

**INSTITUT ZA FIZIKU  
Z A G R E B**

**GODIŠNJI IZVJEŠTAJ  
ZA 1995. GODINU**

**BIJENIČKA C.46,P.P.304, 10000 ZAGREB-REPUBLIKA HRVATSKA  
TELEFON: (01)271-211, TELEFAX:(01)421-156, 271-544**

## Sadržaj

<b>1. STRUKTURA INSTITUTA .....</b>	<b>4</b>
1.1 ORGANI UPRAVLJANJA I STRUČNI ORGANI.....	4
1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA.....	4
<b>2. IZVJEŠTAJI O RADU NA ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKIM PROJEKTIMA.....</b>	<b>7</b>
2.1. SUDARNI PROCESI U PARAMA I PLAZMI ALKALIJSKIH METALA.....	8
2.2. LASERSKA SPEKTROSKOPIJA EKSIMERA I EKSIPIKSA.....	10
2.3. DIJAGNOSTIKA ATOMSKIH SISTEMA I FIZIKA KOHERENTNIH POLJA.....	15
2.4. NOVI ANIZOTROPNI ORGANSKI VODIČI I SUPRAVODIČI.....	19
2.5. ELEKTRONSKA SVOJSTVA METALNIH I KERAMIČKIH SISTEMA.....	25
2.6. ISTRAŽIVANJE JAKO KORELIRANIH ELEKTRONSKIH SISTEMA.....	28
2.7. KORELIRANI PODSISTEMI U SUPERIONSKIM VODIČIMA I POLUVODIČIMA.....	31
2.8. MODULIRANI NISKODIMENZIONALNI ANORGANSKI SISTEMI.....	35
2.9. ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA POVRŠINA I ADSORBATA.....	44
2.10. TEORIJA KRITIČNIH POJAVA.....	51
<b>3. OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA.....</b>	<b>54</b>
3.1. SEMINARI.....	54
3.2. BIBLIOTEKA.....	57
3.3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA.....	58
3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSILIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI.....	58
3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORA VCI U1995.....	60
<b>4. FINACIJSKI POKAZATELJI.....</b>	<b>63</b>
4.1. PRIHODI ZNANSTVENIH PROJEKTA.....	63
4.2. RAČUN UKUPNIH PRIHODA I IZDATAKA.....	64

# 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:

Dr. Vladis Vujnović, predsjednik

Dr. Katarina Uzelac, zamjenik predsjednika

## 1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA

### Znanstvenici:

Ivica Aviani, mr. fiz.znanosti- asistent

Davorka Azinović, dr. fiz.znanosti- viši asistent

Ivo Batistić, dr. fiz.znanosti- viši znan.suradnik

Robert Beuc, dr. fiz.znanosti- znanstveni suradnik

Katica Biljaković, dr. fiz.znanosti- viši znan.suradnik

John R. Cooper, dr. fiz.znanosti- viši znan.suradnik

Nazif Demoli, dr. fiz.znanosti- viši asistent

Đuro Drobac, dipl.inž. fiz.znanosti- asistent

Jadranko Gladić, mr. fiz.znanosti- asistent

Zvonko Glumac, dipl.inž. fiz.- asistent

Branko Gumhalter, dr. fiz.znanosti- znan.savjetnik

Bojana Hamzić, dr.fiz. znanosti-znanstveni suradnik

Berislav Horvatić, dipl.inž. fiz.- asistent

Vlasta Horvatić, mr. fiz.znanosti- asistent

Jovica Ivkov, dr. fiz.znanosti- znanstveni suradnik

Stipe Knezović, mr. fiz.znanosti- asistent

Davorin Lovrić, dr. fiz.znanosti- viši asistent

Jagoda Lukatela, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Željko Marohnić, mr. fiz. znanosti- asistent  
 Ognjen Milat, dr. fiz. znanosti- viši znan. suradnik  
 Slobodan Milošević, dr. fiz. znanosti- viši znan. suradnik  
 Milorad Mišun, dr. fiz. znanosti- viši znan. suradnik  
 Marko Miljak, dr. fiz. znanosti- viši asistent  
 Mladen Movre, dr. fiz. znanosti- viši znan. suradnik  
 Miroslav Očko, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Petar Pervan, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Goran Pichler, dr. fiz. znanosti- znanstveni savjetnik  
 Mladen Prester, dr. fiz. znanosti- viši asistent  
 Ana Smontara, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Krešimir Šaub, dipl. inž. fiz. znanosti- asistent  
 Silvia Tomić, dr. fiz. znanosti- viši znanstveni suradnik  
 Eduard Tutiš, dr. fiz. znanosti- viši asistent  
 Katarina Uzelac, dr. fiz. znanosti- viši znanstveni suradnik  
 Čedomil Vadla, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Damir Veža, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Zlatko Vučić, dr. fiz. znanosti- znanstveni suradnik  
 Vladis Vujnović, dr. fiz. znanosti- znanstveni savjetnik  
 Veljko Zlatić, dr. fiz. znanosti- znanstveni savjetnik

#### **Znanstveni novaci:**

Ante Aničić, mr. fiz. znanosti- istraživač suradnik  
 Ante Bilić, dipl. inž. fiz.  
 Nevenko Biškup, mr. fiz. znanosti  
 Matko Milin, dipl. inž. fiz.  
 Hrvoje Skenderović, mr. fiz. znanosti  
 Damir Starešinić, dipl. inž. fiz.  
 Ognjen Škunca, dipl. inž. fiz.  
 Tonica Valla, mr. fiz. znanosti- istraživač suradnik

#### **Tehničari:**

Krešimir Drvodelić, ostali poslovi II vrste  
 Branko Kiš, viši tehničar II vrste  
 Vilim Lepčin, tehničar III vrste (12.05.1995.-invalidska mirovina)  
 Marjan Marukić, viši tehničar II vrste  
 Josip Pogačić, viši tehničar II vrste  
 Milan Sertić, tehničar III vrste  
 Alan Vojnović, viši tehničar II vrste  
 Milan Vukelić, tehničar III vrste

**Opći i zajednički poslovi:**

Mladen Bakale, namještenik III vrste  
Ivanka Bakmaz, namještenik III vrste  
Marija Baričević, namještenik III vrste  
Golubica Begić, namještenik bez spreme  
Dragica Dupelj, namještenik bez spreme  
Marica Fučkar-Marasović, prof.- bibl.spec.  
Željko Kneclin, dipl.oec.- šef računovodstva  
Matilda Kolarić, namještenik niže spreme  
Nevenka Kralj, namještenik III vrste  
Vesna Lončarević, namještenik niže spreme  
Darko Oštarčević, namještenik niže spreme  
Jadranka Rajić, dipl. pravnik- tajnik Instituta  
Vera Rogin, namještenik bez spreme  
Željko Rogin, namještenik II vrste zvanja  
Draženka Zajec, namještenik niže spreme

## **2. IZVJEŠTAJI O RADU NA ZNANSTVENO- ISTRAŽIVAČKIM PROJEKTIMA**

Fundamentalna znanstvena istraživanja organizirana su po projektima financiranim od Ministarstva znanosti i tehnologije :

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

## 2.1 SUDARNI PROCESI U PARAMA I PLAZMI ALKALIJSKIH METALA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Čedomil Vadla

SURADNICI: dr. Damir Veža  
mr. Vlasta Horvatić  
dr. Mladen Movre  
dr. Robert Beuc

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživani su procesi sudarnog prijenosa elektronske energije pobude u mješavinama alkalijskih para i plemenitih plinova.

Metodom laserske apsorpcije i fluorescencije mjereni su udarni presjeci za prijenos energije pobude u procesu  $Ba\ 6s5d\ ^1D_2 \rightarrow 6s5d\ ^3D_1$  uzrokovanom sudarima s atomima helija, argona i ksenona. Metastabilni nivoi  $6s5d\ ^1D_2$  i  $6s5d\ ^3D_1$  napućivani su radijativnom i sudarnom relaksacijom optički pobuđenog  $6s6p\ ^3P_1^0$  stanja. U okviru predloženog modela sa četiri nivoa, koji uključuje  $6s^2\ ^1S_0$ ,  $6s6p\ ^3P_1^0$ ,  $6s5d\ ^1D_2$  i  $6s5d\ ^3D_1$  stanja, opisani su procesi napućivanja i pražnjenja barijevih metastabila u atmosferi plemenitog plina i određeni odgovarajući udarni presjeci [4].

Nastavljena su istraživanja prijenosa energije pobude u sudarima dvaju pobuđenih atoma ("energy pooling" - EP). Primjena originalne metode evaluacije koja se temelji na emisiji kvazistatičkih krila spektralnih linija kao standarda optičkog zračenja omogućava mjerenje udarnih presjeka za EP procese pri gustoćama atoma u osnovnom stanju znatno višim od onih do sada uobičajenih u sličnim eksperimentima, a time i određivanje eksperimentalnih vrijednosti s manjom pogreškom. Metoda je testirana u sustavu  $Na^* + Na^*$  te je izmjeren udarni presjek za proces  $Na^*(3P) + Na^*(3P) \rightarrow Na^{**}(4D) + Na(3S)$  koji je u vrlo dobrom slaganju s postojećim rezultatima. Metoda je primijenjena pri mjerenju udarnih presjeka u sustavu  $Cs^* + Cs^*$  gdje je određen udarni presjek za proces  $Cs^*(6P) + Cs^*(6P) \rightarrow Cs^{**}(6D) + Cs(6S)$ , a po prvi put su istraživani EP procesi koji uključuju alkalijske atome pobuđene u stanja viša od rezonantnog, tj.  $Cs^*(6P) + Cs^*(5D) \rightarrow Cs^{**}(7D) + Cs(6S)$  i  $Cs^*(5D) + Cs^*(5D) \rightarrow Cs^{**}(7F) + Cs(6S)$ , za koje su procijenjeni pripadni udarni presjeci [6].

Koristeći dvofotonsku pobudu  $Na(4D)$  nivoa mjereno je, metodom laserske fluorescencije, prijenos energije pobude u procesu  $Na(4D) \rightarrow Na(4F)$  uzrokovan sudarima s atomima natrija, argona i helija u osnovnom stanju te su određeni odgovarajući udarni presjeci.

Proveden je teorijski račun procesa Penning ionizacije koji se javljaju u termičkim sudarima metastabilnih  $He^*(2^3S)$  i  $He(2^1S)$  atoma sa atomima Ca u osnovnom stanju. Izračunate su *ab initio* potencijalne krivulje i autoionizacijske širine, te su određeni energijski spektri elektrona i udarni presjeci za ionizaciju. Dobiveno je vrlo dobro slaganje s mjerenim spektrima [7].

**Radovi u časopisima:**

1. J. Brust, D. Veza, M. Movre and K. Niemax,  
*Collisional excitation transfer between lithium isotopes*, Z. Phys. D **32** (1995) 305-309.
2. V. Horvatic, D. Veza, M. Movre, K. Niemax and C. Vadla,  
*Collision cross sections for excitation energy transfer in  $Na^*(3P_{1/2}) + K(4S_{1/2}) \Leftrightarrow Na^*(3P_{3/2}) + K(4S_{1/2})$  processes*, Z. Phys. D **34** (1995) 163-170.
3. C. Vadla, K. Niemax, V. Horvatic 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 **34** (1995) 171-184
4. C. Vadla and V. Horvatic,  
*The  $6s5d^1D_2 \Rightarrow 6s5d^3D_J$  excitation energy transfer in barium induced by collisions with He, Ar and Xe atoms*, FIZIKA A **4** (1995) 463-472

**Radovi u fisku:**

5. V. Horvatic, C. Vadla, M. Movre and K. Niemax,  
*The collision cross section for the fine-structure mixing of caesium 6P levels induced by collisions with potassium atoms*, Z. Phys. D
6. C. Vadla, K. Niemax and J. Brust,  
*Energy pooling in cesium vapor*, Z. Phys. D
7. M.-W. Ruf, A.J. Yench, H. Hotop, M. Movre, C. Kerner, S. Zillig and W. Meyer,  
*The Interaction of Metastable Helium Atoms with Alkaline Earth Atoms:  $He^*(2^3S, 2^1S) + Mg, Ca, Sr$  and  $Ba$* , Z. Phys. D

**Međunarodni projekti:**

1. Ni 185/17-1 "Energietransfer"  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (BRD) via Institut für Physik, Universität Hohenheim, Stuttgart, SR Njemačka  
(voditelj: dr. Čedomil Vadla)
2. JF107 "Spectroscopy of rare earths/alkali vapours"  
NIST, USA  
(voditelj: dr. Damir Veža)



## 2.2 LASERSKA SPEKTROSKOPIJA EKSIMERA I EKSIPLEKSA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Goran Pichler

SURADNICI: dr. Slobodan Milošević  
dr. Davorka Azinović

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Primjena intermetalnih eksimera ovisi o spektralnom položaju njihovih apsorpcijskih i emisionih difuznih vrpca. Do sada istražene LiIB i NaIB eksimerske molekule pružaju određene mogućnosti za primjenu kod novih izvora svjetlosti i novih laserskih sistema u plavom području spektra. Intermetalni eksimeri KCd i KHg imaju svoje difuzne vrpce u crvenom i infracrvenom dijelu spektra. Koristeći laserom induciranu kemiluminescenciju uspjelo nam je proizvesti KCd i KHg eksimere u pobuđenom stanju i izmjeriti njihov emisijski spektar, (1) i (2). Dobiveno je zadovoljavajuće slaganje s kvantnomehničkim simulacijama.

U području nelinearne spektroskopije povezanost mjenog intenziteta s vjerojatnošću prijelaza nije linearna. U radu (3) opisana je metoda kojom se ta nelinearna funkcionalna povezanost može odrediti nezavisno od poznavanja temperature molekula. Ova metoda ima zanimljivu primjenu pri određivanju temperature vrućih plinova u motorima s unutrašnjim sagorijevanjem metodom degeneriranog četverovalnog miješanja (DFWM).

Razvoj fizike sudara ultrahladnih atoma gdje značajnu ulogu igraju sudari pobuđenih atoma obnovio je i interes za te sudare (energy pooling) i na normalnim temperaturama. U suradnji s kolegama iz Pise (Italija), Lehigha (USA) i Copenhagena (Danska) proučavani su sudari pobuđenih atoma na nekoliko sistema, cezij, barij i natrij-kalij. U radu (4) prikazana su mjerenja termalnih sudara dvaju atoma cezija u 6P stanju pobuđenih diodnim laserima unutar metalne pare u kapilarnoj kivetki. Udarni presjek za proces  $Cs(6P_{3/2}) + Cs(6P_{3/2}) \rightarrow Cs(7P_{3/2,1/2}) + Cs(6S_{1/2})$  mjen je po prvi puta. U radu (3P) korišten je Ti:safir laser za pobudu atoma u velikoj kivetki uz određivanje prostorne raspodjele pobuđenih atoma probnim laserom. Određeni su udarni presjeci za stvaranje atoma u 7P, 6D, 8S i 4F stanju atoma cezija.

Primjena pulsnog lasera plave boje na 468 nm pokazala se izuzetno uspješna pri stvrdnjavanju kompozitnih materijala koji se koriste u stomatologiji. Utvrđeno je da se postotak polimerizacije popeo kod nekih uzoraka na skoro 85 %, što je znatno više nego pri osvjetljavanju kontinuiranom plavom svjetlošću halogene žarulje, koja se primjenjuje u standardnoj stomatološkoj praksi (5). Utvrđena je i mogućnost da se primjenom pulsnog lasera kontrakcija kompozita pri stvrdnjavanju svede na minimum, što je u suprotnosti s dosadašnjim znanjem o fotopolimerizaciji.

**Objavljeni radovi:**

1. Azinović D., Pichler G., Milošević S.: *Photochemical production of KCd excimer bands*, Chem.Phys.Lett., 233 (1995) 477-482.
2. Azinović D., Milošević S., Pichler G.: *Photochemical Population of KHg\* States*, Chem.Phys., 196 (1995) 267-273.
3. Klamming A., Motzkus M., Lochbrunner S., Pichler M., Kompa K., Hering P.: *Rotational and vibrational temperature determination by DFWM spectroscopy*, Appl.Phys.B, 61 (1995) 311-318.
4. S. Milošević, F. De Tomasi, F. Fuso and M. Allegrini, *Thermal-Energy Pooling in Cesium Vapour*, Europhys.Lett. 32 (1995) 703-708.
5. Z. Tarle, A. Meniga, M. Ristić, J. Šutalo, G. Pichler, *Polymerization of composites using pulsed laser*, Eur. J. Oral Sci. 103 (1995) 394-398.

**Radovi prihvaćeni za tisak:**

1. D. Azinović, X. Li, S. Milošević and G. Pichler: *Photoassociation and bound-bound excitation into  $2^2\Pi$  state of LiZn, LiCd and NaZn molecules*, Phys.Rev.A.
2. D. Azinović, S. Milošević and G. Pichler, *Cross section for the photochemical formation of the NaZn ( $2^2\Pi$ ) excimer*, accepted in Z.Phys.D At.Mol.Clusters.
3. Z. J. Jabbour, J. Huennekens, M. Allegrini, S. Milosevic and F. de Tomasi,  *$6P_J+6P_J$  Energy Pooling Collisions in Cesium: Cross section Measurements for  $7P$ ,  $6D$ ,  $8S$  and  $4F$* , Phys. Rev. A.

**Radovi poslani u tisak:**

1. D. Gruber, X. Li, L. Windholz, M. M. Gleichmann, B. A. Hess, I. Vezmar and G. Pichler, *The LiHg ( $X_{1/2}$ ) ground state*, submitted to Journal of Physical Chemistry, (1996).
2. V. Henč Bartolić and G. Pichler, *Satellite bands in the quasi-static wings of Tl and In resonance lines broadening by Hg*, submitted to FLZIKA A, (5, November, 1995)
3. L. Lehr, M. Motzkus, G. Pichler, K. L. Kompa and P.Hering, *Temperature determination of transient species by DFWM*, submitted to Journal of Chemical Physics, (30, October, 1995).

4. A. Meniga, Z. Tarle, M. Ristić, J. Šutalo and G. Pichler, *Pulsed laser curing of hybrid composite resins*, submitted to Journal of Materials Science, Biomedical Materials, (January, 1996).

5. G. De Filippo, S. Guldberg-Kjaer, S. Milošević and J.O.P. Pedersen, *Energy pooling in barium with  $6p\ ^1P_1$  state excitation*, submitted to J.Phys.B: At.Mol.Clusters, (Aug. 1995).

#### Rad u zborniku:

1. Milošević S.: *Diffuse Bands in Intermetallic Excimers*. Spectral Line Shapes Vol. 8 (ur. May David A., Drummond J. R., Oks Eugene), Spectral Line Shapes 12th, Toronto, , 13.06.1994-17.06.1994., New York, 1995, 391-405.
2. Pichler G., Azinović D., Milošević S.: *Energy Transfer and Energy Pooling Collisions in LiCd Systems*. Spectral Line Shapes Vol. 8 (ur. May. D. A., Oks E., Drummond J. R.), Spectral Line Shapes 12th, Toronto, 13.06.1994-17.06.1994., New York, 1995, 256-257.

#### Sažetak u zborniku

1. De Filippo G., Milošević S., Pedersen J.: *Energy pooling collisions in barium:buffer gas effect on metastable states*. 5th EPS Conference on Atomic and Molecular Physics (ur. Pick R., Thomas G.),3.04.1995-7.04.1995., Edinburgh, 1995, 169-169.
2. Motzkus M., Lochbrunner S., Pichler G., Kompa K., Hering P.: *Four-Wave-Mixing Spectroscopy of the formation of sodium hydride in Na(nl)-H<sub>2</sub> collisions with different electronic excitation*. 5th EPS Conference on Atomic and Molecular Physics, Edinburgh, (ur. Pick R., Thomas G.), 03.04.1995-07.04.1995. 732-732.
3. Azinović D., Milošević S., Pichler G.: *Photoassociation to the alkali-group IIB 2II states*. 5th EPS Conference on Atomic and Molecular Physics 5th EPS Conference on Atomic and Molecular Physics, Edinburgh, 3.04.1995-7.04.1995. (ur. Pick R., Thomas G.), 794-794.
4. Pichler G., Azinović D., Milošević S.: *<sup>7</sup>LiCd formation by single photon OODR excited <sup>7</sup>Li<sub>2</sub> (F) and Cd reactive collision*. 5th EPS Conference on Atomic and Molecular Physics 5th EPS Conference on Atomic and Molecular Physics, Edinburgh, 03.04.1995-07.04.1995., (ur. Pick R., Thomas G.), 795-795.

5. Pichler M., Pichler G., Azinović D., Milošević S.: *Complex resonance energy transfer in LiH-Li system. Complexity and order in matter*, (ur. Bosanac Slobodan), 11.09.1995-15.09.1995., Brijuni, 1995, 24-24.
6. De Filippo G., Milošević S., Pedersen J.: *Energy pooling collisions in arium: resonant and near resonant excitation*. 5th Laser interactions conference- Crete laser assisted dynamic interactions(ur. Fotakis ), Heraklion, Kreta, 22.05.1995-26.05.1995., Grčka.
7. De Filippo G., Guldborg-Kjear S., Milošević S., Pedersen J.: *Energy pooling collisions involving Ba(6p) and metastable atoms*. XIX ICPEAC ICPEAC95, 26.07.1995-01.08.1995., Vancouver, Kanada.
8. Guldborg-Kjear S., Madsen D., Dyndgaard M., Leth H., De Filippo G., Milošević S., Allegrini M., Pedersen J.: *Reverse energy pooling in sodium-potassium vapor mixture*. DFS95 Danish physical society meeting, 12.06.1995-16.06.1995., Odense, Danska.
9. De Filippo G., Guldborg-Kjear S., Milošević S., Pedersen J.: *Energy pooling in barium with 6s6p state excitation*. DFS95 Danish physical society meeting, 12.06.1995-16.06.1995., Odense, Danska.
10. De Filippo G., Guldborg-Kjear S., Milošević S., Pedersen J.: *Cone emission in barium*. DFS95, Danish physical society meeting , 12.06.1995-6.06.1995., Odense, Danska.

#### Diplomski radovi:

1. M. Pichler, *Proučavanje LiH molekule i primjena u astrofizici*, Fizički Odjel Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, srpanj, 1995.

#### Pozvana predavanja na inozemnim Sveučilištima:

1. S. Milošević: *Laser spectroscopy of intermetallic excimers*, Niels Bohr Institute, Ørsted Laboratory, University of Copenhagen, Copenhagen, Danska.
2. G. Pichler: *Quenching and Reaction Studies by Nonlinear Laser Spectroscopy*, New York University, Physics Department, New York, USA.
3. G. Pichler: *Nonlinear laser spectroscopy of NaH: Degenerate Four Wave Mixing and CARS*, Department of Physics, University of Connecticut, Storrs, USA.

**Međunarodni projekti:**

1. Volkswagen Stiftung, "Quantum-mechanically Complete Experiments with State-prepared Alkali Atoms", Prof. H. Lutz, Bielefeld, Njemačka, Dr. G. Pichler i Dr. V. Vujnović, Zagreb, Hrvatska.
2. CEEPUS, Central European Exchange Program for University Studies, Koordinator, Prof. Dr. L. Windholz, Graz, Austria, koordinator za Hrvatsku Dr. G. Pichler, Zagreb.

## 2.3 DIJAGNOSTIKA ATOMSKIH SISTEMA I FIZIKA KOHERENTNIH POLJA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Vladis Vujnović

SURADNICI: dr. Nazif Demoli  
mr. Hrvoje Skenderović  
dipl.inž. Matko Milin  
mr. Stipe Knezović  
mr. Željka Mioković (vanjski suradnik)  
dipl.inž. Jadranka Rukavina (vanjski suradnik)

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Ispitivan je spektar žive dobiven u visokotlačnom živinom izboju-svjjetiljci. Mjeren je omjer grananja spektralnih linija vidljivog živinog tripleta, uz kontrolu integralne apsorpcije, te su određene relativne vrijednosti vjerojatnosti prijelaza tih linija. Uz pomoć mjerenog vremena života, kritički odabranog, izračunate su apsolutne vrijednosti uz pogrešku od 10% (Ref.1, 15). Provjeravane su empiričke serijske formule za vremena života i određene su njihove najpouzdanije vrijednosti iz obilnih literaturnih podataka za niz gornjih nivoa spektralnih prijelaza, te je usporedbom s većim nizom objavljenih omjera grananja izrađen popis od 34 preporučenih apsolutnih vjerojatnosti prijelaza (Ref.15). Obradom u više posljednjih godina mjerenih profila živinih spektralnih linija u uvjetima općenite optičke debljine, određene su konstante rezonantnog širenja, Van der Waalsova širenja, i Starkova širenja dviju živinih spektralnih linija (Ref. 6, 14). Nađeno je da poluklasični izrazi za širenje neutralnim česticama dovode do vrijednosti bliskih izmjerenim vrijednostima.

U analizi profila spektralnih linija vodika i helija, mjerenih u plazmi s niskim elektronskim koncentracijama, ustanovljene su razlike i sličnosti između različitih tretmana Starkova širenja (Ref.13). Računate su vjerojatnosti prijelaza u kolinearnom sudaru He -H<sub>2</sub> pomoću klasične teorija kolinearnih sudara koja uključuje i princip neodređenosti. Nađeno je da se ovako izračunate vjerojatnosti dobro podudaraju s kvantnim računima (Ref. 3). Izvedene su relacije za angularno kolerirani intenzitet i Stokesove parametre u sudaru dvaju atoma od kojih je jedan u početnom p- stanju, a drugi u konačnom p -stanju. Izrazi su prilagođeni koincidentnim mjerenjima reakcija  $H^+ + Na(3P_{0,\pm 1}) \rightarrow H(2P_{0,\pm 1}) + Na^+$  Ustanovljeno je da mjerenje kutno koreliranog intenziteta vodi određivanju amplitude vjerojatnosti (Ref. 8).

U području optičkog prilagođenog filtriranja nastavljen je rad na analizi ovisnosti izlaznog korelacijskog signala o parametrima filtra. Optimizacija postupka sinteze korelacijskog filtra je problem s više rješenja, obično rješavanog tako da dominira jedan kriterij (odnos signal/šum, ili oštrina korelacijskog signala, ili efikasnost filtra, ili sposobnost diskriminiranja). Naš specijalizirani kriterij (linearna kombinacija svih kriterija) koji ujedno predstavlja mjeru za ocjenu izvodljivosti korelacijskih filtara, testiran je za slučaj aditivnog stacionarnog ulaznog šuma. Na temelju numeričkih rezultata uspoređivani su i selektirani razni tipovi korelacijskih filtara. Nađene su krivulje koje definiraju područja sigurnosti (vjerojatnost jednaka 0.95) nalaženja objekta unutar tražene klase kao funkcije ukupne ulazne snage signala (Ref. 7, 11).

U suradnji s Humboldtovim Sveučilištem u Berlinu razvijen je višenamjenski eksperimentalni uređaj za karakterizaciju klinastog pisma. Uređaj je baziran na konfiguraciji proširenog optičkog korelatora, ali i dodatno opremljen optoelektroničkim komponentama. Uređaj je upotrijebljen za isticanje, bilježenje i analiziranje značajki u Fourierovom i objektnom prostoru te mjerenje sličnosti i identificiranje pojedinih znakova klinastog pisma. Nađena je velika osjetljivost metode obzirom na mjeru sličnosti pojedinih uzoraka (Ref. 2,4). Stoga su provedeni optički i digitalni postupci za izradu usrednjenog korelacijskog filtra kako bi se smanjilo razlikovanje uzoraka iste klase, a istovremeno zadržalo diskriminiranje ostalih uzoraka (Ref. 4,10,12). Za raspoznavanje klinastog pisma postavljen je također novi eksperimentalni uređaj, korelator s preklopljenim Fourierovim transformacijama, koji koristi elektronički adresirane elemente (panele s tekućim kristalima), CCD kamere, digitalne sustave za obradu slike, koji rade u realnom vremenu. Uređaj je uspješno testiran na predlošku originalne pločice klinastog pisma HS158b koja potječe iz Nipura, 1329 godine prije Krista. Diskutirane su korelacijske osjetljivosti objekata unutar i izvan definirane klase te utjecaj prethodne obrade signala uzetih s originalne glinene pločice (Ref. 5).

#### Objavljeni radovi:

1. Ž.Mioković, H.Skenderović, V.Vujnović,  
Branching ratios and transition probabilities of mercury visible triplet lines,  
Fizika A4 (1995) 457 -462
2. N.Demoli, H.Gruber, U.Dahms, G.Wernicke,  
Holographic techniques application in analysing cuneiform inscriptions,  
Journal of Modern Optics 42(1995)191 -195
3. H.Skenderović, S.Bosanac,  
Classical vibration probabilities in colinear collisions, Journal of Molecular Structure (Theochem) 341(1995)41- 52

4. G.Wernicke, N.Demoli, U.Dahms, H.Gruber,  
Optische Zeichenerkennung an Keilschriften mit Hilfe  
holographischer Filterung,  
Naturwissenschaften 82(1995) 395 -402
5. N.Demoli, U.Dahms, B.Haage, G.Wernicke, H.Gruber,  
Liquid crystal television based joint transform correlator for  
cuneiform inscription recognition.  
Fizika A4 (1995)581-590

**Radovi prihvaćeni za tisak:**

6. H.Skenderović, V.Vujnović,  
A study of the line broadening constants obtained in a high -  
pressure mercury discharge,  
Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer
7. N.Demoli,  
Feasibility estimate of correlation filters in the presence of  
noise, Optics & Laser Technology
8. Z.Roller -Lutz, S.Knezović, Y.Wang, K.Blum, H.O.Lutz,  
Interpretation of particle -photon coincidence data for non  
isotropic target,  
Zeitschrift für Physik D

**Radovi poslani u tisak:**

9. V.Vujnović, C.Fürböck, T.Neger, H.Jäger,  
Absolute transition probabilities of AII and AIII spectral lines  
and intensity ratios within multiplets

**Radovi objavljeni u zbornicima -knjigama:**

10. H.Gruber, G.Wernicke, N.Demoli, U.Dahms,  
Optical pattern recognition in cuneiform inscription analysis,  
Optical Pattern Recognition VI, D.Casasent and T.H.Chao,  
Eds., Proc.SPIE, Vol.2490 (1995) 291-297
11. N.Demoli,  
Feasibility estimate of correlation filters,  
Holography and Correlation Optics (HCO), O.V.Angelsky,  
Ed., Proc. SPIE (1995)



12. H.Gruber, N.Demoli, G.Wernicke, U.Dahms,  
Optical pattern recognition in the analysis of ancient  
Babylonian cuneiform inscriptions,  
Holography and Correlation Optics (HCO), O.V.Angelsky,  
Ed., Proc. SPIE (1995)

**Radovi izloženi na skupovima:**

13. V.Vujnović,  
A note on the hydrogen and helium spectral line profiles in low  
density plasmas,  
5th Vienna Workshop on Model Atmospheres and Spectrum  
Synthesis, Wien, 06.07.1995 -10.07.1995.
14. H.Skenderović, V.Vujnović,  
The self -reversed line shapes obtained in a high -pressure  
mercury lamp,  
Complexity and order in matter, Brioni Int. Conferences on  
Interdisciplinary Topics in Physics and Chemistry V, Brioni,  
11.09.1995 -15.09.1995, Abstracts p.43

**Magistarski rad:**

15. Ž.Mioković,  
Omjeri grananja i vjerojatnosti prijelaza spektralnih linija  
neutralnog atoma žive,  
Zagreb, Prirodoslovno -matematički fakultet, 1995, str.106

**Diplomski radovi, komisija:**

N. Demoli, član komisije-oponent za obranu Dipl. rada  
B.Haage, Optoelektronische Charakterisierung von  
Flüssigkristalldisplays bezüglich ihres Einsatzes in einem Joint  
Transform Correlator zur Keilschrifterkennung,  
Humboldtovo sveučilište u Berlinu, 3.11.1995.

**Mentorstvo:**

V.Vujnović, Magistarski rad Ž.Mioković (vidi prethodno)

## 2.4 NOVI ANIZOTROPNI ORGANSKI VODIČI I SUPRAVODIČI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.Silvia Tomić

SURADNICI: dr.J.R.Cooper  
dr.B.Hamzić  
dr.K.Biljaković  
dr.A.Smontara  
dr.M.Prester  
mr.N.Biškup  
dipl.inž.S.Dolanski Babić

### OPIS ISTRAŽIVANJA

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

(1)a. U okviru studije legura  $((\text{TMTSF})_{1-x}(\text{TMTTF})_x)_2\text{ReO}_4$  izvršili smo mjerenja elektronske magnetske rezonancije na čistom spoju  $x=1$  u svrhu potpunije karakterizacije prijelaza na 220K. Dobiveni rezultati su pokazali da se nikakva promjena ne dešava u spinskom spektru. Ujedno su pokazali da spinska susceptibilnost blago raste sa padom temperature sve do faznog prijelaza anionskog uređenja. Rad je bio predstavljen putem postera na važnoj konferenciji iz područja. Nadalje smo (S.Tomić), u Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, u suradnji s grupom Dr.D.Jérôme-a započeli istraživanje faznog dijagrama spoja  $((\text{TMTSF})_{1-0.5}(\text{TMTTF})_{0.5})_2\text{ReO}_4$  pod tlakom. Predviđeni raspon tlaka jest između 5kbar-a i 30kbar-a. Do sada izvršena mjerenja pokrivaju fazni dijagram do 13kbar-a. Najznačajniji rezultat je neočekivana velika ovisnost vodljivosti na sobnoj temperaturi o tlaku. Naime, dobiveno povećanje vodljivosti od 1.5 puta/kbar-u neusporedivo je značajnije od do sada poznatog rezultata za organske materijale od 25%/kbar-u. Analiza rezultata je u toku.

(1)b. Završili smo analizu podataka dobivenih u mjerenjima dielektričnog odgovora faze VGS u materijalu  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ . Napisana je publikacija i poslana za objavljivanje u Physical Review B. Rad je bio predstavljen kroz pozvano predavanje na važnoj konferenciji iz područja.

(1)c.: Završena je publikacija na temu šuma koji prati električni transport u VGS fazi u materijalu  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  i poslana za objavljivanje u Physical Review B. Rad je bio predstavljen kroz predavanje na ljetnoj školi iz fizike i kemije niskodimenzionalnih anorganskih vodiča.

(1)d.: Završena je publikacija na temu Hall efekta u materijalu  $(\text{TMTSF})_2\text{NO}_3$  i poslana za objavljivanje u Solid State Communications. Rad je prihvaćen i bit će objavljen u volumenu u 1996.godini. Rad je bio predstavljen putem postera na važnoj konferenciji iz područja.

(1)e.: Završili smo analizu podataka dobivenih u mjerenjima magnetootpora materijala  $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$  u suradnji sa grupom prof.A.Hamzić-a s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu i započeli pisanje publikacije. Teorijsku interpretaciju dobivenog ponašanja razvijamo u suradnji sa D.Zanchi-em iz Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud. Rad je bio predstavljen putem postera na važnoj konferenciji iz područja.

(1)f.: Izvršili smo prva mjerenja dc električnog transporta u monokristalu TDAE- $\text{C}_{60}$  u temperaturnom intervalu 100K do 300K te mjerenja ac vodljivosti do 1MHz. Istraživanje radimo u suradnji sa grupom Dr.D.Mihailovića sa Instituta J.Stefan, Ljubljana. Dobiveni rezultati pokazuju da je materijal (suprotno metalnom osnovnom stanju od  $\text{C}_{60}$ ) izotalor. Toplinski aktivirano ponašanje dc otpora se mijenja na 150K, gdje se nalazi fazni prijelaz merohedralnog uređenja  $\text{C}_{60}$  optica. Dobiveni rezultati se mogu dobro interpretirati u okviru Andersenove lokalizacije koja je inducirana merohedralnim neredom na visokim temperaturama. Prva publikacija je u pripremi. Mjerenja se nastavljaju na monokristalima iz novih kada uzoraka. Rad je bio predstavljen kroz pozvano predavanje i putem postera na važnoj konferenciji iz područja.

(1)g.: U Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, u suradnji s grupom Dr.D.Jérôme-a izvršili smo mjerenja (N.Biškup) Hall efekta i magnetootpora materijala  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  pod tlakom. Dobivena temperaturna ovisnost otpornosti R u kvantiziranom režimu omogućila je mjerenje amplitude procjepa pojedine kvantizirane SDW faze i time prvu potvrdu ispravnosti "multigap" teorije G.Montambeaux-a. Publikacija je u pripremi.

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

(2)a. Predložili smo jednostavni fluktuacijski model da bi objasnili neobični porast kritičkih polja na niskim temperaturama u nekoliko vrsta supravodiča kao što su npr. BEDT-TTF soli, visoko temperaturni supravodiči itd. Pokazali smo da se to dešava uvijek kada je produkt energije kondenzacije i volumena koherencije reda  $k_B T_c$ . Taj efekt je po prvi puta primijećen u pod-dopiranim visoko-temperaturnim oksidima.

(2)b.: Eksperimentalno smo proučavali efekt dopiranja sa cinkom u filmovima materijala  $\text{YBa}_2\text{Cu}_{3-x}\text{Zn}_x\text{O}_{7-d}$ . U nekoliko slučajeva zadovoljeno Matthiessen-ovo pravilo pokazuje ispravnost slike metalne vrpce osim kada je formiran procjep u normalnoj fazi. Za različite izbore x i d, prijelaz supravodič-izolator se pojavljuje za istu vrijednost otpora ravnine od oko  $h/(2e)^2$ .

(2)c.: Analizirali smo specifičnu toplinu i magnetsku susceptibilnost i pokazali da je Wilsonov omjer blizak vrijednosti za slobodne elektrone. Uveli smo novu analizu koja pokazuje kako se može izvesti oblik procjepa u normalnoj fazi. Njegova početna energetska ovisnost je linearna.

(2)d.: Koristili smo metode DC magnetizacije, otpora i AC susceptibilnosti za različita magnetska polja do 8T kako bi mjerili liniju ireverzibilnosti u monokristalima  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ . Za male otpornosti (tj. blizu linije ireverzibilnosti) dobiveni podaci su u skladu sa modelom toplinski aktiviranog toka fluxa. Za veće otpornosti (visoko iznad linije ireverzibilnosti) fluktuacijska slika se čini bolja od Bardeen-Stephen modela.

(2)e.: Električne studije  $\text{YSr}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  substituiranog sa različitim kationima su uspoređene sa prošlim strukturnim istraživanjima i nađene su značajne razlike. Sugerirano je da substitucija sa Cr može dati učvršćenje vortexa bez smanjenja koncentracije nosilaca. Naš rad je pokazao da je taj rezultat upitan.

(2)f.: Pokazali smo da je  $\text{Gd}^{3+}$  ESR u visokim poljima moćna tehnika za odredjenje spinske susceptibilnosti visoko temperaturnih oksida kako u normalnoj tako i u supravodljivoj fazi. Neki od dobivenih rezultata predstavljeni su na važnoj međunarodnoj konferenciji.

#### Radovi objavljeni u časopisima

1. N.Biškup., S.Tomić and D.Jérôme,  
*Spin-density-wave state of tetramethyltetraselenafulvalinium (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>: Pressure and magnetic-field effects,*  
Phys.Rev.**B51**, 17972 (1995).
2. D.Walker, A.MacKenzie and J.Cooper,  
*Transport properties of zinc-doped  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$  thin films,*  
Phys.Rev.**B51**, 15653 (1995).
3. D.Walker, O.Laborde, A.MacKenzie, S.Julia, A.Carrington, J.Loram and J.Cooper,  
*Resistive upper critical field of thin films of underdoped  $\text{YBa}_2(\text{Cu}_{0.97}\text{Zn}_{0.03})_3\text{O}_{7-d}$*   
Phys.Rev.**B51**, 9375 (1995).
4. J.Cooper, J.Loram and J.Wade,  
*Low-temperature increase of resistive critical fields in certain superconductors: A simple fluctuation approach,*  
Phys.Rev.**B51**, 6179 (1995).
5. F.Supple, A.Campbell and J.Cooper.,  
*An investigation of the irreversibility line in  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  single crystals,*  
Physica **C242**, 233 (1995).

6. P.de Silva, T.Babu, C.Greaves, A.Janossy and J.Cooper,  
*Comparison of carrier concentration determined by structural and electrical studies of cation substituted  $YSr_2Cu_3O_{7-d}$*   
Physica **C243**, 252 (1995).

7. I.R.Fisher, J.R.Cooper and R.J.Cava,  
*Normal-state transport and magnetic properties of  $RNi_2B_2C$  ( $R=Y, Ho, La$ )*  
Phys.Rev.**B52**, 15086 (1995).

#### Radovi objavljeni u zborniku radova sa međunarodnom recenzijom

1. V.Ilkovac, S.Ravy, J.P.Pouget, C.Lenoir, P.Batail, K.Boubekeur, S.Dolanski Babić, N.Biškup, B.Korin-Hamzić, S.Tomić and C.Bourbonnais,  
*Enhanced Charge Localization in the Organic Alloys  $[(TMTSF)_{1-x}(TMTTF)_x]_2ReO_4$*   
Synthetic Metals **70**, 753 (1995).

2. J.Loram, K.Mirza, J.Wade, J.Cooper, N.Athanassopoulou and W.Liang,  
*A thermodynamic investigation of the normal state spectrum of  $YBa_2Cu_3O_{6+x}$*   
Procs. 7th International conference on superconductivity, ISS-94 (ur. Yamafuji K., Morishita T.), 7th International conference on superconductivity, ISS-94, Kitakyushu, Tokyo, p. 75 (1995).

3. A.Janossy, L.Brunel, G.Williams, J.Cooper, and W.Liang,  
*Spin susceptibility of high  $T_c$  superconductors probed by high field  $Gd^{+3}$  ESR.*  
Proceedings of Conference on Physical Phenomena at High Magnetic Fields-II  
Conference on Physical Phenomena at High Magnetic Fields-II, Tallahassee, May (1995).

#### Pozvano predavanje na međunarodnom znanstvenom skupu

1. S.Tomić  
*Complex low frequency dielectric response of the incommensurate spin-density wave phase in the Bechgaard salt  $(TMTSF)_2PF_6$*   
International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Mittelberg, Austria (1995).

2. N.Biškup  
*Conduction noise in sliding spin density waves*  
NATO Advanced study Institute, Physics and Chemistry of Low Dimensional Inorganic Conductors, Les Houches, lipanj 1995.

### Radovi izloženi na međunarodnom znanstvenom skupu (sažetak u Zborniku skupa)

1. S.Dolanski Babić, N.Biškup, B.Korin-Hamzić and S.Tomić  
*Physical properties of novel organic alloys  $((TMTSF)_{1-x}(TMTTF)_x)_2ReO_4$*   
International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Mittelberg, Austria (1995).
2. M.Basletić, A.Hamzić, B.Korin-Hamzić, S.Tomić and J.M.Fabre  
*Galvanometric properties in quasi-one dimensional organic conductors  $(TMTSF)_2NO_3$  and  $(TMTTF)_2Br$*   
International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Mittelberg, Austria (1995).
3. A.Omerzu, A.Hassanien, D.Mihailović, S.Tomić and N.Biškup  
*The nature of the electronic ground state in TDAE- $C_{60}$ : results of electrical conductivity measurements*  
International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Mittelberg, Austria (1995).

### Seminari koje su održali suradnici na projektu

1. S.Tomić  
*Charge and spin density waves in radical ion salts*  
3.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart, Stuttgart, listopad 1995.
2. S.Tomić  
*Complex low frequency dielectric response of spin-density wave in  $(TMTSF)_2PF_6$*   
Service National des Champs Magnetiques Pulsés, Toulouse, prosinac 1995.

### Ostale aktivnosti

1. S.Tomić  
predsjednik Državnog povjerenstva za samostalne eksperimentalne radove za učenike srednjih škola

### Suradnja

#### 1. Međunarodni projekti

- 1.1. projekt u okviru suradnje CNRS -HR; Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud  
*Organski metali: električni transport u visokotemperaturnoj fazi i u osnovnom stanju (antiferomagnetsko i supravodljivo)*  
voditelj: S.Tomić (IFS) i D.Jérome (Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud)

1.2. projekt u okviru suradnje sa Njemačkom (putem IBF Jülich)  
*Collective charge response of charge density waves and antiferromagnetic phases in organic metals*  
voditelj: S.Tomić (IFS) i D.Schweitzer i J.U.von Schütz (3.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart)

## 2. Ustanove

- 2.1. Université de Montpellier II (prof J.M.Fabre)  
    proizvodnja uzoraka
- 2.2. Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb (prof.A.Hamzić i  
    dipl.inž. M. Basletić)  
    zajednička istraživanja
- 2.3. Institut J.Stefan, Ljubljana (dr.D.Mihailović i dipl.ing.A.Omerzu)  
    zajednička istraživanja

## 2.5 ELEKTRONSKA SVOJSTVA METALNIH I KERAMIČKIH SISTEMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: prof. dr E. Babić

### SURADNICI:

dr. J. Lukatela  
dr. J. Ivkov  
dr. M. Prester  
mr. Ž. Marohnić  
dipl. inž. Đ. Drobac  
dipl. inž. K. Šaub

Nastavljena su istraživanja mehanizama vodljivosti u jako neuređenim amorfnim nemagnetskim sistemima tipa rano-kasni prijelazni metal. Mjeren je električni otpor  $Zr_{0.67}Co_{0.33}$  i  $Zr_{0.68}Fe_{0.62}$  metalnih stakala dopiranih vodikom u širokom temperaturnom području (2 K - 300 K). Za istu koncentraciju cirkonija prvi sistem je na niskim temperaturama supravodljiv, dok sistem sa željezom ostaje paramagnetičan i na najnižim temperaturama. Rezultati su analizirani korištenjem teorijskih modela slabe lokalizacije i elektron-elektron interakcije u neuređenim sistemima ( kvantne korekcije vodljivosti). Pokazano je da u prvom sistemu vodik smanjuje temperaturu supravodljivog prijelaza, dok u drugom dovodi do povećanja spinskih fluktuacija. Pokazano je da se rezultati mjerenja Hallovog efekta u amorfnim slitinama rano-kasnih prijelaznih metala mogu objasniti pojačanom spin-orbitalnom interakcijom u neuređenom sistemu. Također su nastavljena istraživanja faznog prijelaza FM-PM u razrijeđenim feromagnetskim legurama serije  $Fe_xNi_{80-x}B_{18}Si_2$ . Zahvaljujući unapređenju eksperimentalne tehnike (a.c. susceptibilnost) obavljena su mjerenja vrlo bliska egzaktnim teorijskim mjestima ( $T \rightarrow T_c$ ,  $H \rightarrow 0$ ). Pri tom je predložena procedura uzimanja u račun zemljinog magnetskog polja. Također je pokazano kako se iz vrlo preciznih mjerenja a.c. susceptibilnosti mogu nezavisno odrediti  $T_c$  i tri kritična eksponenta g, d i h.

Detaljna istraživanja mikrostruktura, elektronskih i magnetskih svojstava keramičkih Re-Ba-Cu-O (Re=Y,Gd) i Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O (BPSCCO) VTS su pokazala da perkolacija u 3D sustavu slabih veza najbolje opisuje njihova elektromagnetska svojstva. Paralelno su razvijene nove metode određivanja raspodjela kritičnih struja (CCD) i intrinzične gustoće kritične struje ( $J_c$ ) u VTS. Detaljna izučavanja novih Ag-BPSCO traka ( $J_c(77K) \geq 20000$  A/cm<sup>2</sup>) pokazuju da su njihove  $J_c$  ograničene zapinjanjem vorteksa i malom količinom dobro povezanih zrna. Razvijene su nove metode određivanja CCD i potencijala zapinjanja (U) u kompozitnim VTS. Magnetootpor vlastitog monokristala BSCCO je kvantitativno objašnjen pomoću supravodljivih fluktuacija u 2D sistemu. Pokazano je da se supstitucijom dijela žive s Bi, Pb, Sb ( $Hg \rightarrow Hg_{1-x}Mx$ ,  $x \leq 0,5$ ) može poboljšati stabilizacija visoko-temperaturnog supravodiča  $HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$ .



Radovi objavljeni u časopisima:\*

1. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J., Rešetić S., Girt E.:  
*Hydrogen-induced changes in temperature dependence of the resistivity in Zr-Fe metallic glasses*  
Solid State Communications, 94 (1995) 217-220.
2. Kokanović I., Leontić B., Rešetić S., Lukatela J., Marohnić Ž.:  
*The electrical resistivity of hydrogen-doped Zr-Co metallic glasses*  
Journal of Non-Crystalline Solids, 185 (1995) 163-167.
3. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J.:  
*Influence of hydrogen on the superconducting and the paramagnetic properties of some Zr-3d metallic glasses*  
Fizika A, 4 (1995) 615-622.
4. Ivkov J.:  
*The Hall effect in amorphous alloys of early and late transition metals*  
Fizika A, 4 (1995) 561-570.
5. Prester M., Marohnić Ž.:  
*Dissipation in high-temperature superconductors: From short- to long-range percolative order*  
Physical Review B, 51 (1995) 12861.
6. Babić E., Kušević I., Zadro K., Ivkov J., Marohnić Ž., Drobac Đ., Prester M., Liu H. K., Dou S. X., Todorović-Marinić D., and Kuršumović A. :  
*Superconductivity in Bi 2223 compound: physics and potential applications*  
Fizika A, 4 (1995) 549-560.
7. Babić D., Leontić B., Ivkov J.:  
*Two-dimensional vortex-plasma in  $Bi_2Sr_2CaCu_2O_x$  single crystals in the vicinity of  $T_c$*   
Fizika A, 4 (1995) 511-518.

\* Radovi se odnose samo na suradnike IF-a

Radovi objavljeni u zborniku skupa s međunarodnom recenzijom:

1. Prester M.:  
*Phase coherence and percolation in weak link networks of high temperature superconductors*  
Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Submicron Quantum Dynamics  
(ur. Cerdeira H.A., Kramer B., Schon G.),  
NATO Advanced Research Workshop on Submicron Quantum Dynamics,  
Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995, 645-650.

2. Kušević I., Babić E., Prester M.:  
*Critical currents in (Bi,Pb)(2)Sr(2)Ca(2)Cu(3)O(10+y) ceramics and Ag-clad wires*  
Superconductivity and Superconducting Materials Technologies  
(ur. Vicenzini P., Gruppo editoriale Faenza editrice, Faenza, Italy)  
8th CIMTEC, Firenze, Italy, 1995., 121-128.
3. Planinić P., Drobac Đ., Bašić I., Brničević N:  
*Chemical stabilization effect in  $Hg_{1-x}M_xBa_2Ca_2Cu_3O_{8+d}$  superconductor*  
(ur. Vicenzini P., Gruppo editoriale Faenza editrice, Faenza, Italy)  
8th CIMTEC, Firenze, Italy, 1995., 437.

#### Radovi prihvaćeni za objavljivanje:

1. Drobac Đ.  
*Critical exponents from high precision A.C. susceptibility data*  
JMMM, in print.

#### Sažeci na međunarodnim znanstvenim skupovima:

1. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J., Dujmić D., Jakšić M.:  
*Evaluation of effects of nanoscale inhomogeneities in hydrogen-doped metallic glasses*  
(ur. Schulz Robert),  
ISMANAM-95, Quebec, 24.07.1995-28.07.1995., Quebec, 1995, PB 104
2. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J.:  
*Temperature and magnetic field dependence of the resistivity in hydrogen-doped Zr-Fe metallic glasses*  
(ur. Schulz Robert),  
ISMANAM-95, Quebec, 24.07.1995-28.07.1995., Quebec, 1995, PB 105
3. Kokanović I., Leontić B., Lukatela J.:  
*The resistivity and the magnetoresistivity of hydrogen-doped  $Zr_{67}Co_{33}$  metallic glass*  
9. International Conference on Liquid and Amorphous Metals  
LAM-9, Chicago, 28.08.1995-01.09.1995., Chicago, 1995, PA 104
4. Prester M.:  
*Grain sizes and dissipation in sintered (RE)Ba(2)Cu(3)O(7-x)*  
(ur. Vicenzini P., Faenza, 1995.)  
8th CIMTEC, Firenze, 01.07.1995-04.07.1995.
5. Prester M.:  
*Supravodljive i otporne električne struje u jednoliko gustim i fraktalnim vodičima*  
11. ljetna škola mladih fizičara, Rijeka, 26.06.1995-30.06.1995., Zagreb, 1995.

## 2.6 ISTRAŽIVANJE JAKO KORELIRANIH ELEKTRONSKIH SISTEMA

**Glavni istraživač:**  
dr. Veljko Zlatić

**Suradnici:**  
dr. Valerija Paić  
prof.dr. Mladen Paić  
mr. Ivica Aviani  
dipl.inž. Berislav Horvatić  
dr. Marko Miljak  
dr. Miroslav Očko

### OPIS ISTRAŽIVANJA

*Što radimo* Istražujemo ponašanje jako koreliranih elektrona u sistemima kao što su teški fermioni, Kondo legure, spojevi s fluktuirajućom valencijom, bakarni oksidi itd.

*Zašto radimo* Jaka korelacija se manifestira u anomalnim elektronskim termodinamičkim i transportnim svojstvima, magnetskom ponašanju, prijelazima metal - izolator i u visokotemperaturnoj supravodljivosti. Problemi jakih međuelektronskih korelacija su među najvažnijim problemima moderne fizike čvrstog stanja.

*Kako radimo* U teorijskom dijelu projekta studirali smo svojstva modela koji opisuju korelirane elektrone, koristeći račun smetnje po konstanti vezanja i metodu skaliranja. U eksperimentalnom dijelu projekta mjerena je magnetska susceptibilnost i magnetska anizotropija za niz koreliranih sistema, pomoću osjetljivog torzionog magnetometra i Faradaye vage. Također su mjerena transportna svojstva niza teško-fermionskih sistema. Rađena su precizna mjerenjima električne otpornosti, termostruje i Hallovo efekta.

### REZULTATI ISTRAŽIVANJA

*Teorijska istraživanja* U okviru računa smetnje, razvili smo novi način određivanja lokalne self energije za elektrone opisane Hubbardovim modelom u jednoj i dvije dimenzije. Za dvo-dimenzionalni Hubbardov model s izotropnom elektronskom propagacijom u  $x$  i  $y$  smjeru, pokazali smo da se spektralne anomalije postupno pojačavaju s porastom korelacije. Za dovoljno jake korelacije, spektralna funkcija sastoji se iz disperzivnog vrha i nekoherentne pozadine. Oblik disperzivnog dijela i transfer spektralne težine iz disperzivnog vrha u nekoherentnu pozadinu, ovisi i o relativnom položaju valnog vektora itinerantnog elektrona u odnosu na van Hove singularitete. Disperzija jako ovisi o smjeru kretanja kroz Brillouinovu zonu. Energije jedno-elektronskih stanja u blizini van Hove singulariteta poklapaju se s Fermi energijom. Topologija renormalizirane Fermi plohe ovisi o broju šupljina u sistemu i o jačini korelacija. Teorijski rezultati dobro se slažu s eksperimentalnim rezultatima

koji su dobiveni kutno-ovisnom elektronskom foto-emisijom. (Vidi rad 1.) Za jedno-dimenzionalni Hubbardov model, pokazali smo da jedno-elektronska spektralna funkcija dobivena računom smetnje ima sve karakteristike spektralne funkcije Tomonaga-Luttingerovog modela. Za beskonačno dimenzionalni Hubbardov i Andersonov model, pokazali smo da self energija ne ovisi o valnom vektoru, te da je lokalna aproksimacija egzaktna za uniformnu magnetsku susceptibilnost i električnu vodljivost. (Vidi rad 2.)

*Eksperimentalna istraživanja* Završena je izgradnja i testirana je aparatura za mjerenje magnetske anizotropije u jakim magnetskim poljima do 6 Tesla. Za razliku od postojeće aparature sa malim magnetskim poljem do 0.8 Tesla ova nova aparatura je zamišljena i izvedena kao NUL metoda, zbog sve većih zahtjeva za izučavanjem nelinearnih magnetskih efekata u novijim materijalima kao što su visokotemperaturni supervodiči, teški fermioni te niže dimenzionalni materijali. Na bazi supervodljivog magneta (kupljenog iz Humboldtove donacije) osim gore spomenute aparature za mjerenje anizotropije, također smo razvili metode za mjerenje magnetotransporta DC metodom.

Po prvi put je mjerena susceptibilnost monokristala  $\text{TiO}_2$  anatase faze. Ovi kristali se ponašaju kao poluvodiči velikog energetskog procjepa. Doprinos rešetke mjerenoj susceptibilnosti prekriven je Van Vleckovim doprinosom koji je manji nego u kristalima rutilne faze. Magnetska svojstva su u skladu sa mjerenjem transportnih svojstava i mogu se opisati u okviru sheme dva nivoa: plitki donorski nivo smješten je na 67K ispod vodljive vrpce. Neutralni donori nose uhvaćene elektrone koji nakon eksitiranja u vodljivu vrpcu doprinose spinskoj susceptibilnosti u formi Pauli susceptibilnosti. (Vidi rad 3.)

Transportna mjerenja izvršena su na sistemima slitina:  $(\text{CePr})\text{Cu}_6$ ,  $(\text{CeU})\text{NiSn}$ ,  $(\text{CeLaU})\text{Al}_2$ , te  $(\text{Ce,La,Y,U})\text{Ru}_2\text{Si}_2$ . U cilju proučavanja teško-fermionskog intermetalnog spoja  $\text{CeCu}_6$  mjerena je termoelektrična struje niza slitina, koje pripadaju  $(\text{CePr})\text{Cu}_6$  sistemu, u intervalu temperatura od 2K do 330K. Promatrano je kako se prijelaz Kondo rešetka - Kondo razrijeđeni sistem odražava u termostruji. Osobitost toga sistema slitina sastoji se u tome što je termostruja u cijelom promatranom temperaturnom intervalu pozitivna. Uočili smo da efekt tlaka kristalne rešetke ne može objasniti koncentracijsku ovisnost termostruje. Primjenom Nordheim-Gorterovog pravila pokazali smo da glavni doprinos magnetskom dijelu termostruje dolazi od cerija i da je slabo ovisan o koncentraciji. (Vidi rad 4.)

**Objavljeni radovi**

V. Zlatić, D. Schotte and G. Schliecker

*Spectral Properties of Two Dimensional Hubbard Model,*

Phys. Rev. B **52**, 3639 (1995)

G. Schliecker, D. Schotte, B. Horvatić and V. Zlatić

*Non fermi liquid behavior of 1-D Hubbard model in the weak coupling limit*

J. Phys. Cond. Matter **7**, 7969 (1995)

O. Chauvet, L. Forro, I. Kos and M. Miljak,

*Magnetic properties of the anatase phase of TiO<sub>2</sub>*

Solid State Commun. **93**, 667 (1995)

M. Očko, M. Miljak, I. Kos, J-G. Park and S. B. Roy

*Thermopower of (Ce,Pr)Cu<sub>6</sub> alloys,*

J. Phys. Cond. Matter **7**, 2979 (1995)

## 2.7 KORELIRANI PODSISTEMI U SUPERIONSKIM VODIČIMA I POLUVODIČIMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ:

dr. Zlatko Vučić

SURADNICI:

dr. Ognjen Milat

mr. Jadranko Gladić

mr. Ivica Aviani

prof. dr. Zvonimir Ogorelec (vanjski sur.)

prof. dr. Anton Tonejc (vanjski suradnik)

prof. dr. Anđelka Tonejc (vanjski sur.)

dipl. inž. Adil Džubur (vanjski suradnik)

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Sadržaj naših istraživanja stjecajem se okolnosti zadnjih godina proširio na istraživanje strukturnih modulacija u visokotemperaturnim supravodičima, jednodimenzionalnim vodičima i superionskim vodičima.

Strukturne modulacije posljedica su dviju suprotstavljenih interakcija u ispitivanim materijalima i uz mnoga općenita svojstva neovisno o tipu materijala pokazuju i visoku korelaciju s transportnim svojstvima specifičnim za pojedine materijale. Ova istraživanja predložak su modeliranju spomenutih suprotstavljenih interakcija, najčešće kulonskih.

Kompleksne kristalne strukture supravodljivih kuprata istraživane su elektronskom mikroskopijom i difrakcijom. Posebno je istraživan učinak popratnog dopiranja i supstitucije atoma u tzv. RS-ravninama, na korelaciju i uređenje kationa koji zamjenjuju atom bakra u ravninama "lanaca".

Utvrđena je pojava planarne superrešetke s jediničnom ćelijom:  $2a_p \times 2a_p$  u dvoslojevima  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{O} \dots (\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{O}$  za  $x > 0.65$  kod  $(\text{RE})_2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{GaCu}_2\text{O}_9$  faze; to je objašnjeno u jednostavnom modelu kompozicijskog uređenja 3 atoma Ba i jednog atoma Sr po jediničnoj ćeliji superstrukture. Opažena pojava dokazana je analizom difuznog raspršenja u recipročnom prostoru. Uređenje u RS-ravninama  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{O} \dots (\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{O}$  dvosloja koji okružuje ravninu "lanaca", uzrokuje ili prati rekonfiguraciju i preuređenje GaO-"lanaca" od dijagonalnih za nivo Ba/Sr dopiranja  $x < 0.2$ , u meandrirajuće za  $x > 0.25$  kod  $(\text{RE})_2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{GaCu}_2\text{O}_9$  faze.

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  $(\text{MSe}_4)_x\text{I}$  ( $\text{M} = \text{Nb}, \text{Ta}$ ;  $x = 2, 10/3$ ) 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. Istraživanje je prošireno i na strukturno jednostavniji materijal  $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$  kod kojeg je također eksperimentalno opažen strukturni smik koreliran s porastom amplitude CDW. Analiza rezultata je u tijeku.

Svojstvo visoke ionske vodljivosti čini superionski vodič  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  izuzetno prikladnim za proučavanje rasta i oblika ravnotežnih monokristala, što je dosad bilo 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. U uvjetima kontroliranog tlaka para selena iznad  $200^\circ\text{C}$ , visoka vrijednost koeficijenta difuzije iona bakra u  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  omogućuje dovoljno brz prijenos mase na makroskopskim udaljenostima tako da za nekoliko dana izrastu kristali ravnotežnog oblika skoro centimetarskih dimenzija. Ravnotežni oblik kristala posljedica je suprostavljenog djelovanja površinskih i kristalnih sila, te njegovo proučavanje daje informacije o dominantnim mikroskopskim međudjelovanjima u kristalu. U posebno izrađenoj kvarcnoj peći promatran je rast kristala pomoću optičkog mikroskopa, te video-kamere i monitora i zabilježen na video vrpcu. Izrasli sferni kristali pokazuju izražene plohe koje odgovaraju točkastoj simetriji rešetke. Potrebno je sistematsko proučavanje ovisnosti veličine i oblika makro i mikro kristalnih ploha, te kritičnih pojava uz rub ploha o temperaturi rasta, vremenu i stehiometrijskom sastavu uzorka.

#### Radovi u časopisima:

1. A. Smontara, Z. Vučić, J. de Boer, J. Mazuer, F. Levy, K. Biljaković, *Thermoelectric transport and structural changes in charge-density-wave system  $(\text{NbSe}_4)_{10}\text{I}_3$* , Synthetic Metals, **70** (1995) 1299-1300
2. O. Milat, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, A. J. Wright, C. Greaves, *Effect of the Ba/Sr substitution on the Ga-1222 superstructure; an electron diffraction study*, Chemistry of Materials, **7** (1995), 1709-1715
3. O. Milat, *Layer Structure of a High- $T_c$  Superconducting Cuprate; an Electron Diffraction Study*, Kovine, Zlitine, Tehnologije, **29** (1995), 339-341
4. D. Dužević, M. Stubičar, O. Milat, A. Tonejc, R. Trojko, N. Stubičar, I. Anić, M. Stanković, *Study of the Deamalgamation Process in Silver-Tin-Base Amalgams*, Fizika, **A 4** (1995), 481-488
5. O. Milat, *An Electron Microscopy Study of the "Chain"-Layer Ordering in the YBCO Type High- $T_c$  Superconductors*, Fizika, **A 4** (1995), 571-580
6. Z. Vučić, J. Gladić, C. Haas, 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*, J. Physique I, **6** (1966), 265-275

### Radovi objavljeni u zbornicima s međunarodnom recenzijom

1. O. Milat, G. Van Tendeloo, J. Van Landuyt, S. Amelinckx, *Electron Crystallography; Switching Between Reciprocal and Direct Space*, Multinational Congress on Electron Microscopy, S. Lesna, Slovakia, Slovak Academic Press, Bratislava 1995, pp. 86-90
2. D. Dužević, M. Stubičar, O. Milat, A. Tonejc, R. Trojko, N. Stubičar, D. Krumes, *An Insight into the Deamalgamation Process in Silver-Tin- Base Amalgams*, 5th International Symp. New Technologies, ed. P. Balestrin, Poreč, Croatia, September 25-27, 1995, Zbornik 5th MSONT, Pula, 1995, pp. 127-131
3. M. Stubičar, D. Dužević, N. Stubičar, I. Sondi, O. Milat, W.A.Kaysser, *A Study of Structural Changes in Some  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$ - $MgO$  Powder Mixtures Induced by High-Energy Ball-Milling Process*, 4th Croatian-Slovenian Crystallographic Meeting, Trakošćan, Croatia, September, 28-30, 1995, Proceedings p. 19

### Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

1. EUCHEM '95.- Electron Microscopy in Solid State Science, Jaravallen-Lund (Sweden), May 20-24, 1995. (*Pozvano izlaganje*)  
O. Milat, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, "Chain"- and RS- Layer Ordering in the Ga-1222 HTSC Cuprate Structure
2. 5th European Workshop - The influence of the local structure on the superconducting properties in the YBCO and related systems, Blois (France), June 22-25, 1995.  
O. Milat, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, A.J. Wright, C. Greaves, Sr/Ba Ordering in the Rock-Salt Type Layers of the Ga-1222 Phase
3. 5 MSONT- International Symposium on New Technologies, Pula (Croatia), September 25-27, 1995.  
(vidi rad 2., "Radovi objavljeni u zbornicima s međunarodnom recenzijom")
4. 4th Croatian-Slovenian Crystallographic Meeting, Trakošćan, Croatia, September, 28-30, 1995,  
(vidi rad 3., "Radovi objavljeni u zbornicima s međunarodnom recenzijom")
5. MCEM '95 - Multinational Congress on Electron Microscopy, Stara Lesna, Slovačka, 16-20/10/95. (*Pozvano predavanje*)  
(vidi rad 1., "Radovi objavljeni u zbornicima s međunarodnom recenzijom")
6. II Meeting of the EEC network - Chemical synthesis of new superconductors, Rome (Italy), November 11-12, 1995. (*Pozvano izlaganje*)  
O. Milat, *Electron microscopy of high- $T_c$  compounds*



7. 7. Godišnji sastanak Hrvatskog društva za elektronsku mikroskopiju, Zagreb, 19/12/95.

O. Milat i N. Radić, *Struktura  $\beta$ -W<sub>2</sub>C nanokristala*

I. Sondi, M. Stubičar, O. Milat, *Istraživanje procesa amorfizacije beidelita i ripidolita tijekom intenzivnog kugličnog mljevenja*

#### Pozvana predavanja i seminari

1. Z. Vučić, Lattice strain induced by CDW formation in (MSe<sub>4</sub>)<sub>x</sub>I, x = 2, 3, 10/3  
Groningen, April 21, 1995.

#### 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.*

## 2.8 MODULIRANI NISKODIMENZIONALNI ANORGANSKI SISTEMI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. Katica Biljaković

SURADNICI: dr. Bojana Hamzić  
 dr. Ana Smontara  
 dipl.inž. Damir Starešinić  
 dr. Silvia Tomić  
 dr. Zlatko Vučić

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Tokom 1995 godine proširili smo neke tematske cjeline na kojima smo radili predhodne godine. To se poglavito odnosi na stavku (i) gdje smo uz dosadašnja ispitivanja toplinskog vođenja u sistemima s valovima gustoće naboja (VGN) počeli ispitivati toplinsko i električno vođenje u novom materijalu dobivenom iz fulerena. Nova metodologija ispitivanja termički pobuđenih malih struja, uvedena u proteklom periodu, dala je prve, veoma obećavajuće rezultate koje detaljnije prikazujemo u stavku (iii). Uz to smo nastavili sa starom, još uvijek veoma plodnom tematskom cjelinom (ii) te smo započeli s uvođenjem nove tehnologije u okviru te cjeline što izdajamo kao posebnu stavku na kraju (iv).

#### (i) Ispitivanje toplinskog i električnog vođenja

Nastavljeno je sa sistematskim ispitivanjem toplinskog vođenja i termoelektričnih pojava VGN sistema. Ustanovljeno je da postoji veza između promjena u osnovnoj strukturi i promjena u superstrukturi VGN koja se očituje u anomalnim pojavama u termoelektričnim svojstvima kao i u nelinearnom električnom vođenju u  $(\text{NbSe}_4)_{10}\text{I}_3$  (Rad I-1.). Buduća ispitivanja bi trebala pokazati koliko je to prisutno u ostalim VGN sistemima, na osnovu čega bi se moglo potvrditi teorijsko očekivanje dr. Artemenka koji je na tome radio za vrijeme svog prošlogodišnjeg boravka u Zagrebu.

Ispitivanje same toplinske vodljivosti daje uvid u različite procese raspršenja: ona koja dolaze od "mekih" Kohn-Peierlsovih fonona iznad kritične Peierlsove temperature  $T_c$  (Rad II-1.), od VGN pobuđenja ispod  $T_c$  (Rad II-1; Rad I-2.) kao i defekata na najnižim temperaturama (Rad II-1.; Rad II-2.). Ispitivanje utjecaja metalnih atoma kao dopanada na toplinsku vodljivost na niskim temperaturama VGN sistema  $(\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x\text{Se}_4)_2\text{I}$  ( $x=0; 0.006$  i  $0.01$ ) prošireno je i na više temperature, posebice u okolini Peiersovog prijelaza. Zbog razlučivanja pojava koje su isključivo vezane uz postojanje VGN nastavljamo s ispitivanjem strukturno sličnog sistema koji ne posjeduje VGN (Rad II-4.).

Ispitivanjem toplinskog i električnog vođenja u novom materijalu "tvrdom ugljiku", započeli smo suradnju s kolegama u Japanu. Materijal je dobiven posebnim postupkom pod tlakom iz fulerena i pokazuje veoma neobičnu kombinaciju osobina, poput veoma velike tvrdoće i relativno dobre električne vodljivosti. Toplinska vodljivost je linearna u temperaturi u veoma širokom temperaturnom području, što je najvjerojatnije povezano s kristaliničnim svojstvom (uređenje kratkog dosega) (Rad II-3;7.). Taj sistem je veoma dobar kandidat za verifikaciju postojećih teorijskih modela za transport topline u amorfnim sistemima.

## (ii) Istraživanje niskotemperaturnih termodinamičkih svojstava

Uz do sada detaljno ispitivana svojstva staklastog prijelaza u sistemu s valovima gustoće spina (VGS)  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  ( Rad I-3;, Rad II-10.) kao i manifestacije tipičnog niskotemperaturnog ponašanja staklastog VG ( Rad II-6;, 9.), težište u ovogodišnjem razdoblju je bilo na objašnjenju pojave vremenski ovisnog toplinskog kapaciteta ( Rad II-5.). Završen je zajednički rad s teoretičarem Yu.N.Ovchinnikovim te je na ocjeni u Europhysics Letters. Model se osniva na postojanju jakih centara kvačenja VG u blizini područja sumjerljivosti VG super-rešetke i osnovne kristalne rešetke koji izazivaju plastičnu deformaciju VG. Ta nova metastabilna stanja imaju veoma duga vremena opuštanja što uzrokuje vremenski ovisni toplinski kapacitet. Čini se da je pitanje sumjerljivosti od bitne važnosti za razumjevanje osobina niskoenergetskih pobuđenja. Neusaglašenost perioda super-rešetke i osnovne rešetke je osnovni uzrok frustracije VG sistema, tako da je uz nastavak ispitivanja na VG sistemima drugačije sumjerljivosti (  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  i  $(\text{TMTTF})_2\text{Br}$  ) ispitivan i jedan sistem drugačijeg osnovnog stanja (nesumjerljivo modulirani dielektrik). Rezultati mjerenja toplinskog kapaciteta, nadopunjeni neutronskim mjerenjem, daju osnovne definicije stupnjeva slobode svojstvenih nesumjerljivim strukturama. Rad je na ocjenjivanju u Physical Review Letters.

Zbog ispitivanja gornje temperaturne granice pojave vremenski ovisnog toplinskog kapaciteta, izvršeno je mjerenje specifične topline u  $\text{o-TaS}_3$  na novom kalorimetru koji je konstruiran prema našim nacrtima u CRTBT-CNRS u Grenoblu. To predstavlja značajno tehnološko proširenje naše metodologije koju koristimo u Grenoblu, jer omogućuje mjerenje toplinskog kapaciteta u području od 1.6K do 40K. Završen je program za mjerenje vremenskih efekata toplinskog kapaciteta koji omogućuje značajnu vremensku uštedu, jer se uzimanje podataka, kao i njihova konačna obrada, izvode osobnim računalom u proizvoljnim vremenskim granicama ( u trajanju od desetak sati ).

Nastavljen je zajednički rad na pronalaženju odgovarajućih teorijskih modela za neeksponencijalna, složena opuštanja u staklastom (neuređenom ) stanju VG sistema. U tome imamo veoma dobru suradnju s Odjelom za primijenjenu matematiku PMF-a u Zagrebu ( Rad II-9.) kao i grupom koja radi na spinskim staklima i teorijskim aspektima staklastog ponašanja u Saclayu (Paris). U pripremi je zajednički rad na objašnjenju pojave starenja u VG sistemima u kojem dovodimo u vezu mikroskopski model specifičan za VG sistem s fenomenološkom teorijom starenja ( dr.P.Bouchaud, Saclay ).

### (iii) Ispitivanje termički pobuđene struje izbijanja (TPSI)

Predhodne godine je u okviru izrade diplomskog rada D.Starešinića uvedena nova tehnika u našu metodologiju ispitivanja niskotemperaturnog staklastog ponašanja VGN-a. Tehnika je znatno poboljšana za vrijeme boravka u Zagrebu dr. S.V.Zaitsev-Zotova iz Moskve. Na taj način smo proširili ispitivanje niskoenergetskih pobuđenja VGN jednom specifičnom tehnikom dielektričke spektroskopije ultraniske frekvencije ( $10^{-2}$ - $10^{-4}$  Hz) koja može dati puno više podataka o kompleksnim svojstvima dielektričkog smrzavanja u VGN sistemima. Naime, glavni vršak u TPSI javlja se na istoj temperaturi kao i vršak u disipativnom odzivu dielektrične susceptibilnosti i namjera nam je da tu pojavu iskoristimo kao definiciju za temperaturu smrzavanja, tj. temperature prijelaza u pravo staklo (Rad II-8.).

### (iv) Metodološka poboljšanja i novi pravci

Idejno rješenje novog kalorimetra, spomenutog u (ii), prilagođeno višestrukoj upotrebi, za mjerenje više različitih svojstava (ne samo toplinskog kapaciteta), već je na realizaciji u radionici CRTBT-CNRS-a u Grenoblu. Kad bude zgotovljen i opremljen potrebnim dodacima (grijač, termometrija, različiti senzori), prenijet će se u Zagreb. Taj novi nosač-kalorimetar bit će osnova bitnog poboljšanja svih do sada korištenih tehnika u našem laboratoriju zbog puno šireg radnog temperaturnog područja (1.6K - 340K). Uz to početak će se s realizacijom novih komplementarnih tehnika, posebice dielektričkog odziva u širokom rasponu frekvencija (u suradnji s kolegama u Moskvi i Bayreuthu). Time bitno proširujemo našu međunarodnu suradnju, bez obzira što se zbog neispunjenih uvjeta na međudržavnim razinama još ne može i formalno realizirati (Rad II-8.).

### Radovi objavljeni u časopisima (I):

1. SMONTARA A., VUČIĆ Z., DE BOER J. L., MAZUER J., LEVY VY., BILJAKOVIĆ K.  
*Thermoelectric Transport and Structural Changes in CDW System  $(NbSe_4)_{10}I_3$*   
Synthetic Metals 70 (1995) 1299-1300.
2. BIHAR Ž., DVORNIK A., BILJAKOVIĆ K., SAMBONGI T.  
*Anisotropy of the thermal conductivity in blue bronze*  
Synthetic Metals 71 (1995) 1889-1890.
3. BILJAKOVIĆ K., LASJAUNIS J.C., MONCEAU P.  
*Glassy-like thermodynamical properties of  $(TMTSF)_2PF_6$*   
Synthetic Metals 71 (1995) 1849-1852.

## Radovi prihvaćeni za objavljivanje (II):

1. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., BILUŠIĆ A., MAZUER J., MONCEAU P., BERGER H., LÉVY F.

*Phonon thermal conductivity of the inorganic quasi-one-dimensional conductors*  
Physica B, u tisku

2. LASJAUNIAS J.C., SMONTARA A., MAYNARD R., LÉVY F.

*The origin of the sharpness of the phonon thermal conductivity of  $(Ta_{1-x}Nb_xSe_4)_2I$*   
Physica B, u tisku

3. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., PAJIĆ D., KOZLOV M.E., HIRABAYASHIM M., TOKUMOTO M., IHARA H.,

*Thermal Conductivity of Hard Carbon Prepared from  $C_{60}$  Fullerene*  
Physica B, u tisku

4. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., BILUŠIĆ A., PAJIĆ D., BERGER H., LÉVY F.

*Thermal Conductivity of linear chain semiconductor  $(NbSe_4)_3I$*   
Thermal conductivity 23, Wilkes K. E. (ur.), Technomic, u tisku

5. LASJAUNIS J.C., BILJAKOVIĆ K., MONCEAU P.

*Investigation of Time-Dependent Specific Heat Below 1K in the Spin-Density Wave State of  $(TMTSF)_2PF_6$*   
Phys. Rev. B, u tisku.

6. BILJAKOVIĆ K.

*Glassy Behaviour and Metastabilities in the Charge or Spin Density Wave*  
in Physics and Chemistry of Low Dimensional Inorganic Conductor, Plenum,  
NATO-ASI  
Series B: Physics, u tisku.

7. BILJAKOVIĆ K., SMONTARA A., STAREŠINIĆ D., PAJIĆ D., KOZLOV M.E., HIRABAYASHI M., TOKUMOTO M., IHARA H.

*Thermal Transport in Hard Carbon Prepared From  $C_{60}$  Fullerene*  
J. Phys.: Condens. Matter 8, (1996) 27-32.

8. STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., BAKLANOV N.I., ZAITSEV-ZOTOV S.N.

*Low-Frequency Dielectric Spectroscopy of Low-Energy Excitations of the Charge Density Wave Ground State*  
Ferroelectrics, u tisku.

9. BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., SLIJEPEČEVIĆ S., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P.

*Complex Energy Relaxation at very Low Temperature in Density Wave Systems*  
in Proceedings of Workshop on Non Equilibrium Phenomena in Supercooled Fluids, Glasses and Amorphous Materials, World Scientific Publishing Co, u tisku.

10. LASJAUNIAS J.C., BILJAKOVIĆ K., MONCEAU P., BECHGAARD K.  
*Calorimetric Glass Transition and LOW-Temperature Time-Dependent Specific Heat in the Spin- Density-Wave Ground State of (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>*  
 in Proceedings of Workshop on Non Equilibrium Phenomena in Supercooled Fluids, Glasses and Amorphous Materials, World Scientific Publishing Co, u tisku.

**Pozvana izlaganja na međunarodnim znanstvenim skupovima:**

1. BILJAKOVIĆ K.

*Glassy Behaviuor and Metastabilities in the Charge or Spin Density Wave*  
 Physics and Chemistry of Low Dimensional Inorganic Conductors,  
 lipanj 12-23. 1995., Centre de Physique des Houches, Francuska.

2. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., BILUŠIĆ A., MAZUER J., MONCEAU P., BERGER H., LĚVY F.

*Phonon thermal conductivity of the inorganic quasi-one-dimensional conductors*  
 4th International Conference on Phonon Physics and 8th International Conference on Phonon Scattering in condensed Matter (Phonons 95)  
 srpanj 23-28, 1995., Sapporo, Japan

3. LASJAUNIAS J.C., SMONTARA A., MAYNARD R., LĚVY F.

*The origin of the sharpness of the phonon thermal conductivity of (Ta<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>Se<sub>4</sub>)<sub>2</sub>I*  
 4th International Conference on Phonon Physics and 8th International Conference on Phonon Scattering in condensed Matter (Phonons 95)  
 srpanj 23-28, 1995., Sapporo, Japan

4. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., PAJIĆ D., KOZLOV M.E., HIRABAYASHIM M., TOKUMOTO M., IHARA H.,

*Thermal and electrical conductivity of hard carbon prepared from C<sub>60</sub> fullerene*  
 Twenty-Third International Thermal Conductivity Conference,  
 listopad 29 - studeni 1, 1995., Nashville, Tennessee.

**Izlaganja na međunarodnim znanstvenim skupovima:**

1. STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., BAKLANOV N.I., ZAITSEV-ZOTOV S.  
*Thermally Stimulated Discharge in Quasi One-Dimensional Conductors Exhibiting Charge Density Waves*

Second International Workshop on Low-Energy Electrodynamics in Solids,  
 lipanj 26 30, 1995, Trešt, Češka Republika.

2. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., BILUŠIĆ A., PAJIĆ D., LĚVY F., BERGERH.

*Wiedeman-Franz Ratio of Quasi-One Dimensional Charge-Density-Wave Compound*  
 Twenty-Third International Thermal Conductivity Conference,  
 listopad 29 - studeni 1, 1995., Nashville, Tennessee.

3. SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., BILUŠIĆ A., PAJIĆ D., MAZUER J.,  
MONCEAU P., LĚVY F., BERGER H.

*Thermal conductivity of linear chain semiconductor (NbSe<sub>4</sub>)<sub>3</sub>I*  
Twenty-Third International Thermal Conductivity Conference,  
listopad 29 - studeni 1, 1995., Nashville, Tennessee.

**Sažeci na znanstvenim skupovima:**

**1. Physics and Chemistry of Low Dimensional Inorganic Conductors,**  
lipanj 12 - 23, 1995., Les Houches, Francuska.

(a) BILJAKOVIĆ K.

*Glassy Behavior and Metastability in the Charge or Spin Density Wave*

(b) BIHAR Ž., STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K.

*Anisotropy of the thermal conductivity in the blue bronze*

(c) BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., SLIJEPCHEVIĆ S.

*Complex energy relaxation at very low temperature in density wave systems*

(d) STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., ZAITSEV-ZOTOV S.

*Thermally stimulated discharge in quasi one-dimensional conductors exhibiting charge density waves*

**2. Second International Workshop on Low-Energy Electrodynamics in Solids,**  
lipanj 26-30 1995., Trešt, Češka Republika.

(a) STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., BAKLANOV N.I., ZAITSEV-ZOTOV S.  
*Thermally Stimulated Discharge in Quasi One-Dimensional Conductors Exhibiting Charge Density Waves*

**3. 4th International Conference on Phonon Physics and 8th International  
Conference on Phonon Scattering in condensed Matter (Phonons 95),**  
lipanj 23-28, 1995., Sapporo, Japan

(a) SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., BILUŠIĆ A., MAZUER J., MONCEAU P.,  
BERGER H., LĚVY F.

*Phonon thermal conductivity of the inorganic quasi-one-dimensional conductors*

(b) LASJAUNIAS J.C., SMONTARA A., MAYNARD R., LĚVY F.

*The origin of the sharpness of the phonon thermal conductivity of (Ta<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>Se<sub>4</sub>)<sub>2</sub>I*

(c) SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., PAJIĆ D., KOZLOV  
M.E., HIRABAYASHIM M., TOKUMOTO M., IHARA H.,

*Thermal Conductivity of Hard Carbon Prepared from C60 Fullerene*

**4. Workshop on Non Equilibrium Phenomena in Supercooled Fluids, Glass and Amorphous Materials, rujna 25-29 1995., Pisa, Italija.**

(a) BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., SLIJEPČEVIĆ S., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P.

*Complex Energy Relaxation at very Low Temperature in Density Wave Systems*

(b) LASJAUNIAS J.C., BILJAKOVIĆ K., MONCEAU P., BECHGAARD K.

*Calorimetric Glass Trtansition and LOW-Temperature Time-Dependent Specific Heat in the Spin- Density-Wave Ground State of (TMTSF)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>*

**5. Twenty-Third International Thermal Conductivity Conference  
listopad 29- studeni 1995., Nashville, Tennessee.**

(a) SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K, BILUŠIĆ A., PAJIĆ D., MAZUER J., MONCEAU P., LĚVY F., BERGER H.

*Thermal conductivity of linear chain semiconductor (NbSe<sub>4</sub>)<sub>3</sub>I*

in Thermal conductivity 23, Dinwiddie R. B., Graves R. S., Wikles K.E. (ur.) (1995) 49.

(b) SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K, BILUŠIĆ A., PAJIĆ D., MAZUER J., MONCEAU P., LĚVY F., BERGER H.

*Wiedeman-Franz Ratio of Quasi-One Dimensional Charge-Density-Wave Compounds* in Thermal conductivity 23, Dinwiddie R. B., Graves R. S., Wikles K.E. (ur.) (1995) 48.

(c) SMONTARA A., BILJAKOVIĆ K, STAREŠINIĆ D., PAJIĆ D., KOZLOV M.E., HIRABAYASHIM M., TOKUMOTO M, IHARA H.,

*Thermal and electrical conductivity of hard carbon prepared from C<sub>60</sub> fullerene*

in Thermal conductivity 23, Dinwiddie R. B., Graves R. S., Wikles K.E. (ur.) (1995) 112.

**Seminari koje su održali suradnici projekta:**

1. SMONTARA A.,

*Thermal transport of hard carbon prepared from C<sub>60</sub> fullerene*

Applied Physics Laboratory, Tokyo University M. Marine

Tokyo, Japan (lipanj 21, 1995.)

2. SMONTARA A.,

*Manifestation of disordered charge density waves in thermal properties measurements*

Applied Physics Laboratory, Tokyo University M. Marine,

Tokyo, Japan (lipanj 21, 1995.)

3. BILJAKOVIĆ K.,



*Density-Wave System: Slush or Real Glass?*

Universität Bayreuth, Experimentalphysik II i Theoretische Physik I

Bayreuth, Savezna Republika Njemačka (srpanj 28, 1995.)

4. STAREŠINIĆ D.

*Thermally stimulated discharging current in CDW systems*

CRTBT, CNRS

Grenoble, Francuska (listopad 26, 1995.)

5. BILJAKOVIĆ K.,

*Chaleur Spécifique dépendent de tempes*

CRTBT, CNRS,

Grenoble, Francuska (studeni 6, 1995.)

**Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja projektu:**

1. Dr. S. V. Zaitsev-Zotov

Institut za radioinženjstvo i elektroniku Ruske akademije znanosti, Moskva, Rusija  
studijski boravci (veljača 1995., srpanj 1995.)

2. Dr. P. Monceau

CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska

studijski boravak u okviru bilateralne suradnje (travanj 1995.)

3. Prof. dr. R. Maynard

Expérimentation Numérique, CNRS-Magistere, Grenoble, Francuska

studijski boravak u okviru bilateralne suradnje (studeni 1995.)

4. Dr. J. C. Lasjaunias,

CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska

studijski boravak u okviru bilateralne suradnje (studeni 1995.)

**Ostale aktivnosti vezane uz popularizaciju fizike:**

1. SMONTARA A.,

voditelj reprezentacije na Međunarodnu olimpijadu iz fizike

srpanj 5-13, 1995., Canberra, Australija

**Međunarodni projekti:**

1. Projekt bilateralne suradnje:

IFS (dr. K. Biljaković) - CRTBT, CNRS, Grenoble (dr. P. Monceau)

*Porijeklo i priroda staklastog prijelaza u osnovnom stanju valova gustoće naboja ili spina*

*(L'origin et la nature de la transition vitreus dans l'état de base des ondes de densité de charge ou de spin )*

## 2.9 ELEKTRONSKA I STRUKTURNA SVOJSTVA POVRŠINA I ADSORBATA

Glavni istraživač: dr. Branko Gumhalter

### Suradnici:

dr. B. Gumhalter

dr. M. Milun

dr. P. Pervan

dr. D. Lovrić

mr. T. Valla

dipl.inž. A. Aničić

dipl.inž. A. Bilić

### Opis istraživanja:

U istraživanjima tokom 1995. godine nastavili smo s radom u smjerovima zacrtanim za petogodišnje radoblje 1990.-1995. kako u teorijskom, tako i u eksperimentalnom dijelu zadatka.

### Teorijska istraživanja:

Dana je opća teorijska formulacija interakcije kvantnih i 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. Formalizam je posebno razrađen za slučaj neelastičnog raspršenja atoma helija i argona na fononima i fluktuacijama elektronske gustoće karakterističnim za metalne površine i adsorbirane slojeve atoma odnosno molekula. Formalizam se pokazao posebno uspješnim u predskazivanju vjerojatnosti i udarnog presjeka neelastičnog raspršenja niskoenergetskih atoma He na fononima (100) površine monokristalnog bakra kao i na vibracijama molekule CO adsorbirane na (111) površini rodija.

Kombinirajući spomenuti formalizam sa formalizmom površinskih odzivnih funkcija 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 Osnabruecku.

Napravljen je proračun dugodosežne indirektno interakcije između dva kemisorbirana atoma na površini metalnog substrata čija površinska elektronska stanja pokazuju djelomični kvazi-jednodimenzionalni karakter.

Napravljen je pokušaj unificiranja teorijskog prikaza tzv. Debye-Wallerovog faktora (DWF) u površinskim raspršenjima atoma na pobuđenjima karakterističnim za te sisteme i pokazano je da se samo u klasičnom limesu gibanja projektila može očekivati koincidencija odnosno jednakost izraza za DWF poznatog iz neutronske raspršenja u kristalima i onog dobivenog u teorijskom prikazu razvijenom u ovom projektu.

Nastavljen je rad na proračunu karakteristika mehanizama i spektara desorpcije koji se primjenjuju u opisu stimulirane desorpcije neutralnih atoma iz fizesorpcijskih potencijala na metalnim površinama. Nađeno je da disipativni procesi malo utječu na totalne struje desorbiranih čestica ali da kvantne karakteristike stanja adsorbiranih čestica (razmazanost položaja čestice u potencijalu adsorpcije, oblik samog potencijala itd.) može jako utjecati na desorpcijske spektre. Svi ti fenomeni su ispitani za slučaj desorpcije atoma argona sa metalnih površina za koje postoje detaljni eksperimentalni podaci.

### **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 fotoemisije spektroskopije (ARUPS) određena je disperzija valentnih vrpca 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. Studiran je utjecaj odbojnih elektronskih interakcija i relaksacija na oblik linije Augerovog CVV prijelaza vanadija. Upotrebom direktne i inverzne fotoemisije istražena su zaposjednuta i prazna stanja valentne vrpce vanadija te dobiveni rezultati primijenjeni u interpretaciji kvantnih stanja opaženih u ultratankim filmovima bakra i srebra naraslih na V(100) površini.

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 fotoemisije spektroskopije (XPS) i ultraljubičaste fotoemisije spektroskopije (UPS).

Dio eksperimentalnog rada odvijao se u istraživanju elektrokemijski pripremljenih ultratankih metalnih slojeva. U svim tim slučajevima, kombinacija elektrokemijskog pristupa sa metodama površinske fizike omogućila je predlaganje modelnog mehanizma za svaki od studiranih sistema.

U okviru bilateralnog projekta sa sveučilištem u Warwicku nastavljena su istraživanja površina i adsorbata metodom inverzne fotoemisije spektroskopije. Jedan od suradnika (T.V.) proveo je tri mjeseca na Sveučilištu u Warwicku radeći na primjeni inverzne fotoemisije u problemima vezanim uz ovaj projekt.

## I. Radovi objavljeni u znanstvenim časopisima

A. Bilić and B. Gumhalter:

Quantum versus quasiclassical treatment of multiphonon effects in He-atom scattering from surfaces

Phys. Rev. B52(1995)12307.

A. Bilić and B. Gumhalter:

Treatment of multiphonon processes in inelastic atom-surface scattering,

Vuoto XXIV, N.1(1995)13.

W. Mix, S. Tzanew, A. Golichowski, K.J. Snowdon, A. Bilić and B. Gumhalter:

Energy dissipation of fast neutral argon and helium scattered at glancing incidence from Al(111)

Surf. Sci. 331-333(1995)332.

B. Gumhalter and W. Brenig:

Indirect adsorbate-adsorbate interactions mediated by quasi-one-dimensional surface electronic states

Progress in Surf. Sci. 48, Nos. 1-4(1995)39.

B. Gumhalter and W. Brenig:

Indirect interactions between adsorbates in contact with quasi-one-dimensional surface electronic chain states

Surf. Sci. 336(1995)326.

A.B.Hayden, P.Pervan, D.P.Woodruff:

Inverse Photoemission Study of the Cu(100)<sub>c</sub>(2x2)-Mn Phase

J.Phys.C ,7(1995)1139.

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, 46(1995)1181.

T. Valla, P. Pervan and M. Milun:

Characterisation of the 1 and 2 ML silver films on the V(100) surface

Vacuum, 46(1995)1223.

T. Valla, P. Pervan and M. Milun:

Interaction of silver and oxygen on the V(100) surface

Applied Surface Sci., 89(1995)375

A.B. Hayden, T. Valla and D.P. Woodruff

Inverse photoemission and Auger electron spectroscopy of Rh thin films on Cu(100)

J.Phys. C 7(1995)9475

D. Marijan, D. Čukman, M. Vuković and M. Milun:  
Anodic stability of electrodeposited ruthenium. Galvanostatic, thermogravimetric and XPS studies  
J. Material Sci. 30(1995)3045

D. Čukman, M. Vuković and M. Milun:  
Enhanced oxygen evolution on ruthenium-iridium coating on titanium in acid solution  
J. Electroanal. Chem., 389(1995)209.

## II. Radovi prihvaćeni za objavljivanje:

B. Gumhalter:  
Different aspects of the Debye-Waller factor in various atom-surface scattering theories  
Surf. Sci., in press.

M. Šeruga, M. Metikoš-Huković, T. Valla, M. Milun, H. Hoffschulz and K. Wandelt  
"Electrochemical and electron spectroscopy studies of passive film on Tin in the citrate buffer solution"  
J. Electroanal. Chem., accepted

## III. Obranjen magistarski rad:

A. Aničić:  
Komparativno istraživanje utjecaja kvantnomehaničkih efekata u procesima desorpcije (Sveučilište u Zagrebu, 1995, mentor B. Gumhalter).

## IV. Pozvano predavanje na međunarodnom znanstvenom skupu:

B. Gumhalter:

- Investigations of vibrational properties of surfaces by He atom scattering  
6-th Joint Vacuum Conference, 4-7 April 1995, Bled, Slovenia.
- Exceptionally strong vibrational coupling of scattering He atoms to CO chemisorbed on Rh(111) and the embedding effect  
IUVSTA "Workshop" The Structure and Reactivity of Small Polyatomic Molecules on Surfaces, 9-15 April 1995, Brdo, Slovenia.

M. Milun:

- Characterisation of ultrathin films by surface sensitive methods  
3. Slovenska Konferenca o materialih in Tehnologijah, 4-6 listopad 1995, Portorož, Slovenija

#### V. Sažeci na međunarodnim znanstvenim skupovima:

A. Bilić and B. Gumhalter:

Quantum versus semiclassical treatment of multiphonon effects in He atom scattering from surfaces

European Research Conference Surface Dynamical Phenomena, 26-31 Aug. 1995, York (UK).

K.J. Snowdon, W. Mix, A. Bilić and B. Gumhalter:

Electronic corrugation induced enhancement of the energy dissipation of fast neutral beams scattered at glancing angles from crystal surfaces

13<sup>th</sup> International Vacuum Congress and 9<sup>th</sup> International Conference on Solid Surfaces, 25-29 rujana 1995, Yokohama, Japan.

M. Jenko, F. Vodopivec, M. Godec, D. Steiner-Petrovič, H.J. Grabke, H. Viehhaus, M. Milun and T. Valla:

The segregation behaviour of FeSi<sub>2.0</sub>Sb<sub>0.05</sub> alloy

13<sup>th</sup> International Vacuum Congress and 9<sup>th</sup> International Conference on Solid Surfaces, 25-29 Rujan, Yokohama, Japan.

T. Valla, P. Pervan and M. Milun:

Interaction of oxygen and silver on the V(100) surface

Slovenian - Hungarian - Croatian - Austrian 6<sup>th</sup> Joint Vacuum Conference and 3<sup>rd</sup> Meeting of Slovenian and Croatian Vacuumologists, 4-7 Travanj 1995, Bled, Slovenija.

P. Pervan, T. Valla and M. Milun:

Effect of electron correlations and relaxations on CVV Auger spectra of vanadium

Slovenian - Hungarian - Croatian - Austrian 6<sup>th</sup> Joint Vacuum Conference and 3<sup>rd</sup> Meeting of Slovenian and Croatian Vacuumologists, 4-7 Travanj 1995, Bled, Slovenija.

P. Pervan, T. Valla and M. Milun:

Copper ultra-thin films on V(100) surface

Slovenian - Hungarian - Croatian - Austrian 6<sup>th</sup> Joint Vacuum Conference and 3<sup>rd</sup> Meeting of Slovenian and Croatian Vacuumologists, 4-7 Travanj 1995, Bled, Slovenija.

#### VI. Sažeci na domaćim znanstvenim skupovima:

M. Šeruga, M. Metikoš-Huković, T. Valla and M. Milun

Electrochemical and electron spectroscopy studies of passive film on tin in citrate buffer solution

XIV. Skup Hrvatskih Kemičara, 6-8 veljače 1995, Zagreb.

## VII. Seminari koji su održali suradnici projekta:

### B. Gumhalter:

- Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces, Inst. J. Stefan, Ljubljana, Mar. 1995.
- Excitation of electron-hole pairs in grazing incidence He and Ar atom scattering from Al(111) surface ICTP, Trieste, June 1995.
- Excitation of electron-hole pairs in grazing incidence He and Ar atom scattering from Al(111) surface Laboratorio TASC, Area di Ricerca, Trieste, July 1995.
- Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces, Department of Physics, Imperial College, London. Sept. 1995.
- Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces, Physik Department, Technische Universität München, Nov. 1995.
- The role of quantum effects in the dynamics of stimulated desorption Physik Department, Technische Universität München, Nov. 1995.
- Multiphonon effects in He atom scattering from surfaces, Max Planck Institut fuer Stroemungsforschung, Goettingen, Nov. 1995.

## VIII. Studijski boravci suradnika projekta

### B. Gumhalter:

- ICTP, Trieste, 18 June-7 July 1995.
- Imperial College, London, 1-10 Sept. 1995.
- Max Planck Institut fuer Stroemungsforschung, Goettingen, 1-30 Nov. 1995.

### P. Pervan:

- University Warwick, Physics Department, 9 - 30. Rujan 1995.

### T. Valla:

- University Warwick, Physics Department, 10. 1. - 7. 4. 1995

## IX. Ostale aktivnosti vezane uz projekt

### B. Gumhalter

- Board Member of the Surfaces and Interfaces Section of the Condensed Matter Division of the EPS.
- Session Chairman at the European Research Conference Surface Dynamical Phenomena, 26-31 Aug. 1995, York (UK).

Komentor doktorske disertacije K. Poljanec: "Interakcije atoma He z (111) in (100) površinami srebra, bakra in niklja" obranjene 3.3.1995. na Univerzi v Ljubljani.

### M. Milun

- Sudjelovanje u radu Izvršnog komiteta IUUSTA-e, travanj 1995, Brdo pri Kranju, Slovenija
- Član Komisije za zemlje u razvoju IUUSTA-e, 1992 - 1995



- Član Komisije za veze IUVSTA-e 1992 - 1995
- Član Programskog komiteta 13<sup>th</sup> International Vacuum Congress and 9<sup>th</sup> International Conference on Solid Surfaces, 25-29 Rujan, Yokohama, Japan
- Tajnik Društva za vakuumsku tehniku Hrvatske (DVTH).
- Član Programskog komiteta "Austrian, Croatian, Hungarian and Slovenian 6th Joint Vacuum Conference", Bled 1995.

P. Pervan

- Član Organizacijskog odbora "Austrian, Croatian, Hungarian and Slovenian 6-th Joint Vacuum Conference", Bled 1995.

A. Bilić

- Prisustvovanje ljetnoj školi iz fizike površina u organizaciji ESF, Marseille, 10-16 June 1995.

### IX. Medjunarodni projekti

Bilateralna suradnja sa SR Njemačkom:

Projekt: Ultraduenne Filme - Ultra tanki filmovi

Voditelji: Prof. K. Wandelt (Universitaet Bonn) i dr. P. Pervan (IFS).

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 (Universitaet Osnabrueck) i Dr. B. Gumhalter (IFS, Zagreb).

ALIS (Academic Links and Interchange Scheme) Project: Electronic structure of magnetic metals, ultra-thin films and surfaces, financiran od strane British Councila i Ministarstva za znanost i tehnologiju.

Voditelji: Prof. D.P. Woodruff (Warwick University) i dr.P. Pervan (IFS).

## 2.10 TEORIJA KRITIČNIH POJAVA

**GLAVNI ISTRAŽIVAČ:** dr. Katarina Uzelac

**SURADNICI:** dr. Ivo Batistić

dr. Eduard Tutiš

dipl. inž. Zvonko Glumac

dipl. inž. Krešimir Šaub

prof. dr. Slaven Barišić (vanjski suradnik)

dipl. inž. Ognjen Škunca

### OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživanja su se odvijala u okviru nekoliko tema.

Nastavljena je detaljnija analiza kritičnog ponašanja 3D Pottsovog modela unutar pora realističnog modela aerogela za koji su preliminarni rezultati pokazali da doživljava zanimljivu promjenu prirode faznog prijelaza zavisno o koncentraciji aerogela, pri čemu prijelaz prvog reda postaje u aerogelu (iznad nekog praga koncentracije) kontinuirani prijelaz. U cilju dobivanja kvantitativnih rezultata, posebice kritičnih eksponenata za ovaj novi prijelaz drugog reda, Monte Carlo simulacije su ponovljene na velikom broju konfiguracija - oko 300 različitih konfiguracija aerogela dobivenih cluster-cluster agregacijom. (Računi su provedeni na 3 raspoložive DEC alpha stanice.) Osobita je pažnja posvećena analizi fluktuacija nereda pri različitim načinima usrednjenja. Ispitivana je relevantnost modificiranog Harrisovog kriterija.

Monte-Carlo simulacije na dugodosežnom Pottsovom modelu u 1D, s interakcijama oblika  $1/r^{(1+\sigma)}$  za cjelobrojne vrijednosti Pottsovih stanja  $q > 2$  pokazale su da je pri malim vrijednostima parametra dosega  $\sigma$  moguć fazni prijelaz prvog reda. Granična vrijednost  $\sigma_c$  između *regimea* prvog i drugog reda varira s brojem Pottsovih stanja  $q$  (slično kao što za kratkodosežni model varira granična vrijednost dimenzije). Rezultati su dobiveni primjenom jednostavnog Metropolis algoritma na lance dužine  $L=100$  do 400. Provedena je *scaling* analiza dvaju maksimuma u raspodjeli vjerojatnosti energija, te Binderovog kumulanta 4-tog reda kao kriterija za određivanje prijelaza prvog reda. Rezultati su potvrđeni i analizom ponašanja maksimuma specifične topline. Detaljno su analizirani slučajevi  $q=3$  i 5, za niz vrijednosti  $\sigma$  u rasponu od 0 do 1.

U okviru slijedeće teme nastavljena su istraživanja Holsteinovog modela polarona koristeći se i numeričkim ("egzaktna dijagonalizacija na ograničenom skupu stanja") i analitičkim varijacionim metodama. Rezultati dobiveni analitičkim i numeričkim metodama međusobno se uspoređuju. Vrijednost rezultata nađenih numeričkom metodom ograničena je skupom stanja koja se uzimaju u obzir. Tako npr. skup od cca.  $10^6$  stanja pokazao se je još uvijek nedovoljnim da producira dobre rezultate za područje veoma jakog elektron-fonon međudjelovanja i elektronskih energija mnogo većih od fononskih frekvencija. U tom se području inače koriste i daju dobre rezultate aproksimacije srednjeg polja. Neke od standardnih analitičkih varijacionih metoda su usavršene tako da mogu producirati dobre valne funkcije i dobru ovisnost energije polarona o valnom broju (impulsu). Namjera je primijeniti ove rezultate u određivanju frekvencijskog i temperaturnog ponašanja vodljivosti te ostalih fizikalnih veličina.

Nastavljen je rad na utjecaju jakih lokalnih sila i dugodosežnih kulonskih sila u modelima visokotemperaturnih supervodiča. Diskutirana je stabilnost sistema, dielektrična funkcija i efektivna elektron-elektron interakcija u sustavu u kojem dugodosežne kulonske sile dovode do frustracije elektronske fazne separacije.

U konkretnom, proširenom p-d modelu za bakar-kisik ravnine u visokotemperaturnim supravodičima diskutirani su utjecaji kratkodosežnih i dugodosežnih kulonskih sila na fluktuacije elektronskog naboja i posljedice na vezane modove titranja kristalne rešetke. Istaknute su mogućnosti nestabilnosti koje dovode do nesumjerljivog vala gustoće naboja u ravninama, komenzurabilnog vala gustoće naboja između ravnina, te prelijevanja naboja između atoma kisika unutar jedinične ćelije.

#### Objavljeni radovi:

K. Uzelac, A. Hasmy, R. Jullien,  
*Numerical study of phase transitions in the pores of an aerogel*,  
Phys. Rev. Lett. **74** (1995) 422-425.

J. Mustre de Leon, I. Batistić, A.R. Bishop, S.D. Conradson, S.A. Trugman,  
*"Polaron Origin for Anharmonicity of the Axial Oxygen in  $YBa_2Cu_3O_7$  - Reply to Comment"*,  
Phys. Rev. Lett. **75** (1995) 584.

A. Saxena, Z. Shuai, J.T. Gammel, I. Batistić, M. Alouani,  
J.L. Bredas and A.R. Bishop,  
*"Modeling of Nonlinear Optic and ESR Response of CDW MX Materials"*,  
Synthetic Metals **71** (1995) 1659.

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:**

S. Barišić, I. Kupčić, E. Tutiš  
*The EFG analysis of  $La_2CuO_4$  and  $YBa_2Cu_3O_7$*   
 based superconductors

**Radovi u pripremi za tisak:**

I. Batistić, A.R. Bishop,  
*Modeling of the localized defects dynamics in MFA and RPA .*

Z. Glumac and K. Uzelac  
*First order transition in 1D long-range Potts model*

K. Uzelac, A. Hasmy, R. Jullien,  
*Changing of nature of the phase transition in the pores of an aerogel*

E. Tutiš, S. Barišić  
*Charge fluctuations in cuprate superconductors: effects of the frustrated phase separation*

**Radovi u zbornicima konferencija:**

Uzelac K., Hasmy A., Jullien R.  
*Study of phase transitions inside the pores of an aerogel,*  
 Journal of Non-Crystalline Solids, 186 (1995) 365-371

**Međunarodni znanstveni skupovi i predavanja:**

I. Batistić:  
 " *The Second International Conference on Research and Communications in Physics*"  
 18.-22. rujna. 1995. Japan, Tokyo

**Međunarodni projekti:**

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. Eduard Tutiš  
dr. Damir Veža

19. siječnja: dr. V. Pravdić

Institut "Ruđer Bošković", Zagreb  
NOVA SVJETSKA PARADIGMA: OKOLIŠ I  
ODRŽIVI RAZVITAK  
ODGOVORNOST ZNANSTVENIKA

26. siječnja: mr. D. Babić

Prirodoslovno - matematički fakultet, Zagreb  
NEKI ASPEKTI MAGNETOOTPORA  
Bi2Sr2CaCu2O8+x MONOKRISTALA

02. veljače: dr. D. Azinović

Institut za fiziku, Zagreb  
DIFUZNE VRPCE INTERMETALIČNIH EKSIMERA

16. veljače: dr. S.V. Zaitsev- Zotov

Institute of Radioengineering and electronics Russian Academy  
of Sciences  
FINITE-SIZE EFFECTS IN QUASI-ONE DIMENSIONAL  
CONDUCTORS

09. ožujka: mr. V. Dananić

FKIT, Zagreb  
NEINTEGRABILNI NESUMJERLJIVI DOMENSKI OBRASCI  
U SUSTAVIMA S JEDNOOSNIM REALNIM PARAMETROM  
UREĐENJA

23. ožujka: dr. S. Supek

Prirodoslovno- matematički fakultet, Zagreb  
LOKALIZACIJA KORTIKALNIH AKTIVNOSTI  
MAGNETOENCEFALOGRAFIJOM

11. travnja: dr. K. Wandelt  
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie  
Universität Bonn  
MICROSCOPIC PROPERTIES OF THIN METALLIC  
FILMS ON METAL
13. travnja: dr. R. Brako  
Institut "Ruđer Bošković", Zagreb  
GUŠENJE VIBRACIJA ADSORBATA NA METALNIM  
POVRŠINAMA
27. travnja: dr. P. Monceau  
CRTBT-CNRS, Grenoble  
PHASE DIAGRAM OF CuGeO<sub>3</sub>
04. svibnja: dipl.inž. Z. Glumac  
Institut za fiziku, Zagreb  
POTTSOV MODEL S DUGODOSEŽNIM MEĐUDJELOVANJEM
11. svibnja: prof. S. Marčelja  
Australian National University, Canberra,  
Austarlia  
MIKROEMULZIJE, L3 FAZE I GUBITAK INFORMACIJA  
PRI REPREZENTACIJI SIGNALA
01. lipnja: dr. M. Izumi  
Tokyo University  
ELECTRONIC PROPERTIES OF CONDUCTING  
RADICAL ON SALTS WITH LONG ALKYL CHAINS
08. lipnja: dr. D. Kunstelj  
Fizički zavod, PMF, Zagreb  
STRUKTURNE NESTABILNOSTI U Bi<sub>2</sub> Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+x</sub>  
VISOKOTEMPERATURNOM SUPRAVODIČU
15. lipnja: dr. A. Graovac  
Institut "Ruđer Bošković", Zagreb  
FULERENI: NEKI MATEMATIČKI REZULTATI

27. listopada: dr. J. Jaklič  
Institut "Jozef Stefan", Ljubljana, Slovenija  
UNIVERSALITY OF CHARGE AND SPIN  
RESPONSE IN DOPED ANTIFERROMAGNETS
07. prosinca: dr. R. Hlubina  
SISSA, Trieste  
ON THE RESISTIVITY OF HIGH TEMPERATURE  
SUPERCONDUCTORS
14. prosinca: dr. J. Bonča  
Institut "Jozef Stefan", Ljubljana, Slovenija  
EFFECT OF INELASTIC PROCESSES ON TUNNELING
28. prosinca: dr. I. Vezmar  
Institute of Technology, Atlanta, USA  
NANO CRYSTALS OF GOLD

## 3.2 BIBLIOTEKA

**BIBLIOTEKAR:** Marica Fučkar Marasović

**STRUČNI SURADNIK:** mr. Jadranko Gladić

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 4273
2. periodika 122 naslova
3. diplomske radnje 109
4. magistarske radnje 109
5. disertacije 81
6. katalozi periodike 24

U toku 1995. godine nabavljeno je 10 knjiga. Na dar su primljene 4 knjige.

### STATISTIKA IZDANIH INFORMACIJA I POSUDBA BIBLIOTEČNE GRAĐE:

1. Posuđeni časopisi i knjige za izradu kopija: 1568
2. Posuđene knjige: 126
3. Čitaonica - izdani časopisi: 1112
4. Međubibliotečna posudba
  - a) zahtjevi putem pošte
    - primljenih zahtjeva: 45
    - upućenih zahtjeva 29
  - b) zahtjevi putem telefona ili osobno
    - primljenih zahtjeva: 62
    - upućenih zahtjeva 88

**KORISNICI:** Znanstveno-istraživačko osoblje: 43  
 Znanstveno-nastavno osoblje: 20  
 Studenti: 420  
 Ostali: 30  
 Ukupno: 513.



### 3.3 IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA

**Magistrirali:**

mr. A. Aničić

**Magistarski rad izrađuju:**

dipl. inž. A. Bilić

dipl. inž. S. Dolanski Babić

**Doktorsku disertaciju izrađuju:**

mr. N. Biškup

mr. Đ. Drobac

mr. J. Gladić

dipl. inž. Z. Glumac

dipl. inž. B. Horvatić

mr. V. Horvatić

mr. Ž. Marohnić

mr. H. Skenderović

mr. K. Šaub

mr. T. Valla

### 3.4 SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSILIJEDIPLOMSKOJ 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.

**Poslijediplomska nastava:**

**Poslijediplomska nastava:**

I. Batistić,

Dinamika fluida: 30+15

PD studij vođenja i upravljanja pokretnim objektima

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 FER Zagreb

V. Zlatić,

Teorija mnoštva čestica: 25+12

PD studij fizike, smjer Fizike čvrstog stanja

### 3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 1995. GODINI

1. D. Azinović  
01.05.95.-30.06.1996.- Njemačka, postdoktorska specijalizacija
2. I. Batistić  
15.09.95.-22.09.1995.- Japan, konferencija
3. A. Bilić  
10.06.95.-16.06.1996.-Francuska, službeni put
4. K. Biljaković  
29.05.95-30.05.1995.- Austrija, službeni put  
18.06.95-24.06.1995.- Francuska, radni posjet  
26.07.95.-03.08.1995.- Njemačka, seminar  
24.09.95.-29.09.1995.- Italija, konferencija  
02.10.95.-02.12.1995.- Francuska, studijski boravak
5. N. Biškup  
19.05.95.-22.08.1995.- Francuska, studijski boravak
6. R.J. Cooper  
01.01.1995.-31.07.1996.- Engleska, studijski boravak
7. N. Demoli  
01.03.95-31.05.1995.- Njemačka, studijski boravak  
15.05.95-19.05.1995.- Ukrajina, konferencija  
01.10.95.-31.12.1995.- Njemačka, studijski boravak
8. B. Gumhalter  
27.02.95.-03.03.1995.- Slovenija, studijski boravak  
04.04.95.-07.04.1995.- Slovenija, konferencija  
09.04.95.-15.04.1995.- Slovenija, radni posjet  
19.06.95.-07.07.1995.- Italija, studijski boravak  
26.08.95-08.09.1995.- Engleska, konferencija  
30.10.95.-28.11.1995.- Njemačka, studijski boravak  
30.10.95.-01.11.1995.- Njemačka, seminar
9. B.Hamzić  
27.08.95.-02.09.1995.- Austrija, konferencija
10. V. Horvatić  
28.06.1993.-15.03.1995.- Njemačka, studijski boravak
11. S. Knezović  
07.01.95-07.05.1995.- Njemačka, studijski boravak
12. D. Lovrić  
01.07.1995.-15.12.1995.- Italija, studijski boravak
13. O. Milat  
01.05.95.-31.10.1995.- Belgija, studijski boravak  
20.05.95.-24.05.1995.- Švedska, konferencija  
16.10.95.-20.10.1995.- Slovačka, konferencija  
10.11.95.-11.11.1995.- Italija, radni posjet

14. S. Milošević  
 01.05.1994.-31.04.1995.- Danska, studijski boravak  
 15.05.95.-19.05.1995.- Italija, seminar  
 01.08.95.-31.10.1995.- Danska, studijski boravak
15. M. Milun  
 04.04.95.-08.04.1995.- Slovenija, konferencija  
 04.10.95.-06.10.1995.- Slovenija, konferencija
16. M. Movre  
 01.02.95-31.03.1995.- Njemačka, studijski boravak  
 15.09.95.-15.11.1995.- Njemačka, studijski boravak
17. P. Pervan  
 04.04.95.-08.04.1995.- Slovenija, konferencija  
 10.09.95.-30.09.1995.- Engleska, studijski boravak
18. G. Pichler  
 30.01.95.-30.03.1995.- USA, studijski boravak  
 15.05.95.-15.05.1995.- Austrija, radni posjet  
 15.06.95.-15.08.1995.- Austrija, studijski boravak  
 11.09.95.-15.09.1995.- Brijuni, konferencija  
 18.09.95-22.09.1995.- Austrija, radni posjet  
 25.10.95.-25.10.1995.- Austrija, radni posjet  
 06.11.95.-10.11.1995.- Austrija, studijski boravak  
 13.11.95.-17.11.1995.- Italija, radni posjet  
 20.11.95.-20.12.1995.- Francuska, studijski boravak
19. M. Prester  
 29.06.95-30.06.1995.- Rijeka, ljetna škola
20. H. Skenderović  
 11.09.95.-15.09.1995.- Brijuni, konferencija  
 01.11.95.-30.11.1995.- Austrija, studijski boravak
21. A. Smontara  
 18.04.95-13.05.1995.- Francuska, studijski boravak  
 19.05.95.-22.05.1995.- Zadar, natjecanje iz fizike  
 29.06.95.-14.07.1995.- Australija, međunarodna olimpijada  
 20.07.95.-01.08.1995.- Japan, konferencija  
 29.10.95.-03.11.1995.- USA, konferencija
22. D. Starešinić  
 11.06.95.-24.06.1995.-Francuska, ljetna škola  
 25.06.95.-01.07.1995.-Češka, konferencija  
 01.10.95.-31.12.1995.-Francuska, studijski boravak
23. S. Tomić  
 18.05.95-21.05.1995.- Zadar, natjecanje iz fizike  
 27.08.95-02.09.1995.- Austrija, konferencija  
 23.10.95.-30.10.1995.- Njemačka, studijski boravak  
 15.11.95-20.12.1995.- Francuska, studijski boravak
24. Č. Vadla  
 14.09.95.-31.10.1995.- Njemačka, studijski boravak

## 25. T. Valla

10.01.95.-07.04.1995.-Engleska, studijski boravak

10.04.95.-14.04.1995.-Slovenija, radni posjet

## 26. D. Veža

04.06.95.-10.06.1995.- Njemačka, studijski boravak

06.07.95.-06.10.1995.- USA, studijski boravak

10.12.95.-23.12.1995.- Njemačka, službeni put

## 27. Z. Vučić

30.03.95.-30.05.1995.- Nizozemska, studijski boravak

## 28. V. Vujnović

12.05.95.-12.05.1995.- Osijek, radni posjet

15.05.95.-19.05.1995.- Split, radni posjet

08.06.95.-09.06.1995.- Matulji, radni posjet

05.07.95.-12.07.1995.- Austrija, međunarodni skup

28.09.95.-29.09.1995.- Austrija, radni posjet

## 29. V. Zlatić

27.03.95.-27.06.1995.- Njemačka, radni posjet

13.07.95.-28.07.1995.- Italija, radni posjet

02.10.95.-05.10.1995.- Slovenija, seminar

06.11.95.-17.11.1995.- Njemačka studijski boravak

**4.1 PRIHODI ZNANSTVENIH PROJEKATA**  
01.01.95. DO 31.12.95.

Red. br.	Glavni istraživač	Redovna sredstva	Potpore MZT za opremu i materijal	Potpore MZT za putovanja	UKUPNO
1.	dr. Č. Vadla	21.890,00	30.452,42	4.451,08	56.793,50
2.	dr. G. Pichler	9.339,00	44.140,24	2.100,00	55.579,24
3.	dr. V. Vujnović	11.803,00	18.310,24	1.530,00	31.643,24
4.	dr. S. Tomić	24.684,00	18.310,24	9.886,80	52.881,04
5.	dr. J. Lukatela	21.317,82	24.116,65	4.810,00	50.244,47
6.	dr. V. Zlatić	27.467,00	18.310,24	3.296,31	49.073,55
7.	dr. Z. Vučić	14.146,00	13.918,10	9.810,00	37.874,10
8.	dr. K. Biljaković	13.684,00	15.966,25	13.778,00	43.428,25
9.	dr. B. Gumhalter	37.928,00	18.310,24	12.707,00	68.945,24
10.	dr. K. Uzelac	15.212,00	35.255,40	-	50.467,40
11.	Potpora za HELIJ za projekte 4,5,6i8	-	121.170,00	-	121.170,00
12.	Ukupno: 1-11	197.470,82	358.260,02	62.369,19	618.100,03

## 4.2 RAČUN PRIHODA I IZDATAKA

za razdoblje od 1. siječnja do 31.12.1995.

		u kunama (bez lp)
<b>PRIHODI I PRIMICI</b>		<b>5.243.678</b>
Prihodi iz proračuna	5.100.564	
Ostali prihodi i primici	143.114	
<b>IZDACI I OSTALA PLAĆANJA</b>		<b>5.223.411</b>
Izdaci poslovanja	4.470.603	
Izdaci za zaposlene	3.619.042	
Izdaci za utrošeni materijal, energiju, komunalne i ostale usluge	747.129	
Izdaci za tekuće održavanje	104.432	
Tekući vanjski izdaci za materijal i usluge	179.660	
Nabavka kapitalnih sredstava	573.148	
<b>VIŠAK PRIHODA</b>		<b>20.267</b>
 <b>DODATNI PODACI</b>		
Broj zaposlenih na bazi stanja krajem tromjesečja (cijeli broj)	68	
Broj zaposlenih na bazi sati rada (cijeli broj)	65	