovom modelu s  $q$  stanja gdje  $q$  može poprimiti kontinuirane, necjelobrojne vrijednosti. Izvedena je dualna relacija koja povezuje nule u ravnini kompleksnog polja s onima u ravnini kompleksne temperature. Analiza položaja nula pokazuje složenije ponašanje nego ono u slučaju Isingovog modela, koje se ovdje može reproducirati samo za  $q > 1$ .

U okviru slijedeće teme razvijan je matematički formalizam za opis dinamike gibanja defekata unutar elektron-fononskih (Peierls-Hubbard) modela čvrste veze. Aproksimacija srednjeg polja primjenjena na elektron-fononske sisteme u direktnom (realnom) prostoru producira stanja sistema s defektima koji su prostorno lokalizirani. U našem formalizmu predlažemo jednostavnu metodu poboljšanja aproksimacije srednjeg polja (MFA) uzimanjem u obzir pojavu tuneliranja između raznih MFA stanja sistema. Metoda omogućuje relativno jednostavnu procijenu efektivnih masa raznih vrsta defekata, procijenu vjerojatnosti raspada jednog MFA stanja u neko drugo MFA stanje, razmatranje efekata neadijabatičnosti te proučavanje raznih dinamičkih svojstava sistema na širokom spektru elektron-fononskih modela tipa čvrste veze. U tijeku je dovršavanje članka kao i raznovrsni računi kako bi se metoda testirala i usporedila s drugim poznatim metodama.

Nastavljeno je proučavanje Holsteinovog modela polarona pomoću "ekzaktne dijagonalizacije". Provedeni su numerički računi na skupu od cca. 900000 stanja, i nađena je energija i efektivna masa polarona za široko područje vrijednosti elektron-fononskog međudjelovanja. Slične račune namjeravamo provesti radi određivanja frekvencijske ovisnosti vodljivosti, kao i procjene temperaturnih efekata i ponašanja.

Proučavan je, nadalje, utjecaj jakih odbojnih elektron-elektron međudjelovanja na svojstva niskodimenzionalnih elektronskih sistema, s naglaskom na modele  $\text{CuO}_2$  ravnina visokotemperaturnih supravodiča. Posebno smo se bavili tipovima pobuda u modelima s dugodosežnim kulonskim međudjelovanjem te utjecajem tog međudjelovanja na stabilizaciju sistema. Pokazali smo da su dobivene fluktuacije naboja i raspršenje elektrona na njima odgovorne za anomalno ponašanje elektronskog Ramanovog spektra u visokotemperaturnim supravodičima. Anomalija se sastoji u pojavi platoa u spektru raspršene svjetlosti koji se proteže kroz energetska skalu reda 1eV. Polarizaciona ovisnost dobivenog spektra tako-

der se kvalitativno slaže s eksperimentom. Sam elektronski spektar pokazuje duge repove opažene u eksperimentu.

#### Objavljeni radovi:

1. Z. Glumac and K. Uzelac,  
*The partition function zeros in the one-dimensional q-state Potts model,*  
J. Phys. A: Math. Gen. 27 (1994) 7709-7717.
2. K. Uzelac, A. Hasmy, R. Jullien,  
*Numerical study of phase transitions in the pores of an aerogel,*  
Phys. Rev. Lett. 74 (1995) 422-425.
3. H. Nikšić, E. Tutiš, S. Barišić,  
*The effect of large  $U_d$  on the Raman spectrum in the copper-oxide superconductors,*  
Physica C 241 (1995) 247-256

#### Radovi prihvaćeni za tisak:

1. J. Mustre de Leon, I. Batistić, A.R. Bishop, S.D. Conradson, and S. A. Trugman,  
*Reply to Comment on "Polaron Origin for Anharmonicity of the Axial Oxygen in  $YBa_2Cu_3O_7$ ",*  
Phys. Rev. Lett.

#### Radovi u pripremi za tisak:

1. I. Batistić, A.R. Bishop,  
*Modeling of the localized defects dynamics in MFA and RPA .*
2. A. Saxena, I. Batistić, M. Alouani, and A.R. Bishop,  
*Electron spin resonance (ESR) spectra of nonlinear excitations in MX chain solids.*

#### Radovi u zbornicima konferencija:

1. A. Smontara, Ž. Bihar, K. Biljaković, E. Tutiš, D. Šokčević, S.N. Artemenko,  
*Heat transport in charge-density wave systems,*  
str. 543-563 u "Thermal conductivity 22", Technomic Publishing Co., 1994.
2. E. Tutiš, S. Barišić,  
*Charge Fluctuations in the copper-oxide planes and the electron-phonono couplings,*  
Physica C 235-240 (1994) 2181-2182.
3. H. Nikšić, E. Tutiš, S. Barišić, *Raman Spectrum and Charge Fluctuations in the copper-oxide superconductors,*  
Physica C 235-240 (1994) 2179-2180.
4. K. Uzelac, A. Hasmy, R. Jullien,  
*A numerical study of phase transitions inside the pores of aerogels,*  
Journal of non Crystalline Solids, Proceedings of the fourth International Symposium on Aerogels (ISA4) Berkeley, september 94.

### Međunarodni znanstveni skupovi i predavanja:

1. E. Tutiš:  
*Electronic Spectrum nad charge fluctuation in the CuO<sub>2</sub> planes,*  
kratko saopćenje na *Miniworkshop on Strong Correlations and Quantum Critical Phenomena* (ICTP, Trieste), 11-22.7.1994.
2. E. Tutiš:  
*Charge fluctuations in the CuO<sub>2</sub> planes of high temperature superconductors,*  
seminar održan na Institutu Jozef Stefan, Ljubljana, 24.11.1994.
3. K. Uzelac:  
*Transition de phase dans les pores d'un aérogel: une approche numérique,*  
predavanje održano 1.12.1994. na Laboratoire des sciences des matériaux vitreux,  
Université Montpellier II, Montpellier, Francuska.

### Domaći znanstveni skupovi:

1. I. Batistić, Z. Glumac, E. Tutiš, K. Uzelac,  
*Teorija jako kritičnih pojava i jako koreliranih sistema,*  
knjiga sažetaka, prvi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 28.30.  
rujna 1994.
2. E. Tutiš:  
*Teorija visokotemperaturnih supravodiča,*  
predavanje na sastanku HFD 29.9.1994.

### Doktorske disertacije:

1. Eduard Tutiš,  
*Utjecaj jakog Coulombovog međudjelovanja na elektrone i fonone u visokotemperaturnim supravodičima,*  
Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1994., disertacija.

### Međunarodni projekti:

1. EEC Projekt No. CI1\*0568-C(EDB)  
*Single crystal studies of high temperature superconductors,*  
glavni istraživač: prof. S. Barišić, koordinator: dr. I. Batistić.
2. bilateralna suradnja s Francuskom  
*Kritične pojave i fazni prijelazi u kvantnim sistemima,*  
koord. K. Uzelac (IFS) - R.Jullien (Univ. Montp., Fr).

# 3

## OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA

### 3.1 SEMINARI

**VODITELJI SEMINARA:** dr. B. Hamzić i dr. I. Batistić (do 1.11.1994.)  
dr. D. Veža i dr. E. Tutiš (od 1.11.1994.)

19. siječnja: dr. D. Mihailović  
Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija  
POLARONI U VISOKOTEMPERATURNIM SUPERVODIČIMA
13. siječnja: dr. J. Souletie  
CRTBT/CNRS, Grenoble, France  
HIERARCHICAL SCALING: AN APPROACH TO SLOW DYNAMICS IN  
GLASSES, SPIN GLASSES AND OTHER CORRELATED SYSTEMS
3. veljače: dr. S. Milošević  
Institut za fiziku Sveučilišta, Zagreb  
LASERSKA SPEKTROSKOPIJA MJEŠAVINA METALA U PARI I  
PLAZMI
17. veljače: mr. V. Tutiš  
Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb  
KAKO NASTAJE PROGNOZA VREMENA
23. veljače: dr. M. Apostol  
Institute of Atomic Physics, Bucharest, Rumunjska  
FIELD-INDUCED SPIN-DENSITY WAVE IN A WEAK-COUPPLING  
LAYERED STRUCTURE
2. ožujka: dr. D. Kirin  
Institut Ruder Bošković, Zagreb  
DINAMIKA REŠETKE POLUKRUTIH MOLEKULA
10. ožujka: dr. A. Levstik  
Institut "Jožef Stefan", Sveučilište u Ljubljani, Slovenija  
DIELEKTRIČNA SPEKTROSKOPIJA DEUTERONSKIH SPINSKIH  
STAKALA
31. ožujka: dr. J.R. Cooper  
Institut za fiziku Sveučilišta, Zagreb  
RECENT RESULTS ABOUT THE EFFECT OF OXYGEN DEFICIENCY AND Zn  
DOPING ON YBCO
6. travnja: prof. Zvezdana Roller-Lutz  
Universität Bielefeld, Fakultät für Physik, Bielefeld, Germany

SUDARI IONA SA ATOMIMA U LASEROM PRIREĐENOM  
(n,l,m) KVANTNOM STANJU

21. travnja: **dr. Goranka Bilalbegović**  
FAZNA SEPARACIJA I OBLICI KRISTALA
15. lipnja: **prof. K. Maki**  
University of Southern California, USA  
d-WAVE SUPERCONDUCTOR AS A MODEL OF  
HIGH  $T_c$  SUPERCONDUCTOR
14. srpnja: **dr. A. Winkler**  
Institut für Festkörperphysik Technical University, Graz, Austria  
GAS-SURFACE INTERACTION
- 30 rujna: **dr. László Forró**  
Ecole Polytechnique, Lausanne, Švicarska  
MONOMERI, DIMERI, POLIMERI U FULLERIDIMA: FIZIKA  $A_1C_{60}$   
SPOJEVA (A = K, Rb, Cs)
13. listopada: **dr. Branko Pivac**  
Institut Ruder Bošković, Zagreb  
MIKROELEKTRONIKA: ZNANOST I TEHNOLOGIJA
14. studenog: **prof. D. Phil Woodruff**  
Warwick University, England  
PHOTOELECTRON DIFFRACTION FOR QUANTITATIVE DETERMINATION  
OF ADSORPTION STRUCTURES ON SURFACES
15. studenog: **prof. P. Prelovšek**  
Institut Jozef Štefan, Ljubljana, Slovenija  
DINAMIKA SPINSKIH I NABOJNIH POBUĐENJA  
U KORELIRANIM SISTEMIMA

## 3.2 BIBLIOTEKA

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

**STRUČNI SURADNIK:** mr.Jadranko Gladić, znanstveni 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.

### FOND BIBLIOTEKE:

1. knjige 4263
2. periodika 122 naslova
3. diplomske radnje 109
4. magistarske radnje 109
5. disertacije 81
6. katalozi periodike 24

U toku 1994. godine nabavljeno je 254 knjiga. Na dar je primljeno 254 knjige.

### STATISTIKA IZDANIH INFORMACIJA I POSUDBA BIBLIOTEČNE GRAĐE:

1. Posuđeni časopisi i knjige za izradu kopija: 1236
2. Posuđene knjige: 80
3. Čitaonica - izdani časopisi: 1002
4. Međubibliotečna posudba
  - (a) zahtjevi putem pošte
    - i. primljenih zahtjeva: 35
    - ii. upućenih zahtjeva 22
  - (b) zahtjevi putem telefona ili osobno
    - i. primljenih zahtjeva: 52
    - ii. upućenih zahtjeva: 81

### KORISNICI:

- Znanstveno-istraživačko osoblje: 43
- Znanstveno-nastavno osoblje: 20
- Studenti: 420
- Ostali: 30
- Ukupno: 519.

### 3.3 IZVJEŠĆE O NAPREDOVANJU SURADNIKA

#### Magistarski rad izrađuju:

A. Aničić  
Ž. Bihar  
A. Bilić  
S. Dolanski Babić  
Ž. Mioković

#### Doktorsku disertaciju izrađuju:

N. Biškup  
Đ. Drobac  
mr. J. Gladić  
Z. Glumac  
B. Horvatić  
mr. Ž. Marohnić  
K. Šaub

#### Magistrirali:

mr. I. Aviani  
mr. I. Kos  
mr. H. Skenderović  
mr. T. Valla

#### Doktorirali:

dr. M. Miljak  
dr. E. Tutiš

#### Napredovali u zvanje znanstvenog asistenta:

mr. D. Azinović  
mr. V. Horvatić

#### Napredovao u zvanje znanstvenog suradnika:

dr. R. Beuc

#### Napredovali u zvanje višeg znanstvenog suradnika:

dr. O. Milat  
dr. M. Movre

#### Napredovali u zvanje znanstvenog savjetnika:

dr. B. Gumhalter  
dr. V. Zlatić



### 3.4 UČESTVOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSTDIPLOMSKOJ NASTAVI

#### Dodiplomska nastava:

- G. Pichler,  
Eksperimentalne metode atomske fizike: 2+1,2+0  
PMF, IV. god. inž. fiz.
- E. Tutiš,  
Ireverzibilni procesi: 2+1, 2+1  
PMF, III. god. inž. fiz.
- V. Vujnović,  
Astronomija i astrofizika: 0+0, 2+1  
Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, Split  
Pedagoški fak. Osijek, III. god. prof. mat. fiz.
- V. Vujnović,  
Spektroskopija ioniziranih plinova: 2+1, 0+0  
PMF, IV. god. inž. fiz.

#### Postdiplomska nastava:

- I. Batistić,  
Teorija faznih prijelaza: 0+12  
PD studij fizike, smjer Fizike čvrstog stanja
- Z. Glumac,  
Teorija faznih prijelaza: 0+12  
PD studij fizike, smjer Fizike čvrstog stanja
- B. Gumhalter,  
Neadijabatski i lokalizirani procesi na površinama: 25+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,  
Fizika lasera: 12+12  
PD ETF Zagreb
- V. Zlatić,  
Teorija mnoštva čestica: 25+12  
PD studij fizike, smjer Fizike čvrstog stanja

### 3.5 KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI

#### AZINOVIĆ D.

- Seminar, Njemačka 08.06. – 10.06.1994.
- EGAS, Španjolska 11.07. – 16.07.1994.

#### BATISTIĆ I.

- Studijski boravak, SAD 17.10. – 06.12.1994.

#### BILJAKOVIĆ K.

- Radni posjet, Slovenija 11.02.1994.
- Studijski boravak, Francuska 20.04. – 20.05.1994.
- Službeni put, Austrija 27.06. – 28.06.1994.
- Studijski boravak, Francuska 03.07. – 06.08.1994.
- Konferencija, Koreja 24.07. – 29.07.1994.
- Studijski boravak, Francuska 26.10. – 24.12.1994.

#### BIŠKUP N.

- Studijski boravak, Francuska 09.06. – 02.07.1994.

#### COOPER J.

- Studijski boravak, Engleska 01.01. – 31.12.1994.

#### DEMOLI N.

- Radni posjet, Varaždin 20.05. – 21.05.1994.
- Konferencija, SAD 20.07. – 02.08.1994.
- Studijski boravak, Njemačka 15.03. – 15.05.1994.
- Studijski boravak, Njemačka 01.10. – 31.12.1994.

#### GUMHALTER B.

- Studijski boravak, Njemačka 13.05. – 20.05.1994.
- Konferencija, Poljska 06.06. – 12.06.1994.
- Konferencija, Italija 07.07. – 29.07.1994.
- Konferencija, Engleska, 04.09. – 09.09.1994.
- Konferencija, Njemačka 19.09. – 24.09.1994.
- Konferencija, Španjolska 30.09. – 14.10.1994.
- Stud. boravak i seminar, Italija 06.12. – 13.12.1994.

#### HORVATIĆ V.

- Studijski boravak, Njemačka 28.06.93. – 15.03.95.

KNEZOVIC S.

- Studijski boravak, Njemačka 31.08. – 01.12.1994.

LOVRIC D.

- Specijalizacija, Švedska 01.11.93. – 31.12.94.

MILAT O.

- Radni posjet, Slovenija 26.05.1994.
- Konferencija i kongr. , Franc. i Belg. 04.07. – 24.07.1994.
- Radni posjet, Slovenija 29.09. – 30.09.1994
- Radni posjet, Slovenija 06.10. – 07.10.1994.

MILOSEVIC S.

- Studijski boravak, Danska 01.05.94. – 31.04.95.

MILUN M.

- Konferencija, Švedska 12.06. – 21.06.1994.
- Konferencija, Njemačka 19.09. – 24.09.1994.
- Radni posjet, Slovenija 22.10.1994.
- Seminar, Austrija 21.11.1994.
- Službeni put, Njemačka 18.12. – 21.12.1994.

MOVRE M.

- Studijski boravak, Njemačka 01.02. – 31.03.1994.

PERVAN P.

- Radni posjet, Slovenija 26.05.1994.
- Radni posjet, Slovenija 14.06.1994.
- Studijski boravak, Engleska 23.08. – 11.09.1994.
- Konferencija, Njemačka 19.09. – 24.09.1994.
- Konferencija, Slovenija 04.10. – 08.10.1994.
- Radni posjet, Slovenija 22.10.1994.
- Službeni put, Njemačka 18.12. – 21.12.1994.

PICHLER G.

- Radni posjet, Austrija 27.05. – 02.06.1994.
- Studijski boravak, Njemačka 01.02. – 31.03.1994.
- Konferencija, Kanada 09.06. – 18.16.1994.
- Studijski boravak, Njemačka 08.07. – 22.07.1994.
- Radni posjet, Njemačka 19.09. – 20.09.1994.
- Studijski boravak, Austrija 14.11. – 13.12.1994.
- Radni posjet, Austrija 16.12.1994.

PRESTER M.

- Konferencija, Austrija 24.01. – 28.01.1994.
- Konferencija, Italija, Francuska 13.06. – 19.07.1994.

SKENDEROVIĆ H.

- Studijski boravak, Austrija 01.03. – 01.04.1994.

SMONTARA A.

- Studijski boravak, Francuska 14.02. – 12.03.1994.
- Radni posjet, Varaždin 20.05. – 21.05.1994.
- Službeni put, Kina 10.07. – 20.07.1994.

TOMIĆ S.

- Studijski boravak, Francuska 24.04. – 11.05.1994.
- Radni posjet, Varaždin 20.05. – 21.05.1994.
- Konferencija, Japan 30.07. – 09.08.1994.
- Studijski boravak, Francuska 28.11. – 19.12.1994.

TUTIŠ E.

- Konferencija, Francuska 04.07. – 10.07.1994.

UZELAC K.

- Studijski boravak, Francuska 21.11. – 06.12.1994.

VADLA. Č.

- Studijski boravak, Njemačka 13.02. – 13.03.1994.
- Studijski boravak, Njemačka 01.11. – 30.11.1994.

VEŽA D.

- Studijski boravak, SAD 14.11. – 22.11.1994.

VUJNOVIĆ V.

- Studijski boravak, Austrija 20.01. – 21.01.1994.
- Radni posjet, Zadar 21.02. – 22.02.1994.
- Radni posjet, Austrija 08.03. – 09.03.1994.
- Radni posjet, Split 21.04. – 22.04.1994.
- Radni posjet, Austrija 18.05. – 20.05.1994.
- Radni posjet, Austrija 24.06.1994.
- Radni posjet, Rijeka 30.06.1994.
- Radni posjet, Split 18.07. – 20.07.1994.
- Radni posjet, Austrija 05.09. – 06.09.1994.
- Radni posjet, Austrija 13.10.1994.
- Radni posjet, Austrija 12.12. – 13.12.1994.

VUKIČEVIĆ D.

- Studijski boravak, Njemačka 01.07.1993. – 01.07.1994.
- Studijski boravak, Francuska

ZLATIĆ V.

- Radni posjet, Italija 07.07. – 22.07.1994.
- Studijski boravak, Njemačka, Engleska 05.09. – 24.09.1994.
- Studijski boravak, Italija 10.10. – 14.10.1994.