

INSTITUT ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

GODIŠNJI IZVJEŠTAJ

O RADU U 1984. GODINI

## S A D R Ž A J

	Strana
I ORGANI UPRAVLJANJA . . . . .	1
II ORGANIZACIONA STRUKTURA INSTITUTA . . . . .	2
III IZVJEŠTAJ O RADU NA ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKIM ZADACIMA . . . . .	10
IV SURADNJA SA OSTALIM ZNANSTVENIM I PRIVREDNIM INSTITUCIJAMA U ZEMLJI I INOZEMSTVU . . . . .	70
V IZVJEŠTAJ O ODGOJNO-OBRAZOVNOM RADU U OKVIRU PROGRAMA I ZADATAKA ZNAN. ISTRAŽIVAČKOG RADA U TOKU 1984. god.	74
VI SEMINARI ODRŽANI NA IFS-u u 1984.godini	77
VI-2 SEMINARI KOJE SU ZNAN.RADNICI IFS-a ODRŽALI IZVAN IFS-a TOKOM 1984.god. . . . .	82
VII BIBLIOTEKA . . . . .	83
VIII-1 SPECIJALIZACIJE I STUD.BORAVCI SURAD. IFS-a	87
VIII-2 SAOPĆENJA SURADNIKA IFS-a NA RAZNIM KONFERENCIJAMA I ZNAN.SKUPOVIMA . . . . .	88
IX ZBIRNI POPIS RADOVA SURADNIKA IFS-a . . .	92

I ORGANI UPRAVLJANJA I STRUČNI ORGANI  
INSTITUTA ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA

S a v j e t (do 23.5.1984)

Predsjednik Savjeta

dr ČEDOMIL VADLA, znan. sur. (do 31.1.1984)

mr KATICA BILJAKOVIĆ, zn. asist. (od 1.2.-9.4.1984)

mr ROBERT BEUC, znan. asist. (od 9.4.-23.5.1984)

Članovi Savjeta: (do 23.5.1984)

1. IVO BATISTIĆ, mr fiz. znan. - istraživač-suradnik
2. KATICA BILJAKOVIĆ, mr fiz. znan. - istraživač-surad.
3. DARINKA COC-ŠTOKIĆ, v. tehn. surad.
4. JOHN COOPER, dr fiz. znanosti - viši zn. sur.
5. ČEDOMIL VADLA, dr fiz. znan. - znan. surad. (do 31.1.84)
- MILORAD MILUN, dr fiz. znan. - znan. surad. (od 23.2.84)
6. ROBERT BEUC, mr fiz. znan. - znan. asist.
7. TOMISLAV NOVAK, v. ekonom. suradnik

S a v j e t (od 23.5.1984)

Predsjednik: dr MILORAD MILUN, znan. suradnik

Članovi Savjeta:

1. COOPER dr JOHN, viši znan. suradnik
2. IVKOV JOVICA, dipl. ing. fiz. - pom. istraživač
3. KRIZMANČIĆ MIRJANA, v. refer. računovodstva
4. LEPČIN VILIM, viši tehn. suradnik
5. MILUN dr MILORAD, znan. suradnik
6. UZELAC dr KATARINA, znan. suradnik
7. VUJNOVIĆ dr VLADIS, znan. savjetnik

KOMISIJA SRK: (do 15.5.1984)

KOMISIJA SRK: (od 15.5.1984)

BERISLAV HORVATIĆ, dipl. ing. fiz., predsjednik  
MIRJANA KRIZMANČIĆ, v. ref. računovodstva, član  
JAGODA LUKATELA, mr fiz. znan., znan. asist."

DJURO DROBAC, dipl. ing. fiz. - predsjed.  
MAJA FUČKAR, bibliotekar, član  
MLADEN MOVRE, mr fiz. znan. "

ZBOR RADNIKA

Predsjednik Zbora: KREŠIMIR ŠAUB, dipl. ing. fiz. znan. asist. (do 19.12.1984)  
BOJANA HAMZIĆ, mr fiz. znan. - znan. asist. (od 19.12.1984)

ZNANSTVENO VIJEĆE

Predsjednik: dr BRANKO GUMHALTER, znan. suradnik

DIREKTOR INSTITUTA:

dr GORAN PICHLER, viši znan. suradnik (do 31.1.1984)  
dr ČEDOMIL VADLA, znan. suradnik (od 1.2.1984)

## II ORGANIZACIONA STRUKTURA INSTITUTA

Institut je organizaciono podijeljen na sljedeće odjele:

1. FIZIKA METALA I
2. FIZIKA METALA II
3. OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA
4. FIZIKA IONIZIRANIH PLINOVA
5. FIZIKA POLUVODIČA
6. TEORIJSKA FIZIKA
7. STRUČNO-ADMINISTRATIVNI ODJEL

### II.1 Popis članova odjela Instituta

#### II.1.1. FIZIKA METALA I

Rukovodilac odjela: OGNJEN MILAT, v.d. - magistar fiz.znan.-znan.asistent

Znanstveni radnici:

OGNJEN MILAT, mr fiz.znanosti - znan.asistent

MILORAD MILUN, doktor kem.znanosti - znan.suradnik

PETAR PERVAN, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

Tehnički suradnici:

DARINKA COC-ŠTOKIĆ, viši tehnički suradnik

VILIM LEPČIN, viši tehn.suradnik

## 11.1.2. FIZIKA METALA II

Rukovodilac odjela: JAGODA LUKATELA, v.d., magistar fiz.znanosti.zn.asist.

## Znanstveni radnici:

KATICA BILJAKOVIĆ, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

JOHN COOPER, doktor fiz.znanosti, viši znan.suradnik

UJURC DROBAC, dipl.ing.fizike, - pom.istraživač

DANIJELO DJUREK, doktor fiz.znanosti - znan.suradnik

LASZLO FORRO, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

BOJANA HAMZIĆ, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

JOVICA IVKOV, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

JAGODA LUKATELA, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

ŽELJKO MAROHNIC, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

MARKO MILJAK, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

MLADEN PETRAVIĆ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

MLADEN PRESTAR, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

SILVIJA TOMIĆ, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

STIPE KNEZOVIĆ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

## Tehnički suradnici:

MILAN SERTIĆ, v.tehnički suradnik

TINO PAVIĆ, v.tehn.suradnik-elektroničar

## II.1.3. OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA

Rukovoditelj odjela:

MLADEN PAIĆ, doktor fizičkih znanosti, redovni profesor, u.m.  
- znanstveni savjetnik, akademik

Znanstveni radnici:

MLADEN PAIĆ, doktor fiz.znanosti, red.profesor u.m.  
- znan.savjetnik, akademik

VALERIJA PAIĆ, doktor medic.znanosti, izv.prof. u.m.  
- viši znan.suradnik

Tehnički suradnik:

VILKO PETROVIĆ, viši tehn.suradnik

## 11.1.4. FIZIKA IONIZIRANIH PLINOVA

Rukovodilac odjela:

GORAN PICHLER, doktor fiz.znanosti - viši znan.suradnik

Znanstveni radnici:

ZLATKO BAČIĆ, doktor kem.znanosti - znan.asistent

ROBERT BEUC, magistar fiz.znanosti - "

NAZIF DEMOLI, magistar fiz.znanosti - "

SLOBODAN MILOŠEVIĆ, magistar fiz.znanosti - "

MLADEN MOVRE, magistar fiz.znanosti - "

GORAN PICHLER, doktor fiz.znanosti - viši znan.surad.-vod.istr.rada

ČEĐOMIL VADLA, doktor fiz.znanosti - znan.suradnik

DAMIR VEŽA, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

VLADIS VUJNOVIĆ, doktor fiz.znanosti - znan.savjetnik, vod.istr.rada

DALIBOR VUKIČEVIĆ, magistar fiz.znanosti - znan.asistent

Tehnički suradnik:

ALAN VOJNOVIĆ, viši tehn.suradnik

ZDENKO VOJNOVIĆ, viši tehn.suradnik

## 11.1.5. FIZIKA POLUVODIČA

Rukovoditelj odjela:

ZLATKO VUČIĆ, v.d. - magistar fizičkih znanosti,  
znanstveni asistent

Znanstveni radnici:

IVICA AVIANI, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

MLADEN HORVATIĆ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač (JNA 5.7.83.-25.6.84)

VLASTA HORVATIĆ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

MARIJAN ILIĆ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač

ZLATKO VUČIĆ, magistar fiz.znanosti - znan.asistent



## 11.1.6. TEORIJSKA FIZIKA

## Rukovoditelj odjela:

KREŠIMIR ŠAUB, dipl.ing.fizike - znan.asistent (do 7.2.1984)  
ALEKSA BJELIŠ, doktor fiz.znanosti - znan.suradnik (od 7.2.-30.9.84)  
BRANKO GUMHALTER, doktor fiz.znanosti - znan.surad. (od 1.10.1984. - )

## Znanstveni radnici:

IVO BATISTIĆ, magistar fiz.znanosti - znan.asistent  
ALEKSA BJELIŠ, doktor fiz.znanosti - znan.suradnik  
BRANKO GUMHALTER, doktor fiz.znanosti - znan.suradnik  
BERISLAV HORVATIĆ, dipl.ing.fizike - znan.asistent  
DAVORIN LOVRIĆ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač (JNA 7.1.-12.12.84)  
ZLATKO PENZAR, dipl.ing.fizike - pom.istraživač  
KREŠIMIR ŠAUB, dipl.ing.fizike - znan.asistent  
EDUARD TUTIŠ, dipl.ing.fizike - pom.istraživač  
KATARINA UZELAC, doktor fiz.znanosti - znan.suradnik  
VELJKO ZLATIĆ, doktor fiz.znanosti - viši znan.suradnik

## 11.1.7. STRUČNO-ADMINISTRATIVNI ODJEL

Odjel obavlja sve pravne, administrativne, financijske, materijalne, tehničke i razne pomoćne poslove Instituta. Organiziran je podjelom na: tajništvo, računovodstvo, biblioteku, službu nabave i skladište, te radionicu.

## TAJNIŠTVO:

MELITA PELC, dipl.pravnik - tajnik  
 LJUBICA KOZINA, v.ref.općih poslova  
 VLADO ROGIN, domar-ložač  
 ZDRAVKO VUČKOVIĆ, vratar - telefonist  
 VERA ROGIN, čistačica  
 DRAGICA DUPELJ, čistačica  
 FRANKA POCRNIĆ, čistačica

## RAČUNOVODSTVO:

MARIJA KRALJ, voditelj računovodstva  
 MIRJANA KRIZMANČIĆ, v.ref.računovodstva  
 BRANKA MESIĆ, ref.računovodstva

## BIBLIOTEKA:

MARICA FUČKAR, prof.dipl.bibliotekar - vodit.biblioteke

## SLUŽBA NABAVE I SKLADIŠTA:

TOMISLAV NOVAK, voditelj nabave  
 ŽELJKO ROGIN, dostavljač-skladištar

## RADIONICA:

BRANKO HACEK, viši tehn.suradnik - voditelj radionice  
 MARIJAN MARUKIĆ, viši tehn.suradnik

## Pregled financiranja

Instituta u 1984.god.

a) Samoupravna interesna zajednica za znanstveni rad: SIZ-I	39,990.237.-
SIZ-III	351.254.-
b) RSIZ odgoja i usmj. obrazovanja	8,818.750.-
c) ZAMTES	4,215.000.-
e) RIZ-00UR Tvornica poluvodiča	6,060.000.-
f) "Iskra"	7,244.000.-
g) TEŽ	1,500.000.-
h) Ostali prihodi iz neposred. razmj. rada	3,023.722.-
i) Ostali prihodi	<u>1,484.402.-</u>
Ukupno	72.687.365.-

### III IZVJEŠTAJ O RADU NA ZNANSTVENO- ISTRAŽIVAČKIM ZADACIMA

Fundamentalno znanstvena istraživanja u području fizike čvrstog stanja te atomske i molekularne fizike organizirana su po sljedećim zadacima:

1. Fizička svojstva poluvodiča i superionskih vodiča (I-24.4)
2. Elektronska svojstva metala i metalnih slitina (I-24.6)
3. Istraživanje fizičkih svojstava nemetala (lančastih vodiča) (I-24.7)
4. Struktura i svojstva površina i tankih slojeva (I-24.8)
5. Atomska fizika i optička svojstva kristala (I-24.9)
6. Istraživanje atomskih sudarnih procesa za razvoj novih izvora svjetlosti (I-11.3)
7. Fizika sunca i zvijezda (III-41)

Brojevi u zagradama označavaju programske šifre pod kojima se zadaci vode u SIZ-u za znanost.

Ovi su zadaci definirani unutar programa SIZ-a I za znanost (zadaci od 1 do 6) te SIZ-a III za znanost (zadatak 7).

Zadaci 1-6 definirani su unutar programa 24 (struktura i fizička svojstva materijala) te programa 11 (Nove konverzije energije) Samoupravne interesne zajednice (SIZ-I) za znanost SRH. Zadatak 7. nalazi se u programu SIZ-a III za znanost.

## 1. Zadatak

Fizička svojstva poluvodiča  
i superionskih vodiča

1.1. Koordinator  
programa  
na IFS-u

dr Veljko Zlatić, viši znan. suradnik

Koordinator  
zadatka  
na IFS-u

mr Zlatko Vučić, znan. asistent

### 1.2.1. Cilj istraživanja

Kao što je navedeno u planu za 1984. godinu cilj istraživanja je približavanje razjašnjenju prirode ion-ion odnosno ion-kavez interakcije u superionskim materijalima, što predstavlja glavni problem fizike čvrstih elektrolita.

### 1.2.2. Rezultati istraživanja

Istraživanja u 1984. godini obuhvatila su sljedeće teme:

1.2.2.1. Mjerenje koncentracijske i temperaturne ovisnosti koeficijenta termičke ekspanzije u visokotemperaturnoj fazi  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$

U okviru istraživanja ion-ion interakcije kao i interakcije ion-kavez, u sistemu  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ , mjeren je koeficijent termičkog rastezanja  $\alpha$  u visokotemperaturnoj fazi bakar selenida, do temperature 570K. Koncentracija uzoraka mijenjana je u rasponu od  $\text{Cu}_{1,808}\text{Se}$  do  $\text{Cu}_{1,975}\text{Se}$ .

Pokazalo se da iznad prijelaza u superionsku fazu (413K) pa do temperature 520K postoji područje (medjupodručje) nelinearne ekspanzije karakterizirano gotovo linearnim padom koeficijenta termičke ekspanzije  $\beta$ . Iznad 520K za sve ispitivane sastave koeficijent  $\beta$  je temperaturno konstantan a njegova vrijednost iznosi između  $20 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  i  $22 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , ovisno o sastavu:

Razlika između vrijednosti koeficijenta  $\beta$  iznad 520K i  $\beta$  na određenoj temperaturi unutar medjupodručja je to manja što je manja devijacija od stehiometrije i pada na nulu prema stehiometrijskom uzorku.

Budući da je iznad 520K koeficijent  $\beta$  konstantan i gotovo neovisan o sastavu daje se zaključiti da je na tim temperaturama  $\beta$  određen isključivo dinamikom kaveza, iz ovisnosti koeficijenta  $\beta$  o sastavu u medjupodručju a imajući u vidu da na tim temperaturama kavez ne mijenja strukturu, može se zaključiti da se efekt nelinearne ekspanzije može pripisati interakciji kaveza sa vakancijama u razrijeđenom kationskom podsistemu. Ova interakcija postepeno trne i postaje zanemariva na temperaturama iznad 520 K.

#### 1.2.2.2. Elektromotorna sila visokotemperaturne faze bakar selenida

U ovom radu mjerena je elektromotorna sila (EMF) ćelije Cu/čvrsti elektrolit/bakar selenid/Pt, u ovisnosti o sastavu bakar selenida na nekoliko fiksnih temperatura ( $110^{\circ}\text{C}$ ,  $150^{\circ}\text{C}$ ,  $180^{\circ}\text{C}$ ), odnosno u ovisnosti o temperaturi za dvadesetak fiksnih sastava od  $\text{Cu}_2\text{Se}$  do  $\text{Cu}_{1.75}\text{Se}$ . Takvo elektrokemijsko ispitivanje bilo je motivirano slabim poznavanjem ponašanja elektronskog i ionskog podsistema u visokotemperaturnoj fazi bakar selenida. Koncentracijska i temperaturna ovisnost EMF-a omogućuje bolji uvid u strukturu elektronskih vrpca odnosno stanje reda kationskog podsistema.

Mjerenja su pokazala da se koncentracijska ovisnost EMF-a može u području sastava  $\text{Cu}_{1.95}\text{Se}$  do  $\text{Cu}_{1.75}\text{Se}$  odlično opisati modelom slobodnog plina šupljina u valentnoj vrpca parabolične energetske ovisnosti gustoće stanja najmanje do  $0.35\text{ eV}$  ispod vrha valentne vrpce. Efektivna masa šupljina je  $(2.76 \pm 0.02)$  mase elektrona. Pokazuje se, osim toga da je efektivna masa i temperaturno i koncentracijski neovisna.

Do sada objavljeni rezultati optičkih i transportnih mjerenja referiraju uglavnom porast efektivne mase s temperaturom, a i vrijednosti znatno niže (manje od  $m_e$ ) i konzekventno predlažu model neparabolične valentne vrpce. Očito su potrebna dodatna mjerenja i analize da se razriješi ova dilema.

Niti ionski kemijski potencijal niti njegova temperaturna derivacija, dakle ionska parcijalna entropija, ne ovise o sastavu što potvrđuje sliku o tzv. prosječnom kristalu. To međutim uopće ne omogućuje konstrukciju jednostavnog modela konfiguracione entropije jer treba uzeti u obzir energijski neekvivalentna kristalografska mjesta za ione kakva se nalaze u fcc strukturi bakar selenida.

Za sastave bliske stehiometriji, dakle između  $\text{Cu}_2\text{Se}$  i  $\text{Cu}_{1.95}\text{Se}$  analiza postaje komplicirana. U okviru pretpostavljenog modela javlja se znatan porast ionskog kemijskog potencijala s približavanjem stehiometriji što ukazuje na sve jaču interakciju između iona.

### 1.2.2.3. Struktura visokotemperaturne faze nestehiometrijskog bakar selenida

Istraživanje strukturnih karakteristika bakar selenida  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  prošireno je na nestehiometrijsko područje ( $x \leq 0.2$ ). Istraživanje je provedeno tehnikama rendgenske difrakcije na polikristalnim i monokristalnim uzorcima sa sastavom bliskom prirodnom sastavu minerala bercellanita ( $\text{Cu}_1\text{Se}$ ). Potvrđeni su raniji nalazi da se visokotemperaturna kubična faza  $\alpha\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  javlja već na sobnim temperaturama. Međutim, mijenjanje intenziteta difrakcijskih linija s porastom temperature ukazuje da je struktura kubične faze temperaturno ovisna:  $\alpha(T)\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ . Posebno, intenzitet linija 200, 222, 420 (tj. linija sa parnim indeksima čija suma nije dijeljiva sa 4) opada na nulu u temperaturnom intervalu  $80^\circ\text{C}$ - $220^\circ\text{C}$ . Ovi rezultati mogu se objasniti u modelu strukture sa simetrijom  $F43m$  u kojem se kristalografski položaji atoma bakra koji zajedno sa selenom grade imobilni kavez bitno razlikuju od položaja atoma bakra koji sačinjavaju mobilni kationski podsistem. Izradjen je strukturni model u kojem je opadanje i iščezavanje intenziteta navedenih difrakcijskih linija posljedica dvaju efekata: (I) redistribucije atoma bakra kationskog podsistema od tetraedarskih prema trigonalnim položajima, (II) povećanom dinamikom kationa bakra u ionskom podsistemu.

U daljnjem radu izvršit će se optimizacija modela strukture s ciljem utvrđivanja temperaturne ovisnosti statičke korelacije iona bakra u kationskom podsistemu. Optimizacija će se bazirati na analizi temperaturne ovisnosti intenziteta kristalnih refleksa s jedne strane, i analizom koherentnog difuznog raspršenja u sveukupnoj difuznoj pozadini kod rendgenskih difraktograma praha bakar selenida. U rendgenskim difraktogramima monokristalnih uzoraka bakar selenida uočene su na sobnoj temperaturi difrakcijske linije sa periodičnostima nesumjerljivim s periodima kubične kristalne rešetke. Ova pojava istražit će se s ciljem utvrđivanja načina formiranja i razgradnje kationske kvazirešetke nesumjerljive s kristalnom rešetkom kaveza.



#### 1.2.2.4. Sedimentacija u superionskim vodičima

U prošloj godini započeto istraživanje sedimentacije u superionskim vodičima nastavljeno je i u ovoj godini. Posebna pažnja posvećena je gravitacijskoj sedimentaciji. Razradjena je njena termodinamička teorija koja pokazuje da se uzorcima čija duljina je mnogo veća od promjera uspostavlja linearna raspodjela koncentracije pokretnih atoma. Za vrijeme uspostavljanja ravnotežnog stanja i za vrijeme vraćanja u homogeno stanje na uzorku se javlja napon proporcionalan duljini uzorka i masi pokretnih atoma. Odgovarajuće električno polje je karakteristična konstanta danog superionskog vodiča. Konstruiran je i izradjen uređaj za mjerenje sedimentacijskog napona i njegove vremenske ovisnosti. Prva verzija pokazala se neodgovarajućom: omogućila je da se ustvrdi postojanje sedimentacijskog napona, ali ne i njegova točna vrijednost. Zato se konstruirala novi uređaj s većom mogućnošću eliminacije parazitskih termoelektričnih i induciranih napona.

#### 1.2.2.5. Konstrukcija kapacitivnog dilatometra

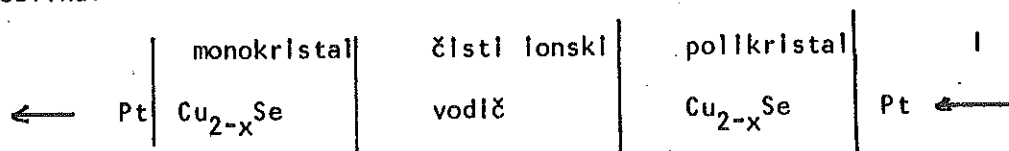
Pokušaj kvalitativne analize temperaturne ovisnosti linearnog termičkog koeficijenta ekspanzije istraživnog materijala nametnula je potrebu detaljnije analize podobnosti korištenja običnog pločastog kapacitivnog dilatometra za mjerenje termičke dilatacije. Konačna geometrija običnog pločastog kondenzatora ima za posljedicu pojavu nelinearnosti odziva aparature (kapaciteta) na promjenu mjerene fizikalne veličine (duljina uzorka). Pogreška u dobivenim eksperimentalnim rezultatima nije sistematska već ovisi o trenutnoj geometriji mjernog uređaja (razmak između elektroda) koja se u toku eksperimenta mijenja. U odredjenim uvjetima ta nesistematska pogreška može se smatrati zanemarivom (u slučaju ispitivanja promjena ograničenih na mali temperaturni interval ili ispitivanja materijala s malim termičkim koeficijentom ekspanzije). Trenutna istraživanja vrše se na materijalu visokog termičkog koeficijenta ekspanzije i pokrivaju široki temperaturni interval pa spomenuta pogreška postaje ograničavajući faktor kvalitete eksperimentalnih rezultata. Zbog toga je provedena analiza parametara koji utječu na točnost mjerenja i odabrana je takva geometrija mjernog uređaja (tzv. guard-ring geometrija) koja omogućuje dobivanje pouzdanih podataka o termičkoj dilataciji (o apsolutnom iznosu i temperaturnoj ovisnosti).

Prema napravljenj procjeni konstruirani su pojedini dijelovi (za koje je materijal bio dostupan) budućeg uređaja.

### 1.2.2.6. Elektrokemijsko obogaćivanje bakrom-nestehiometrijskih monokristala bakar selenida

Mogućnost promjene gustoće kationskog podsistema (stehiometrije) u uzorcima bakar selenida vrlo je važan parametar u pokušaju razumjevanja ion-ion interakcije. Za razliku od polikristaliničnih uzoraka koji se vrlo lako dobivaju u širokom nestehiometrijskom rasponu, do sada se monokristalne uzorke uspješno pripraviti samo u okolini sastava bliskog prirodnom mineralu bakar selenida berceļjenitu,  $\text{Cu}_{1,80}\text{Se}$  (M. Ilić i Z. Vučić: Growth of  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  single crystals, XVIII Konf. Jug. centra za kristalografiju, Plitvice, Jugoslavija, 1-3.6.1983).

Pokušaj elektrokemijskog obogaćivanja bakrom nestehiometrijskih monokristala napravljen je metodom kulometrijske titracije u ćeliji oblika:



Titrirani uzorci bili su sastava  $\text{Cu}_{1,79}\text{Se}$  a titracija je vršena u dva kristalografska smjera, okomito na smjer 111 i paralelno sa smjerom 111, na temperaturi  $110^{\circ}\text{C}$ . Temperatura  $110^{\circ}\text{C}$  izabrana je zbog toga što se iz faznog dijagrama sistema  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  vidi da je na toj temperaturi moguće ostvariti prijelaz iz visokotemperaturne  $\alpha$ -faze u niskotemperaturnu  $\beta$ -fazu. Stoga je cilj eksperimenta bio ne samo da se dobiju monokristali sastava bliskog stehiometrijskom nego i pokušati dobiti monokristal niskotemperaturne faze.

Eksperiment je pokazao da se promjena sastava vrši kontinuirano (sastav je kontroliran mjerenjem EMF titriranog monokristala) sve do linije faznog prijelaza (kod sastava  $\text{Cu}_{1,93}\text{Se}$ ) gdje dolazi do destrukcije monokristala (stvaranje mikropukotina i prijelaz monokristalne u polikristalnu strukturu). Isti rezultat dobiven je neovisno o kristalografskom smjeru duž kojeg je vršena titracija.

Iz dosadašnjih istraživanja poznato je da na prijelazu dolazi do uredjenja ("skrućivanja") kationskog podsistema praćenog deformacijom kristalne rešetke duž smjera 111. Vjerojatnost deformacije visokotemperaturne kubične ćelije jednaka je za sva četiri kristalografska 111 smjera, što bi mogao biti uzrok narušavanju monokristalnosti uzoraka.

Očekuje se da bi preferiranjem jednog od ta četiri ekvivalentna kristalografska smjera promjenom nekog od vanjskih parametara (uniaksljalni tlak, temperaturni gradijent) bilo moguće izbjeći transformaciju monokristala u polikristal i u tom smjeru će se istraživanja nastaviti.

### 1.2.2.7. Sinteza kristala $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ u kapilari

Za istraživanje elektronske strukture vrpca u bakar selenidu nužno je izmjeriti elektronsku vodljivost. U tu svrhu pristupilo se sintezi monokristala bakar selenida takve geometrije koja bi omogućila visoko rezolutno mjerenje elektronske vodljivosti. Budući da je elektronska vodljivost bakar selenida reda veličine  $10^5 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$  najpovoljniji oblik kristala za mjerenje elektronske vodljivosti je takav gdje je omjer dužine prema presjeku kristala što veći; tj. oblik igle.

U tu svrhu napravljene su kvarcne ampule s vrlo dugačkim kapilarnim završetkom (cca 10 cm,  $\phi$  0.3 mm) u kojima se metodom opisanom u Journal of crystal growth 42 (1977) 592-597 vršila sinteza kristala. Ispitivanje dobivenih kristala Weissenberg metodom utvrđeno je da se kristalografska os 220 sintetiziranih kristala podudara sa aksijalnom osi kapilare te da se kristali duž cijele dužine kapilare sastoje iz nekoliko sraslaca. Tako dobiveni kristali nisu pogodni za određivanje tenzora električne vodljivosti stoga su potrebne modifikacije metode koje bi omogućile stvaranje samo jednog kristala u kapilari.

### 1.2.3. Odstupanje od ugovorenog programa

Kao što je iz izvještaja vidljivo nije bilo znatnijih odstupanja od ugovorenog programa. Manji zastoji nastali su kao rezultat teškoća u nabavci materijala i opreme za gradnju uređaja i intenzivnog učenja i polaganja ispita mlađih suradnika koji čine većinu grupe.

#### 1.2.4. Znanstveni doprinos istraživanja

Visoka ionska vodljivost superionskih vodiča glavni je problem koji zaokuplja istraživače. U takvim spojevima postoje dva interagirajuća podsistema, mobilni ionski podsistem i čvrsta rešetka, svojstva kojih su određena interakcijama unutar svakog podsistema ponajprije. Dok je struktura i dinamika čvrste rešetke relativno dobro poznata, za katlonski podsistem se to ne može reći. Dakle problem interpretacije visoke ionske vodljivosti svodi se na problem pravilnog tretiranja ion-ion i ion-rešetka interakcije. Metodologija istraživanja uključuje i ispitivanja svojstava faza u kojima se javlja superionska vodljivost i faznih prijelaza koji graniče tim fazama.

U tom okviru je u ovoj godini više pažnje posvećeno svojstvima  $\alpha$ -faze (visokotemperaturne faze s visokom ionskom vodljivošću  $\sigma_{\text{ion}} \approx 10^{-1}$ ) s namjerom da se steknu i određene spoznaje o prirodi i jačini spomenutih interakcija. Pronađen je koncentracijski neovisan fazni prijelaz na oko 200°C, drugog reda, koji simetriju kaveza ostavlja nepromijenjenom, a odnosi se samo na djelomično uredjenje katlonskog podsistema. Sva ispitivanja ukazuju na činjenicu da na tom prijelazu u hladjenju ion-ion interakcija dugog doseg postaje dominantna interakcija. Iz preliminarnih strukturnih rezultata može se zaključiti da je ta faza područje nesumjerljivo uredjene katlonske nadrešetke. Na nižim temperaturama uključuje se i ion-rešetka interakcija koja uzrokuje fazni prijelaz u niskotemperaturnu  $\beta$ -fazu na način da rešetka doživi uniaksijalnu deformaciju (istezanje) tako da postane sumjerljiva s katlonskom nadrešetkom.

#### 1.2.5. Primjena rezultata istraživanja

Rezultati ovog istraživanja imaju potencijalnu mogućnost primjene. Pri tom se misli na globalni razvoj u istraživanju čvrstih elektrolita gdje se velika pažnja posvećuje upravo njihovoj ulozi u proizvodnji, pohrani i konverziji energije. S druge strane pak puno realnija i već prisutna je aplikacija čvrstih elektrolita kao komponente senzora kisika i sumpora pri metalurškim procesima. Ovaj rad analogno prati i takvu mogućnost primjene.

## 1.2.6.1. Popis objavljenih radova

1. M.Horvatić and Z.Vučić: DC Ionic Conductivity Measurements on the mixed conductor  $Cu_{2-x}Se$ , Solid State Ionics 13 (1984) 117
2. Z.Vučić, V.Horvatić and O.Milat: Dilatometric Study of Nonstoichiometric Copper Selenide  $Cu_{2-x}Se$ , Solid State Ionics 13(1984)127
3. Z.Ogorelec and Z.Vučić: Čvrsti elektroliti i superionski vodiči, Tehnička fizika XXV, Beograd 1983.
4. Dj.Težak, F.Strajnar, O.Milat and M.Stubičar: formation of Lyotropic Crystal of metal dodecyl benzene sulphonates, Colloid&Polymer Sci. 262(1984)
5. Dj.Težak, F.Strajner, D.Šarčević, O.Milat and M.Stubičar:Solid/Liquid Equilibria In aqueous system of dodecyl benzene sulphone and alkaline earth ions, Croatica Chem.Acta,57(1984)93

## 1.2.6.2. Popis radova u pripremi za tisak

1. O.Milat, Z.Vučić and J.Gladić: Struktura visokotemperaturne faze nestehiometrijskog bakar selenida.
  2. Z.Vučić, J.Gladić, M.Ilić, M.Horvatić, Z.Ogorelec and I.Aviani: Elektromotorna sila visokotemperaturne faze bakar selenida.
  3. I.Aviani, Z.Vučić and J.Gladić: Koncentracijske i temperaturna ovisnost koeficijenta termičke ekspanzije u visokotemperaturnoj fazi  $Cu_{2-x}Se$ .
- Radovi izloženi na konferencijama
1. Z.Ogorelec, Gravitacijska sedimentacija u superionskom  $Ag_{2+x}Se$ , 9.Jug.simp.o fizici kondenzirane materije,Portorož,1984.

## 1.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima:

1. Zlatko Vučić, magistar fiz.znanosti - znan.asistent
2. Ognjen Milat, " "
3. Vlasta Horvatić, dipl.ing.fiz. - pom.istraživač
4. Marijan Ilić, dipl.ing.fiz. "
5. Mladen Horvatić, dipl.ing.fiz. "
6. Ivica Aviani, dipl.ing.fiz. "
7. Jadranko Gladić, dipl.ing.fiz. "

Vanjski suradnik:

8. Zvonimir Ogorelec, doktor fiz.znanosti, znan.savjetnik (PMF, Zagreb)

2. Zadatak

Elektronska svojstva  
metala i metalnih  
slitina

2.1. Koordinator  
programa  
na IFS-u

dr Veljko Zlatić, viši znan. suradnik

Voditelj  
zadatka

dr Veljko Zlatić, viši znan. suradnik

### 2.2.1. Cilj istraživanja

- Izučavanje osnovnih fizikalnih procesa u kristalnim i amorfnim metalnim sistemima, spinskim staklima, nehomogenim vodičima i magnetima.
- Rezumiranje strukturnih, transportnih (supravodljivih) i magnetskih svojstava tih sistema
- Razvoj materijala s posebnim gore navedenim svojstvima i s tim u vezi razvoj nekonvencionalnih metoda proizvodnje istih.
- Konstrukcija i izgradnja uređaja za proizvodnju ovih materijala
- Izgradnja novih uređaja za eksperimentalno istraživanje metalnih sistema.

### 2.2.2. Postignuti rezultati istraživanja

Uvod. U skladu s ciljem istraživanja razvijani su postupci dobivanja novih metalnih stakala, sagradjeno je nekoliko novih eksperimentalnih uređaja za istraživanje elektronskih svojstava metalnih sistema i izmjerena su i proanalizirana određena termodinamička, strukturna i transportna svojstva velikog broja uzoraka. Teorijskim metodama istraživano je utjecaj mnogo-čestične interakcije na termodinamička i transportna svojstva razrijeđenih metalnih otopina, te istražena primjenljivost Zimanovog modela za opis elektronske vodljivosti amorfnih metalnih sistema. U ovom izvještaju govorimo prvo o istraživanjima amorfnih metal-metal sistema, zatim o istraživanjima metal-metaloid sistema i konačno o istraživanjima kristalnih metalnih otopina.

#### 2.2.2.1. Istraživanje amorfnih metal-metal slitina

Električni otpor. Nastavljen je rad na analiziranju rezultata mjerenja električnog otpora  $Zr_{1-x}Cu_x$  amorfnih slitina. Kao što je pokazano u prethodnom razdoblju, tradicionalno difrakciona teorija električnih otpora ne daje mogućnost za potpuno razumijevanje transportnih svojstava tih sistema. Zbog toga je analiza usmjerena u traženju utjecaja kvantnih koherentnih efekata na transportna svojstva amorfnih slitina.

U pogledu elektronske strukture, neuredjeni sistemi općenito se odlikuju dvjema originalnostima u odnosu na uređene. Jedna je lokalizacija elektrona kada je nered dovoljno izražen a drugo je utjecaj nereda na elektronsko međudjelovanje. K tomu treba još dodati svojstva kojim se



Ističu isključivo amorfne strukture tj. postojanje nestabilnih konfiguracija. U tim okvirima kretala se analiza mjerene temperaturne ovisnosti električnog otpora. Pokazano je da je tu ovisnost moguće tumačiti elektronskom predlokalizacijom i preplitanjem elektronskog medjudjelovanja s neredom. Na niskim temperaturama ( $k_B T \ll \hbar/\tau$ , gdje je  $\tau^{-1}$  učestalost elastičnih raspršenja) ponašanje otpora može se dosta dobro opisati s T ovisnošću koju predviđa teorija interakcije u prisustvu nereda. Pri porastu temperature nailazimo na područje linearnog ponašanja a zatim slijedi ovisnost također vrlo slična korijenu. Linearni dio i visokotemperaturni korijen dobro se uklapaju u teoriju o predlokalizacionim efektima u neuredjenim sistemima. Međutim, nije sasvim isključena mogućnost da izvjesni doprinos niskotemperaturnom ponašanju daju raspršenja na nestabilnim konfiguracijama (logaritamska ovisnost otpora).

Elektronska i topološka ispitivanja. Tokom godine nastavljen je rad na sistemu ZrNi u cilju povezivanja elektronskih osobina sistema i topologije ove amorfne legure. U tu svrhu korišten je kao i do sada, vodik kao atomska proba. Vodik se veže uz Zr-atom gdje se njegova atomska vrpca hibridizira s d-vrpcom cirkonija. Hibridiziranje vodikovog elektrona s niklom je vrlo slabo ili nikakovo što je vjerojatno rezultat mnogo manjeg kristalnog polja Ni u Zr-Ni sistemu.

Da bi se mogla ustanoviti struktura okoline Zr-atoma korištena je tehnika spektroskopije emisije mekih X zraka (SXES) i to iz unutrašnjeg prelaza u Zr. Konkretno  $M_{\gamma}$  linija u Zr daje znatan "kemijski pomak" koji je dosta osjetljiv na količinu H-dopanta. Ovak "kemijski pomak" ima višestruko porijeklo. U prvom redu s obzirom da vodik s Zr-d vrpcom stvara duboko virtuelno vezano stanje (V.B.S.) oko 7eV ispod Fermi energije ( $E_F$ ) to se modifikacija d-stanja očituje u "pomaku" energetske vrpce Zr-atoma. S druge strane korelacijski parametri matrice također se mijenjaju što opet dovodi do analognog efekta. Očekujemo na osnovu kvantno-mehaničkih razmatranja da će širenje i pomak  $M_{\gamma}$  linije biti jače u elementarnim tetraedrima matrice u kojima prisustvo Zr-atoma dominira, pa će širenje  $M_{\gamma}$  linije biti proporcionalno relativnoj koncentraciji elementarnih tetraedara formiranih isključivo od Zr-atoma ili onih koji sadrže samo jedan atom nikla. Širenje i pomak  $M_{\gamma}$  linije, biti će dakle proporcionalno količini vodika u matrici (i dakako koncentraciji tetraedara s 3 do 4 Zr atoma). Kako koncentracija H dalje raste očekujemo da će širenje  $M_{\gamma}$  linije ponovno opadati zbog doprinosa onih Zr-atoma koji se nalaze u tetraedarskim ćelijama bogatim niklom.

Kad bi struktura  $Zr_2Ni$  bila složena prema modelu nasumičnog pakovanja (R.P.M.) tada bi se maksimum širenja i pomak M linije očekivao negdje kod 40 do 60 atomskih vodika u tom sistemu. Međutim eksperimentalni rezultati pokazuju da se ovaj maksimum postiže već kod 16at% H-dopanta.

Iako interpretacija ovih rezultata zahtijeva razdvajanje dvaju efekata, tj. širenja M linije i njenog pomaka neki preliminarni zaključci mogu se povući i u ovoj fazi rada.

U prvom redu nema nikakve sumnje da R.P.M. ne opisuje točno topologiju  $Zr_2Ni$  metalnog stakla. Ovo je staklo mnogo jače kemijski korelirano nego što bi to R.P.M. predviđjao. S druge strane kod povišenih koncentracija vodika može se očekivati i H-H interakcija kroz rešetku matrice. Pojava ovakove interakcije mogla bi dovesti do djelomičnog opadanja H-Zr hibridizacije u d-vrpci što bi takodjer dovelo do opadanja M -pomaka. Osim pomenutih efekata promjena korelacionih parametara koje vodik uvodi u matricu dovesti će i do međusobnog pomaka "bonding-antibonding" maksimuma u elektronskoj gustoći stanja a time i do promjene širine i položaja M linije. Kako rezultati 5XES ne mogu da se u ovom času kvantitativno interpretiraju očito je da oni mogu biti i rezultat kombinacije spomenutih efekata.

Paralelno s našim vršena su komplementarna istraživanja na sistemu  $Zr_2Ni$  u Kanadi, SAD i Japanu. Rezultati ovih ispitivanja pokazuju: 1) da topologija  $Zr_2Ni$  ovisi o termodinamičkim uvjetima formacije stakla i 2) da se Zr-Ni sistem može pod određenim uvjetima pojaviti kao amorfni sistem dviju faza. Na osnovu naših rezultata kao i ovih upravo spomenutih za očekivati je da će se određene kemijske (kovalentne) korelacije pojavljivati u  $Zr_2Ni$  već na temperaturi taljevine. Odgovor na ova nova pitanja koja se otvaraju trebati će potražiti u komplementarnim ispitivanjima koja će se u narednom periodu započeti dok će se postojeća nastaviti.

Mehanička i morfološka ispitivanja.

Paralelno s radom opisanim u prethodnom poglavlju vršena su ispitivanja mehaničkih svojstava dilatometrijskim metodama te morfološka ispitivanja raspršenjem X-zraka pod malim kutom.

Kod dilatometrijskih mjerenja vršena su određivanja puzanja i toka uzoraka  $Zr_{66.5}Ni_{33.5}$  dopiranih vodikom. Također je, uz upotrebu dilatometrijske metode određena temperatura početka kristalizacije i njezinog trajanja kao funkcija količine H-dopanta. Rezultati dosadašnjeg rada pokazuju da vodik kao dopant drastično smanjuje viskoznost sistema, povisuje točku kristalizacije i produljuje vrijeme kristalizacije. Ma da svaki zaključak na osnovu dosadašnjih rezultata može biti samo kvalitativan očito je da vodik povećava aktivacionu energiju za migraciju atomskih aglomerata. Ovo povećanje aktivacione energije svodi se na to da sistem matrica - vodik postaje stabilniji tj. da je to energetski povoljnije stanje. Bilo bi suviše naivno objašnjavati pojavu u amorfnom sistemu putem efekta konstruktivne interakcije između potencijala parova i distribucione funkcije ali sasvim je moguće zamisliti mehanizam kod kojeg djelovanje dopanta dovodi do približavanja Jonesove zonalne ravnine Fermijevoj plohi što bi dovelo do snižavanja kinetičke energije elektrona i do povećanja stabilizacije strukture. S druge strane naša ranija istraživanja transportnih i ostalih svojstava pokazuju da vodik osiromašuje gustoću elektronskih stanja na Fermijevoj plohi. Da li ovaj efekat dovodi do jače kohezivnosti između Zr-atoma nije do sada lako ustanoviti. S druge strane Zr-H veza je vrlo jaka što se vidi iz hibridizacije. To implicira veću ekstenziju elektronskih valnih funkcija u prostor u usporedbi s čistom metalnom Zr-Zr vezom, tj. smanjenje energije elektrona a time i jaču kohezivnu vezu. Konačni odgovor na ova pitanja treba tražiti u budućim ispitivanjima ovog fenomena.

Mjerenja raspršenja X-zraka pod malim kutom poduzeta su u svrhu utvrđivanja moguće aglomeracije vodika u matrici. Ovo je važno pitanje iz dva razloga:

1) vodik-odik interakcija u matrici mogla bi da djelomično objasni rezultate SXES ispitivanja (v.gore) i 2) međusobna interakcija atoma dopanta mogla bi objasniti kako rezultate transportnih i supravodljivih svojstava ovog sistema (v.ranije izvještaje) tako i pomenute fenomene u dilatometriji.

#### 2.2.2.2. Istraživanje amorfnih metal-metaloid slitina

Transportna svojstva. Pojavu minimuma u električnoj otpornosti amorfnih slitina može uzrokovati više različitih mehanizama raspršenja. Do sada prikupljeni podaci za pr.metal-metaloid sisteme ukazuju da bi mogao postojati i univerzalni doprinos specifičan za neuredjeno stanje. Ova takva mehanizma koji bi mogli doprinositi anomalnom porastu otpora na niskim temperaturama u magnetskim i nemagnetskim slitinama su raspršenje elektrona na nestabilnim ionskim konfiguracijama (TLS) i modifikacija elektron-elektron međudjelovanja u neuredjenim sistemima.

Da bismo odredili koji od ta dva mehanizma je vjerojatniji izvršili smo detaljnu analizu nisko temperaturnog električnog otpora feromagnetskog amorfnog sistema  $Fe_xNi_{80-x}B_{18}Si_2$  ( $20 \leq x \leq 80$ ) i paramagnetskih amorfnih slitina  $Ni_{80}B_{18}Si_2$  i  $Ni_{80}P_{14}B_6$ . Rezultati kombiniranog ispitivanja magnetootpora i otpora slitine  $Ni_{80}P_{14}B_6$  (ref.) upućuju na dominantan doprinos modifcirane elektron-elektron interakcije a sličan (iako manje pouzdan) zaključak bi se mogao izvesti i iz ovisnosti anomalnog porasta otpora o rezidualnom otporu feromagnetskih  $Fe_xNi_{80-x}B_{18}Si_2$  slitina. Iako se rješenje problema minimuma u otporu (univerzalni doprinos) čini sada bliže nego ranije nužna su dodatna istraživanja da bi se pouzdanije odredio uzrok minimuma u gore navedenim i ostalim sličnim slitinama.

Završeno je ispitivanje utjecaja brzine kaljenja i pripremanja kontakata na mjerenje Hallvog efekta. Utvrđeno je da točkasto varenje kontakata djelomično kristalizira uzorke i mijenja njihova magnetska svojstva te da je pogreška u mjerenju na uzorcima presjeka  $1,5mm \times 22\mu m$  reda 1%. Ispitivani su uzorci debljine 18, 22 i 34  $\mu m$ , samo kod uzoraka debljih 34  $\mu m$  utvrđeno je prisustvo magnetskih nehomogenosti i klastera.

Završeno je mjerenje Hallvog koeficijenta  $Fe_xNi_{80-x}B_{18}Si_2$  slitina ( $15 \leq x \leq 80$ ) u intervalu od 77 do 400K. Potvrđena je kvadratna ovisnost anomalnog koeficijenta o električnom otporu. U toku je mjerenje Hallvog efekta u  $Fe_xCo_{70-x}B_{12}Si_{10}$  i  $Ni_xCo_{78-x}B_{12}Si_{10}$  slitinama u istom temperaturnom intervalu.

Termodinamička svojstva. Tokom prošle godine nastavljena su mjerenja a.c. susceptibilnosti na prijelazu iz feromagnetske u paramagnetsku fazu. Slitina  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$  ( $x=5,6,8,10,12$ ), s ciljem da se istraži utjecaj kemijskog i strukturnog nereda na parametre faznog prijelaza. Iz ovih mjerenja određen je kritični eksponent  $\nu$ , a iz mjerenja u magnetskom polju određen je kritični eksponent  $\delta$ . Iako vrijednosti za pojedine slitine odstupaju (uglavnom na više) od vrijednosti izračunatih za 3-D Heisenbergov model nije opaženo sistematsko odstupanje. No, nađeno je da su odstupanja u  $\nu$  i  $\delta$  međusobno korelirana. Zaključeno je da je potrebno izvršiti mjerenja na koncentracijama koje su blizu graničnoj za nastanak feromagnetizma, koja je za ovaj sistem oko  $x=2.5$  (u tu svrhu bit će potrebno adaptirati neke dijelove aparature).

Detaljno je istražena slitina  $\text{Fe}_3\text{Ni}_{77}\text{B}_{18}\text{Si}_2$  koja je vrlo blizu perkolacione granice. Mjereni su električni otpor, statička magnetizacija i inicijalna za magnetska susceptibilnost. Sve te veličine pokazuju oštar prijelaz drugog reda. Dobljeni su kritični eksponenti: iz otpora  $\alpha = -0.5$  i iz magnetizacije  $\beta = 4.9$ . Iz scaling relacija dobivena je  $\nu = 1.6$  i  $\beta = 0.44$ . Ovi rezultati idu u prilog teorijama koje za nehomogene feromagnete predviđaju vrijednosti  $\alpha = -1$ ,  $\beta = 0.5$ ,  $\nu = 2$  i  $\delta = 5$ .

Iz mjerenja statičke magnetizacije u širokom području temperatura ( $t=(T-T_c)/T_c \leq 13$ ) opaženo je nemonotono ponašanje efektivnog eksponenta  $\nu^*$ .  $\nu^*$  ima maksimalnu vrijednost od 1.8 na  $t=1.2$ . Nakon toga  $\nu^*$  ponovo opada ali u mjenom temperaturnom području ne dostiže vrijednost 1. Slično ponašanje  $\nu^*$  opaženo je i u drugim slitinama ( $x=3,4,5$ ).

Izradjena je aparatura i izvršena preliminarna mjerenja promjene električnog otpora kod uniaksijalne elastične deformacije traka različitih nemagnetskih amorfni slitina. Dok su rezultati za metal-metaloid slitine slični kristalnim slitinama, amorfne ZrNi slitine, bogate cirkonijem pokazuju znatno jače promjene otpora sa deformacijom. To je vjerojatno posljedica toga što 4-d elektroni cirkonija učestvuju u vodljivosti.

### 2.2.2.3. Istraživanje uredjenih metalnih sistema

Završena su eksperimentalna ispitivanja magnetootpora razrijeđenih legura RhFe, te nastavljena galvanomagnetska mjerenja legura PdCo i PdFe. Cilj istraživanja bio je utvrđivanje magnetskog karaktera ovih sistema na niskim temperaturama.

U razrijeđenim RhFe legurama (40 ppm, 0.35% i 0.5% Fe) utvrđena je promjena predznaka magnetootpora s temperaturom. Mjerenja su izvršena u intervalu 1.2-40K i s magnetskim poljima do 8T. Nakon odbijanja normalnog (pozitivnog) doprinosa, nadjeno je da je na niskim temperaturama magnetooppor pozitivan, s porastom temperature njegov iznos opada i iznad neke temperature  $T_0$  postaje negativan. Temperatura  $T_0$  je ovisna o iznosu magnetskog polja. Ovi rezultati su u potpunosti u skladu s teorijskim proračunima (u okviru Wolffovog modela) za sistem s lokaliziranim spinskim fluktuacijama.

U slučaju PdX (C=Co i Fe) legura mjerenja magnetske susceptibilnosti u slabim poljima (do  $10^{-3}$ T) potvrdila su postojanje kvalitativne razlike u magnetskom karakteru tih sistema (što do sada nije bilo uočeno). Dok PdFe predstavlja pravi feromagnetski sistem, u PdCo se javlja magnetski miješana faza, karakteristična za prijelaz iz feromagnetizma u spinsko staklo. Ovakav tip magnetskog uredjenja smo već prije proučavali u slučaju legura AuFe.

U narednom periodu očekujemo da će magnetska istraživanja PdX legura, zajedno s drugim vrstama ispitivanja koja se paralelno odvijaju (napr. raspršenja neutrona) omogućiti u potpunosti definiranje magnetskog faznog dijagrama ovih sistema. Pri tome posebnu pažnju treba posvetiti utjecaju metalurškog tretmana. Postoji također interes za istraživanje sistema s fluktuacijama valendja (napr. (Ce-Y) $Pd_3$ ) gdje bi se mjerenjem anomalnog Hallovog efekta proučavalo postojanje orbitalnog magnetskog momenta.

U teorijskom dijelu zadatka istraživani su intermetalni spojevi rijetkih zemalja koji pobudjuju posljednjih godina veliko zanimanje u fizici čvrstog stanja. U tim se spojevima opaža Kondo efekt, efekt fluktuirajuće valencije i supervodljivost koja nije posredovana fononima.

Potpun teorijski opis navedenih pojava koji bi obuhvatio periodičnost RE iona i Coulombsku korelaciju lokalnih elektrona danas još ne postoji. Međutim, Kondo efekt i VF efekt možemo, ako pretpostavimo nekoherentno raspršenje vodljivih elektrona na RE ionima, opisati Andersonovim modelom. U određenim područjima parametarskog prostora Andersonovog modela lokalna korelacija dovodi do jakih fluktuacija spina i naboja, što se očituje kao Kondo efekt ili kao VF efekt.

U našim radovima naglasit ćemo točno rješenje Andersonovog hamiltonijana dobiveno pomoću računa smetnje. Dokazali smo da je račun smetnje točan i u području jako vezanih elektrona (konstanta veze  $u \ll 1$ ). Opisali smo ponašanje korelacijskih funkcija, transportnih koeficijenata i gustoće stanja u Kondo području i VF području. Radeći na ovom problemu (u suradnji s dr V. Zlatićem) mr B. Horvatić je dobio nagradu "Sedam sekretara SKOJ-a".

2.2.3. Nema odstupanja od programa istraživanja.

2.2.4. Znanstveni doprinos istraživanja

Problemi koji iskrsavaju pri pokušaju tumačenja ponašanja neuredjenih metala spadaju među najvažnije u fizici kondenzirane materije.

U metalima interakcija elektrona jako utječe na transportna i termodinamička svojstva. U uredjenom metalu, korelacija medju elektronima uračunata je, pomoću teorije Fermievih tekućina, u vrijeme života kvazičestica koje je obrnuto proporcionalno kvadratu energije pobudjenja. Gustoća stanja je jako renormalizirana ali je još uvijek glatka funkcija energije oko Fermievog nivoa. U neuredjenom sistemu, vrijeme života kvazičestica je znatno smanjeno pa su u niže dimenzionalnim sistemima uobičajeni koncepti teorije Fermievih tekućina čak neprimjenjivi. Elektronsko međudjelovanje u neuredjenim metalima uzrokuje izvjesna neanalitička svojstva gustoće stanja i preplitanje nereda s korelacijom vodi na anomalnu ovisnost o temperaturi i polju specifične topline i magnetske susceptibilnosti. Utjecaj tih efekata na transportna svojstva izuzetno je važan.

Metalna stakla predstavljaju važan fizikalni sistem u kojem se efekti nereda i elektronske korelacije mogu proučavati. Metalna stakla dobivaju se brzim kaljenjem iz taljevine, a mi smo posebno zainteresirani za prelazni metal-prelazni metal ( $T_e - T_1$ ) i prelazni metal-metaloid sisteme koji su proizvedeni na našem Institutu. U staklima s prelaznim metalima pojavljuje se dodatna komplikacija vezana za doprinos d-elektrona ukupnoj gustoći stanja.

Što se tiče magnetskih svojstava metalnih stakala, razumijevanje feromagnetizma nije uopće zadovoljavajuće. Tip magnetizma još je nejasan kod mnogih slitina. Te poteškoće uzrokovane su nepoznavanjem prirode uredjenja kratkog dosega i efekata koje unose atomi metala prisutni u mnogim od tih sistema.

Zbog utjecaja nereda ovisnosti o koncentraciji obično su izgledjene u usporedbi s istima u odgovarajućim kristalnim sistemima. Medjutim neke zanimljive pojave mogu iskrsnuti zbog preplitanja raspršenja na slučajnom potencijalu i medjuelektronskog raspršenja.

Podaci o niskotemperaturnom elektronskom prijenosu u metalnim staklima stiču se uglavnom mjerenjima električne vodljivosti, magnetootpora i Hall-ovog koeficijenta. Ovisnost kinetičkih koeficijenata o temperaturi i polju zavisna je o dimenzionalnosti uzorka, vrpčastoj strukturi, jakosti slučajnog potencijala, medjuelektronskom djelovanju, spin-orbit vezanjima itd. Na niskim temperaturama, ti efekti daju važne ispravke "klasičnim" Boltzman-ovim rezultatima. Medjutim, razumijevanja opaženih pojava je daleko od potpunosti. Izgleda da teorije osnovane na lokalizaciji i medjudjelovanju daju suprotna predviđanja za Hall-ov koeficijent i magnetootpor. Sustavno eksperimentalno istraživanje metalnih stakala različitih sastava i koncentracija pomoći će da se razjasni važnost različitih mehanizama raspršenja.

Smatramo da naša istraživanja doprinose boljem razumijevanju fizikalnih procesa u metalnim sistemima.

#### 2.2.5. Moguće primjene

Metalna stakla nisu zanimljiva samo sa stanovišta istraživanja osnovnih svojstava kondenzirane materije nego i nude mnoštvo mogućnosti za tehnološku primjenu. Značajne su magnetske, električne, kemijske i mehaničke osobine metalnih stakala. Magnetska svojstva obećavaju primjenu tih materijala za jezgre transformatora, u motorima, kao elastični materijali za elektromagnetsku zaštitu, itd. Zbog električnih svojstava mogu se primijeniti kao termometri i otporni grijači na niskim temperaturama. Supravodjive trake su neosjetljive na zračenja i mogu se upotrijebiti u nuklearnoj tehnologiji. Dobra otpornost na koroziju nameće ostale mogućnosti za primjenu.

Na našem Institutu već su vršena istraživanja vezana uz primjenjivost metalnih stakala u industriji.



## 2.2.6.1. Popis objavljenih radova

1. J. Ivkov, E. Babić and R.L. Jacobs, Hall effect and electronic structure of glassy Zr<sub>3d</sub> alloys, J.Phys.F14,L53(1984)
  2. K.Zadro, E.Babić and M.Miljak  $\chi^{\text{eff}}$  of  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$  alloys near the percolation treshold, J.Mag.Magn.Mat.43(1984),261-266
  3. V.Zlatić and B.Horvatić, 3rd-order perturbation theory for the asymmetric Anderson model, Proc.of the 17th Internat.Low.Temp.Conf. (Karlsruhe,1984), U.Eckern,A.Schmidt,W.Weber and H.Wühl(eds.)Elsevier Publ.(Amsterdam,1984),str.1063
  4. A.Hamzić and V.Zlatić, The magnetoresistance of dilute  $\text{RHFe}$  alloys, Ibid, str.142
  5. E.Babić, A.Hamzić and M.Miljak, Interference effects in  $\text{Ni}_{80}\text{P}_{14}\text{B}_6$  alloys, Ibid, str.367
  6. R.Krsnik, E.Babić and H.H.Liebermann, Resistivity minima in  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$  alloys, Ibid, str.255
  7. J.Ivkov, Ž.Marohnić, E.Babić and P.Dubček, Temperature dependence of the anomalous Hall effect in  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$ , amorphous alloys, J.Phys.F14(1984)3023
  8. E.Babić, K.Zadro, Ž.Marohnić, B.J.Drobac and J.Ivkov, Critical behaviour of an amorphous ferromagnet close to the percolation treshold, J.Mag. Magn.Mat.43(1984) 113
  9. K.Šaub, E.Babić and R.Ristić, Quantum corrections to conductivity of glassy  $\text{Zr}_{100-x}\text{Cu}_x$  alloys, Solid State Commun.53(1985)269
  10. B.Horvatić and V.Zlatić, Magnetic field effects for the assymmetric Anderson hamiltonian, Phys.Rev.830(1984)6717
  11. E.Girt, P.Tomić, J.Lukatela, B.Leontić, K.Novalija, Influence of Hydrogen Doping on Flow and Crystallisation of  $\text{Zr}_{66.5}\text{Ni}_{33.5}$  Metallic glass, Proc.45th Internat.Conf.on Rapidly Quenched Metals, Ed.H.Warlimont, S.Steeb, North-Holland, Amsterdam (1984)
  12. L.Kertesz, B.Leontić, J.Lukatela, A.Szasz, I.Kojnok, Influence of Hydrogen Doping on the Electron Density of State in some Zr-Ni Metallic Glasses, Proc.5th Internat.Conf.on Rapidly Quenched Metals, Ed.H.Warlimont, S.Steeb, North-Holland, Amsterdam(1984)
- Radovi u tisku
13. B.Horvatić and V.Zlatić, Intermediate Valence and Kondo features of the Anderson Model by Perturbation Theory, Solid State Comun.
  14. V.Zlatić and B.Horvatić, Density of States for Intermediate Valence and Kondo Systems, Z.Phys.B.

## 2.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima

1. dr Veljko Zlatić, viši znan.suradnik
2. mr Željko Marohnić, znan.asistent
3. mr Marko Miljak, znan.asistent
4. mr Jagoda Lukatela, "
5. Ing.Krešimir Šaub "
6. Ing.Berislav Horvatić "
7. Ing.Djuro Drobac, pom.istraživač
7. Ing.Jovica Ivkov "

## Vanjski suradnici

1. dr Boran Leontić, red.prof.-znan.savjetnik (PMF,Zagreb)
2. dr Emil Babić, izv.prof., viši znan.suradnik "
3. dr Amir Hamzić, znan.suradnik "
4. dr Rudolf Krsnik, docent-znan.surad. "
5. mr Mirko Stubičar, znan.asistent "
6. Ing.K.Zadro, stručni surad.
7. dr Tomislav Ivezić, docent-znan.suradnik (VA KoV)
8. mr Miroslav Očko, znan.asistent "

**3. Zadatak:**      I s t r a Ź i v a n j e   f i z i ĉ k i h  
s v o j s t a v a   n e m e t a l a  
( l a n ĉ a s t i h   v o d i ĉ a )

**3.1. Koordinator**  
programa  
na IFS-u      dr Veljko Zlatić, viši znan. suradnik

**Voditelj**  
zadatka  
na IFS-u      dr John Cooper, viši znan. suradnik

### 3.2.1. Cilj istraživanja

- Da se među materijalima koji su tipično nemetali ili intermetali pronadju i ispitaaju oni koji bi zbog svoje lančaste strukture mogli imati nekonvencionalna svojstva vodljivosti, supravodljivosti i magnetizma,

- Uspostavljanje i razrješavanje mikroskopske i fenomenološke teorije supravodljivih, magnetskih i strukturnih faznih prijelaza te također teorije taljenja i teorije tekućina.

- Razvijanje i unapredjenje raznih eksperimentalnih tehnika mjerenja spomenutih svojstava.

### 3.2.2. Rezultati istraživanja

#### 3.2.2.1. Eksperimentalni dio - električna i magnetska svojstva kvazijednodimenzionalnih vodiča

##### (I) Organski vodiči

Nastavili smo proučavanje utjecaja magnetskog polja na električnu vodljivost organskog supravodiča  $(TMTSF)_2ClO_4$  i proširili istraživanje na  $(TMTSF)_2PF_6$  spoj. Kohler-ovo pravilo (KR) je potvrđeno za monokristal  $(TMTSF)_2ClO_4$  sa različitom morfologijom od uzoraka koje smo prije mjerili, ali inače pod istim uvjetima: smjer struje kroz uzorak okomit na vodljive lance u  $c^*$  smjeru i magnetsko polje okomito na tok struje ( $b^*$ ), u intervalu temperatura od 2 do 22K za magnetsko polje do 7 Tesla. U slučaju  $(TMTSF)_2PF_6$  spoja uočavaju se devijacije od KR ispod 17K uzrokovane metal-poluvodič prijelazom te iznad 35K što je vjerojatno posljedica činjenice da slika trodimenzionalne elektronske vrpce prestaje vrijediti kako se povećava doprinos raspršenja dovodljivih elektrona.

Za oba materijala analiza rezultata unutar slike klasične Boltzmanove jednadžbe proširena je kako bi se odredilo vrijeme raspršenja i transversalni integral preklapanja  $t_L^c$ , koji mjeri vezanje između lanaca. Mjerili smo i transversalni električni otpor  $\rho_{c^*}(T)$  od 2-300K za oba spoja. Rezultati pokazuju iznenadjujući veliku razliku za ova dva izostrukturna spoja što može biti povezano sa činjenicom da su i njihova osnovna stanja različita: supravodljivo i antiferomagnetsko.

Vjerujemo da ovaj rad na Kohler'ovom pravilu daje po prvi puta uvjerljiv dokaz da se koncept klasične vrpce koji se koristi kod normalnih metala kao što je bakar, može također primjeniti za ove neuobičajene organske vodiče. Predlažemo da se u sljedećoj godini ovo otkriće detaljnije istraži proučavanjem kutne ovisnosti magnetootpora kao i radom na organskim legurama.

Kao dio kontinuirane suradnje sa Laboratoire de Physique des Solides, J. Cooper je proveo ukupno četiri mjeseca u Orsayu. Mjerenje Hall-ovog napona i magnetootpora uzorka  $(TMTSF)_2ClO_4$  na vrlo niskim temperaturama (0.1K) i u jakim magnetskim poljima (8 Tesla) pokazala su postojanje kvantnog Hall-efekta koji je do tada bio opažen samo u strogo dvodimenzionalnim sistemima. Na temelju ovih eksperimentalnih rezultata Heritier i suradnici su nedavno predložili teoriju kvantiviranog ugnježdjenja (nesting).

Izvršena su mjerenja statičke magnetske susceptibilnosti na novom tipu organskog vodiča  $(BEDT-TTF)_2(ClO_4)_3$ . Rezultati pokazuju da vjerojatno dolazi do Pelerisovog prijelaza u ovom materijalu kod 200K. Ovo je zanimljiv rezultat jer ne postoje dobri primjeri Pelerisovog prijelaza u organskim vodičima sa jednim tipom vodljivih lanaca. Nedavno su također sovjetski znanstvenici pokazali da je analogni spoj sa jodom  $(BEDT-TTF)J_x$  supravodič sa temperaturom prijelaza od 2.5K.

Osjetljivost aparature sa kvarcnom torzionom nitl je poboljšana za red veličine i njena moć razlučivanja je sada  $2 \cdot 10^{-6}$  dyn cm. Aparatura je korištena za mjerenje anizotropije u susceptibilnosti monokristala od 800  $\mu$ g  $(TMTSF)_2ClO_4$  u oba stanja: sporo hladjeni (R) i naglo hladjen (Q) od 300 do 2K u poljima 0.15 do 1.8 Tesla. U slučaju R stanja glavni uzrok anizotropije je molekularni dijmagnetizam, no nadjen je i dodatni doprinos ovisan o temperaturi. Ovaj doprinos dolazi od spinske susceptibilnosti preko anizotropije g-faktora, što je utvrđeno ESR mjerenjima. Anizotropija g-faktora je neovisna o temperaturi, što daje novu metodu za određivanje spinske susceptibilnosti. U Q-stanju  $(TMTSF)_2ClO_4$  je antiferomagnetski ispod 6K, a upotrebom torzionog uređaja određene su glavne antiferomagnetske osi i opažen je antiferomagnetski spin-flop prijelaz za polje od 0.31 Tesla.

Prošle se godine radilo na uređaju za nuklearnu magnetsku rezonanciju, koji pripada imunološkom zavodu. Dovršena je nova proba i sistem hladjenja 77Kelvina. Načinjena je analiza probe i njenog prilagodjavanja predajniku na temelju koje je izradjena NMR zavojnica koja daje optimalnu jakost protonskog signala krutih uzoraka. Ovi uzorci imaju vrijeme rasapa signala slobodne precezijske od samo desetak  $\mu$ s. Dužina /2 pulsa smanjena je sa 10  $\mu$ s na 3  $\mu$ s, a vrijeme odgo-

vora prijemnika sa  $20\mu\text{s}$ . U toku su ispitivanja prikladnosti Instrumenta za mjerenje protonskih spin-rešetka relaksacionih vremena organskih vodiča do 77K. Takodjer se pokušava prilagoditi Instrument za određivanje sadržaja krute masti u margarinu.

Nastavljena su proučavanja magnetskih svojstava kvazijednodimenzionalnih vodiča pomoću elektronske spinske rezonancije (ESR). Prvenstveno su mjereni utjecaji neuredjenosti i tlaka. U većini organskih metala, zbog niske dimenzionalnosti ESR signal je prisutan i na visokim temperaturama. Neobična pojava u dinamici spinova je povećanje širine ESR linije sa opadanjem temperature u metalnom području. G-faktor sistema predstavlja mjeru za lokalnu, susceptibilnost za svaki lanac, i pomoću g-faktora je moguće pratiti fazne prijelaze svakog lanca. Ovi su sistemi vrlo osjetljivi na prisustvo nereda i postotak defekata od  $10^{-3}$  po molekuli uvjetuje izostanak i Pelerlsovog prijelaza, dok se sa  $10^{-2}$  postotaka defekata po molekuli dolazi u područje lokalizacije. Upotrebom ESR tehnika moguće je pratiti zapinjanje vala gustoće naboja (CDW), pojavu  $T^{-1}$  ponašanja u susceptibilnosti kod niskih temperatura kao i prijelaz u  $T^{-2}$  ponašanja prilikom povećanja koncentracije defekata. Najneobičniji utjecaj nereda u 1d vodičima je opadanje širine ESR linije sa povećanjem koncentracije nereda što pripisujemo efektu lokalizacije. Iz ovog rada sprema se jedan opširan članak u kolaboraciji sa grupom u Fontenay-aux-Roses, Francuska.

Utjecaj dimenzionalnosti proučavan je primjenom hidrostatskog tlaka na jedno-lančanom sistemu  $(\text{TMTTF})_2\text{BF}_4$  i dvolančanom vodiču TTF-TCNQ. Pri tome najviše iznenadjuje pojava da dolazi do jakog opadanja povećane susceptibilnosti u metalnom području. To smo pripisali povećanju zasjenjenja kulonskih korelacija sa tlakom.

Niskovodljivi sistem  $\text{NPQn}(\text{TCNQ})_2$  pokazuje veoma zanimljivu jaku korelaciju između spinova, odnosno formiranja pokretljivih triplet eksitona. Primjenom ESR tehnike određuje se jačina ove interakcije, energije potrebne za formiranje tripletnih stanja kao i za njihovu delokalizaciju. Poslije  $\text{NPQn}(\text{TCNQ})_2$  i njegove legure sa N Ethyl  $\text{Qn}(\text{TCNQ})_2$  (prošlogod. izvještaj) karakterizirali smo  $(\text{NPQn})_{0.5}$  (N Butyl  $\text{Qn}_{0.5}(\text{TCNQ})_2$  i mjerili efekat tlaka. Ustanovljeno je da sa tlakom opada gustoća triplet eksitona ali njihova mobilnost uzduž lanca se jako povećava. Ovaj rad je napravljen za vrijeme posjete L. Forro-a na Institutu za molekularnu fiziku u Poznanu (Poljska).

Sa difuznom raspršenjem X-zraka može se proučavati Pelerlsov prelaz u 1d vodičima. Upotrebom te tehnike pratili smo zapinjanje CDW-a u TTF-TCNQ, usporedili efekat jake neuredjenosti dobivene zračenjem uzoraka i slabe neuredjenosti dobivene legiranjem TTF-TCNQ-a sa TSF molekulom. Defekti uneseni zračenjem sprečavaju pojavu faznog prijelaza i ograničavaju dužinu korelacije za  $2k_F$  i  $4k_F$  fluktuacije. Kod visokih koncentracija defekata  $2k_F$  anomalija isčezava, dok je  $4k_F$  distorzija rešetke stabilizirana do niskih temperatura.

Kao i u prijašnjem izvještaju S. Tomić je nastavila vrlo produktivan rad na specijalizaciji u Laboratoire de Physique des Solides, Orsay.

Proučavan je utjecaj brzine hlađenja i grijanja na nisko temperaturno stanje  $(\text{TMTSF})_2\text{ReO}_4$  i  $(\text{TMTSF})_2\text{FSO}_3$  u području tlaka od 1 bar do 11 kbara. Za  $\text{ReO}_4$  spoj, u kojem anioni nemaju centar simetrije, za tlakove od 10 kbara tip. anionskog uredjenja i prema tome i temperatura supravodljivog prijelaza ( $T_c$ ) jako ovise o brzini hlađenja. Pronadjen je poseban ciklus hlađenja koji maksimizira  $T_c$ .

$\text{FSO}_3$  spoj je posebno zanimljiv budući da anion ima električni dipolni moment. Kod niskih temperatura puls istosmjerne struje može prebaciti spoj iz poluvodičkog u stanje s malim otporom, sa  $10^3$ - $10^5$  nižim otporom. Provode se daljnja mjerenja kako bi se ustanovila priroda ovog procesa prebacivanja.

#### (ii) Anorganski vodiči

U anorganskim quasi 1d vodičima kolektivni transport valovima gustoće naboja (CDW) započinje na nekom malom ali dobro definiranom električnom polju praga  $E_T$ . Eksperimentalno smo potvrdili da je  $E_T$  u  $\text{NbSe}_3$  određen uz intrinzičan doprinos vezan sa zapinjanjem na nečistoćama komponentom koja je ovisna o udaljenostima medju kontaktnim elektrodama u području  $100 \mu\text{m}$  (size-effect). Usavršenom metodom za mjerenje diferencijalnog otpora ( $dV/dI$ ) istraživana je takodjer korelacija procesa otkidanja vala gustoće naboja u različitim dijelovima nehomogenog  $\text{NbSe}_3$  uzorka. Ustanovljeno je da kontaktima odvojeni segmenti sudjeluju s nezavisnim doprinosima u  $dV/dI$  karakteristici. Nadalje, dokazano je da je zapinjanje na elektrodama elektrostatske prirode, tj. posljedica lokalnog smanjenja električnog polja. Eksperimentalno je argumentiran model otkidanja vala gust.nab.po kojem domene uzorka nezavisno učestvuju u ukupnoj nelinearnosti.

U suradnji sa grupama u Fontenay-aux-Roses-u i u Budimpešti mjerili smo utjecaj tlaka na Pelerisov prijelaz na aktivacionu energiju i na polje praga za kolektivno gibanje CDW-a ( $\text{TaSe}_4/2I$ ). Iz ovisnosti, temperature faznog prijelaza o tlaku uočava se prijelaz iz jako fluktuirajućeg 1D sistema u anizotropan 3D sistem iznad 12 kbara. Polje praga  $E_T$  izrazito opada uz povećanje tlaka što potvrđuje naš model, do ovisnosti  $E_T$  o temperaturi dolazi uslijed zasjenjenja defekata o elektronima nekondenziranim u CDW.

U Zagrebu su izvršena mjerenja magnetske susceptibilnosti  $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$  i u toku su mjerenja Hallove konstante u ohmskom i nelinearnom području, koja će biti predmet budućih publikacija.

### 3.2.2.2. Eksperimentalni dio - kalorimetrijska svojstva

U proteklom razdoblju završena su kalorimetrijska mjerenja na spoju  $\text{ZrTe}_5$ . Cilj istraživanja bio je ustanoviti postoji li ili ne fazni prijelaz (f.p.) povezan s velikom anomalijom dobivenom u električnom otporu kao i promjena u termostruji i Hall koeficijentu. Jedno od prvih objašnjenja opaženih promjena bilo je razvijanje kolektivnog moda povezanog s f.p. kao u  $\text{NbSe}_3$ , gdje su pronađena dva vala gustoće naboja.

Izvršena su mjerenja toplinskog kapaciteta s velikom rezolucijom u temperaturnom području od 60 - 190K. Dobljene su dvije ne posebno izražene anomalije na temperaturama od 80K i 140K. Toplinska vodljivost izmjerena ove godine nije pokazala anomalno ponašanje osim promjene nagiba na temperaturama na kojima su dobivene anomalije u toplinskom kapacitetu. Neki autori su anomalna svojstva oko 140K pokušavali objasniti ili nastajanjem valova gustoće naboja ili skokovitim porastom gustoće elektronskih stanja. Dobljenu promjenu u toplinskom kapacitetu moguće je, barem kvalitativno, opisati postojanjem vrlo oštne strukture u elektronskoj gustoći stanja oko Fermijeve energije. Anomalija oko 80 K može se objasniti postojanjem primjesa monoklinske faze u ortorombskoj. Naime, za čisti monoklinski uzorak u najnovijim mjerenjima električnog otpora dobivena je anomalija na oko 85 K.

Izmjerali smo toplinski kapacitet trihalogenida prijelaznog metala  $\text{TaS}_3$  ( $\text{MX}_3$  sistemi) u temperaturnom području ispod Pelerisovog prijelaza (od 60-180K) u kojem su primijećena nelinearna svojstva povezana s gibanjem vala gustoće naboja. Dobljena je histereza u toplinskom kapacitetu (oko 6-8%) između 100 i 130 K koja je najvjerojatnije istog uzroka kao i histereza u el.otporu. Toplinski kapacitet je direktno povezan s parametrom uredjenja odnosno amplitudom vala gustoće naboja, te sigurno postoji i histereza u amplitudi vala gustoće naboja. Dobljeni rezultat je još jedna potpora sugestiji o prisustvu metastabilnih stanja.

Proučavana su nelinearna svojstva kristalne rešetke lančastih vodiča  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  i  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ . U slučaju  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  je pretpostavljena 4-fononska interakcija na temperaturama višim od 25K. Ta interakcija je odgovorna za pad termičke vodljivosti prilikom hlađenja  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ . 4-fononska interakcija nije vjerojatna na niskim temperaturama i za očekivati je naglo slabljenje te interakcije na određenoj temperaturi. To je i primijećeno u dilatometrijskim



mjerenjima. Za relaksirani uzorak je nadjeno da koeficijent temperaturne dilatacije naglo trne ispod 25K. To znači da je ispod te temperature dominantna kvadratna interakcija te da nema doprinosa termičkoj vodljivosti kristalne rešetke. Pronadjen je model transformacije kvartilčke interakcije fonona u kvadratiku mehanizmom disipacije na sistem paramagnona.

U  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  i  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  je primijećen izraziti doprinos magnona termičkoj struji što je u korelaciji sa rezultatima dobivenim u far-infrared spektroskopiji. U kaljenom uzorku  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  je za račun korelacione funkcije u fluktuacijama gustoće magnona primijenjen x-y model. primjenom Kubo relacija je izračunata termička vodljivost magnonskog plina i rezultat je usporedjen sa eksperimentom. Studirano je kolektivno stanje u relaksiranom  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  na temperaturama 25K i nadjeno je da je to stanje karakterizirano transportnim svojstvima paramagnona.

Naglo odstupanje termičke vodljivosti od Peierlsove divergencije pripisano je raspršenju fonona na paramagnetima što se slaže sa prijašnjom tvrdnjom da x dominantni mehanizam raspršenja fononskog plina u  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  dolazi od elektrona. Razvijena je nova metoda mjerenja specifične topline i termičke vodljivosti koja se osniva na svojstvima rasprostiranja termičkog vala duž uzorka.

### 3.2.2.3. Teorijski dio

U preglednom radu (3.2.6.2) dan je opis ravnotežnih osobina TTF-TCNQ-a lančastog vodiča koji je intenzivno istraživao u proteklih desetak godina. TTF-TCNQ situiran je kao sistem u kojem su međuelektronske Coulombove interakcije jače od elektron-fonon vezanja, a usporedive sa širinom vodljivih elektronskih vrpca. Diskutirana su kohezijska svojstva TTF-TCNQ-a, rezultati paritetne aproksimacije za korelacione funkcije, magnetska susceptibilnost, uloga elektron-fonon vezanja i međulančanog vezanja,  $k_F$  korelacije, te kriteriji valjanosti Landauovog razvoja za temperaturno područje trodimenzionalnog uređenja. Diskusija niskotemperaturne faze obuhvaća opis temperaturnog klizanja transverzalne komponente valnog vektora uređenja, njegovog zapinjanja na sumjerljivoj vrijednosti  $a^*/4$ , te termalne histereze u područja klizanja. Izvršena je također simetrijska analiza uređenih faza, te dana interpretacija različitih faza koje se javljaju u  $(f/T)$  dijagramu.

U suradnji s L.P.Gorkovom radjeno je na Gorkovljevom modelu generiranja uskopojasnog šuma u sistemima koji pokazuju "neomsku" vodljivost. Naime, u tim sistemima je nadjeno da, nametne li se istosmjerna struja na uzorak, napon pored standardne istosmjerne komponente sadrži i niz oscilirajućih komponenti. Modelom se sugerira da su oscilirajuće komponente napona rezultat prosklizavanja faze vala gustoće naboja u područjima uzorka blizu kontakata čime se postiže da se struja vala gustoće naboja koja postoji u uzorku na kontaktima pretvara u običnu jednoelektronsku struju. Numeričkim rješavanjem jednadžbi za gibanje vala gustoće naboja (radi se o nelinearnim parcijalnim diferencijalnim jednadžbama paraboličkog tipa čije rješavanje traži mnogo kompjuterskog vremena) uz odgovarajuće početne i rubne uvjete nadjeno je da se proces prosklizavanja faze odvija periodično blizu kontakata ali dovoljno daleko da specifičnost kontakta i neidealnost površine ne utječu na sam proces. Također je nadjeno da napon tada pored osnovne oscilirajuće komponente, sadrži i cijeli niz viših harmonika, čime je potvrđena pretpostavka da je cijeli proces bitno nelinearan. Za uzorak konačne dužine ustanovljeno je da postoji kritično električno polje koje treba nadvladati da bi proces prosklizavanja faze bio moguć. To kritično polje zavisi od dužine uzorka, te divergira za male uzorke, što je u kvalitativnoj suglasnosti s eksperimentalnim mjerenjima (3.2.6.1.). Ovaj model je dalje razmatran za slučaj kad polje nametnuto na uzorak sadrži i promjenljivu komponentu. Problem je bilo moguće riješiti analitički u granici velikih polja. Iako daleko od fizikalnih polja primjenjivanih u eksperimentima, ovaj račun je dao niz značajnih rezultata, kao

napr. objašnjenje pojave subharmonika u naponu i tzv. "Shapiro stube" u karakteristikama istosmjerni napon-struja.

Nastavljan je rad na objašnjenju kohezije u quasi-jednodimenzionalnim vodičima. Izračunate su plazmonske disperzivne relacije za sistem za dvije vrste lanaca te određen doprinos nultog gibanja plazmona energiji kohezije.

Nastavljen je rad na problemu utjecaja Coulombske interakcije na stabilnost solitonske rešetke i solitonskih pobudjenja u kvazijednodimenzionalnim sistemima te na dielektrična svojstva ovih sistema. Kulonske interakcije su u tim sistemima dugodosežnog karaktera jer se većina elektrona kondenzira u valove gustoće naboja i tako, zbog energetskog procljepa u spektru, ne može doprinositi metalnom zasjenjenju. Preostali normalni elektroni također ne mogu zasjeniti kulonsku interakciju jer je dužina zasjenjenja  $10^2-10^3$  puta veća od dužine zasjenjenja u visokotemperaturnom području. Tako je nadjeno da kulonska interakcija može bitno promijeniti predodžbu o sumjerljivom-nesumjerljivom (C-IC) prelazu jer stanje sistema s malim brojem solitona imaju jako veliku kulonsku energiju. Na taj se način može objasniti nekontinuiranost C-IC prelaza. Kulonska interakcija igra važnu ulogu i u dielektričnim svojstvima jer je bilo koja deformacija vala gustoće naboja praćena induciranjem dugovalnih komponenata u gustoći naboja, odnosno polarizacijom sistema. Problem je donekle sličan problemu optičkih titraja u ionskom kristalu, kada kulonska interakcija dovodi do procljepa u frekvenciji između longitudinalnih i transverzalnih titranja električnog polja u sistemu. Međutim, specifičnost ovog problema ogleda se u velikoj anizotropiji promatranih sistema i svojstvima kolektivne vodljivosti povezanim uz gibanje valova naboja.

Promatran je prošireni Hubbardov model u granici gdje je interakcija među elektronima susjednih atoma ( $V$ ) znatna, dok je interakcija elektrona na istom atomu ( $U$ ) mala prema širini vrpce ( $4t$ ). Ova granica je zanimljiva stoga što karakteristični parametri u okviru kojih su formulirane metode renormalizacije uspješno primijenjene na prošireni Hubbard-ov model u njoj gube svoju primijenjivost, pa i rezultati dobiveni tim metodama daju više pitanja nego odgovora. Provedeni numerički račun za korelacionu funkciju vala gustoće naboja za konačne lance od 8 i 12 atoma pokazuje maximum između  $2k_F$  i  $4k_F$  za  $V > U$ . Ovaj maximum se može objasniti pretpostavkom segregacije sparenih i nesparenih elektrona unutar lanca, što je potvrđeno i dobivenim analitičkim rezultatima u granici velikog  $V$ .

Rad na primjeni scalinga konačnih sistema u određivanju kritičnog ponašanja Hubbardovog modela opisan u prošlogod. izvještaju objavljen je u siječnju o.g.

### 3.2.4. Znanstveni doprinos Istraživanja

Rad na magnetootporu  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  i  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  vodi ka jasnijem razumijevanju transportnih svojstava organskih metala na niskim temperaturama i daje informaciju o vezanju između lanaca. Torzlona mjerenja  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  također pomažu razumijevanju elektronskih svojstava, posebno interakcija odgovornih za antiferomagnetizam. Istraživanje linearnih lančastih anorganskih vodiča pomoći će razumijevanju potpuno novog načina elektronskog transporta - kolektivno elektron-rešetka gibanja, tj. električna vodljivost preko vala gustoće naboja, u ovim materijalima.

Novim kalorimetrijskim metodama mjeren je doprinos magnona i paramagnona termičkoj struji. Na višim temperaturama je procijenjen doprinos električnom i termičkom otporu zbog elektronskih korelacija.

Polazeći od eksperimentalnih rezultata pretpostavljaju se teorijski modeli. Ovi se ispituju poznatim metodama teorijske fizike, koje se, po potrebi, dalje razvijaju. Rezultati se zatim ponovno uspoređuju s eksperimentalnim podacima, i tako se primiče razumijevanju konkretnih fizikalnih situacija. Jedno ovakvo uspoređivanje ostvareno je u studiji koja daje kritički prikaz sadašnjeg stanja na teorijskom i eksperimentalnom planu u objašnjenju ravnotežnih osobina lančastog vodiča TTF-TCNQ. Teorijski doprinos koji se direktno nadovezuje na eksperimentalne rezultate predstavlja objašnjenje nastajanja uskopojasnog šuma opaženog u nekim sistemima s "neohmskom" vodljivošću. Teorijski doprinosi pokrivaju također utjecaj coulombske interakcije na stabilnost solitonskih pobudjenja i na dielektrična svojstva u kvazijednodimenzionalnim sistemima, prirodu kohezije u lančastim vodičima. Izučavanje korelacija u  $V$  t u granici Hubbardovog modela doprinos je u okviru teorije faznih prijelaza.

### 3.2.5. Primjena rezultata Istraživanja

Dalekosežno, istraživanja na navedenim lančastim vodičima mogu imati značajnu primjenu u razvoju tehnologija vezanih uz supravodljivost, pohranu energije, elektronike itd. Nadalje, razvijane metode mjerenja otpora, magnetootpora, magnetske susceptibilnosti, toplinske vodljivosti, specifične topline itd. mogu se iskoristiti u raznovrsnim problemima vezanih uz primjenu.

## 3.2.6.1. Popis objavljenih radova

1. "Magnetoresistance of the organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{SIO}_4$ : Kohler's rule", L.Forro, K.Biljaković, J.R.Cooper, K.Bechgaard, Phys.Rev.B29, 2839 (1984)
2. "Quantum Hall Effect and Fermi surface Instabilities in  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ ", M.Ribault, J.R.Cooper, D.Mally, A.Moradpour, K.Bechgaard, J.Physique Lett.(October 1984)
3. "X-ray Diffuse scattering of  $2k_F$  and  $4k_F$  Anomalies in strongly irradiated TTF-TCNQ", L.Forro, S.Bouffard, J.P.Pouget, J.Physique Lett.45 L-543(1984)
4. "Influence of the cooling rate on the ground state of the organic conductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ReO}_4$ ", S.Tomić, D.Jérôme, K.Bechgaard, J.Phys.C17 L11(1984)
5. "The Electric field Induced conducting state in an organic semiconductor" S.Tomić, D.Jerome, K.Bechgaard, J.Phys.C17 L655(1984)
6. "Generation of the coherent pulses by the CDW-motion solutions of the microscopic model equations", I.Batistić, A.Bjeliš, L.P.Gorkov, J.Physique 45 1049(1984)
7. "Finite size scaling approach to the 1d Hubbard model", K.Uzelac, J.Phys.A17, L81 (1984)
8. D.Djurek, D.Jerome and K.Bechgaard, "Thermal transport properties of organic conductors:  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  and  $(\text{TMTSF})\text{ClO}_4$ , J.Phys.C17, 4179(1984)
9. "Magnetska svojstva kvazijednodimenzionalnih organskih vodiča, Magistarski rad, B.Hamzić (1984).  
Popis radova prihvaćenih za tisak
10. "Magnetoresistance of the organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ : Kohler's rule, J.R.Cooper, pozvano predavanje na Internat.Conf.on the Physics and Chemistry of Low-Dimensional Synthetic Metals (ICSM84) Abano Terme, Italija, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
11. "Transverse resistivity of  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  and  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  in a magnetic field: evidence for Kohler's rule", B.Korin-Hamzić, L.Forro, J.R.Cooper, ICSM 84), Mol.Cryst.Liq.Cryst.
12. "Magnetic anisotropy of  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  in relaxed and quenched states", M.Miljak, J.R.Cooper, ICSM'84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
13. "Some Physical Properties of the Organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ , J.R.Cooper, pozvano predavanje na Symposium on organic conductors European Physical Soc.Conf."Trends In Physics", Prag, 1984
14. "ESR Study of  $(\text{TMTTF})_2\text{BF}_4$  and TTF-TCNQ Under Hydrostatic Pressure", L.Forro, G.Sekretarczyk, M.Krupski, K.Kamaras, ICSM'84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
15. "Pressure Dependence of Triplet Excitons in  $(\text{NPQn})_{0.5}(\text{NBQn})_{0.5}(\text{TCNQ})_2$ ", L.Forro, G.Sekretarczyk, M.Krupski, ICSM 84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
16. "Influence of the Disorder on the ESR Linewidth of the Organic Conductors", M.Sanquer, S.Bouffard, L.Forro, ICSM'84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.

17. "Ohmic and Nonlinear Transport of  $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$  Under Pressure", L.Forro, H.Mutka, S.Bouffard, J.Morillo, A.Janossy, bit će objavljeno u "Proceedings of International Conf.on Charge Density Waves In Solids", Budapest,1984.
18. "Cooling rate and Electric Field Effects In  $(\text{TMTSF})_2\text{FSO}_3$ ", S.Tomić, D.Jerome, K.Bechgaard, ICSM'84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
19. "Influence of the Anion Order on the ground state of the organic conductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ReO}_4$ ", S.Tomić, D.Jerome, K.Bechgaard, ICSM'84, u Mol.Cryst.Liq.Cryst.
20. "Magnetotransport and EPR measurements on  $(\text{TSeT})_2\text{Br}$ ", C.Weyl, L.Brossard, S.Tomić, D.Mailly, D.Jerome, B.Hiltl, C.W.Mayer, ICSM'84, Mol.Cryst. Liq.Cryst.
21. "Structural Modification and Heat Capacity of  $\text{ZrTe}_5$ ", T.Sambongi, K.Biljaković, A.Smontara, L.Quames, Synthetic Metals (1984)
22. "Heat Capacity Measurements on  $\text{TaS}_3$ ", K.Biljaković, A.Smontara, M.Prester, ICSM'84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
23. "Nonlinear transport of  $(\text{TMTSF})_2\text{X}$  series, D.Djurek and S.Knezović, pozvano predavanje ICSM'84, Abano Terme, Italija, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
24. "Magnon heat transport In  $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ ", D.Djurek, S.Knezović and K. Bechgaard, Ibid(1984)
25. "Thermal wave method in calorimetry", D.Djurek and S.Knezović, Ibid(1984)
26. "Thermal Properties of  $\text{ZrTe}_5$ ", A.Smontara, K.Biljaković, ICSM'84, Mol.Cryst.Liq.Cryst.
27. "Equilibrium properties of TTF-TCNQ", S.Barišić and A.Bjeliš, "Electronic properties of Inorganic quasi one-dimensional compounds", Edit.M.Monceau, D.Reidel Publishing Company).

## 1.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima

1. mr Ivo Batistić, znan.asistent
  2. mr Katlica Biljaković "
  3. dr Aleksa Bjeliš, znan.suradnik
  4. dr John Cooper, viši znan.surad.,
  5. dr Danijel Djurek, znan.suradnik
  6. mr Laszlo Forro, znan.asistent
  7. mr Bojana Hamzić-Korin, znan.asistent
  8. mr Marko Miljak, znan.asistent
  9. Ing.Mladen Petravčić, pom.istraživač
  10. Ing.Mladen Prester, "
  11. mr Silvia Tomić, znan.asistent
  12. Ing.Eduard Tutiš, pom.istraživač
  13. dr Katarina Uzelac, znan.suradnik
  14. Ing. Stjepan Knezović, pom.istraž.
- Vanjski suradnici
15. Prof.dr Slaven Barišić, PMF, Zagreb, znan.savjetnik,
  16. Prof.dr Jasna Baturić-Rubčić, PMF Zagreb, viši znan.suradnik
  17. mr S.Botrić, ETF Split, Asistent
  18. dr.Antun Rubčić, PMF Zagreb, Znan.suradnik
  19. Ing.A.Smontara, MIOC Zagreb
  20. Ing.P.Županović, Ped. fak. Split, asistent

4. Zadatak:

S t r u k t u r a i s v o j s t v a  
p o v r š i n a i t a n k i h  
s l o j e v a

Koordinator  
programa  
na IFS-u

dr Veljko Zlatić, viši znan.suradnik

Voditelj  
zadatka

dr Branko Gumhalter, viši znan.suradnik



#### 4.2.1. Cilj Istraživanja

Razvijanje modela i teorijskog opisa za proučavanje neelastičnih sudara i raspršenja niskoenergetskih atoma, elektrona i fotona sa površinama čistih metala i metala pokrivenim adsorbiranim česticama (atomima ili molekulama). Usporedba modelnih rezultata i teorijskih proračuna sa eksperimentalnim činjenicama i podacima.

Razvoj i izrada opreme i eksperimentalnih metoda za studij jednostavnih reakcija adsorpcije i desorpcije na monokristalnim i polikristalnim površinama metala i njihovih legura, kao i studij interakcije metalnih površina sa vodikom i kisikom.

#### 4.2.2. Postignuti rezultati Istraživanja

Nastavljen je rad na razvoju kvantnog modela koji opisuje neelastične sudare atoma helija sa metalnim površinama. Izračunate su vjerojatnosti neelastičnih sudara i adsorpcije za dvije vrste disipativnih potencijala i učinjena je usporedba njihovih efikasnosti u realnim sistemima. Pri tome je nadjeno da je potencijal zbog prekrivanja elektronskih gustoća helijeva atoma i elektronske gustoće površine daleko važniji od potencijala zbog distorzije elektronskih orbitala atoma. Iako prvi potencijal i odgovarajuća disipacija slijede eksperimentalni trend, on ne može reproducirati apsolutne vrijednosti nadjene eksperimentalno pri izrazito niskim temperaturama (ref.1). S druge strane izračunati Debye-Waller-ov faktor za raspršenje helija na bakrenoj (100) površini pokazao je dobro slaganje s eksperimentom (ref.2).

Elastično raspršenje atoma helija na CO molekulama adsorbiranim na metalnim površinama pokazuje veliki udarni presjek i formulirana je teorija koja opisuje takvo raspršenje kao posljedicu dugodosežnih van der Waalsovih interakcija, kako direktne He-CO van der Waalsove interakcije, tako i interakcije promovirane polarizacijom površine. Izračunati su takovi potencijali i razvijen je formalizam raspršenja koji će omogućiti egzaktno računanje udarnog presjeka (ref.12). Rad je ostvaren u suradnji sa University of Waterloo.

Nadalje je razmatran sasvim opći problem vjerojatnosti adsorpcije reaktivnih atoma na metalnim površinama pri čemu dolazi do formacije kemijske veze između atoma i površine u konačnom stanju (izlaznom kanalu) sudara. Pokazano je da su fluktuacije elektronske gustoće (pobudjenje parova elektron-šupljina) otprilike jednako efikasne u

dispalciji ulazne kinetičke energije atoma u slučaju ionske i u slučaju kovalentne kemisorpcije (ref.8). Rad ostvaren u suradnji sa University of Waterloo.

Problem fotoemisionih spektara atoma Xe adsorbiranog na (100), (111) i (110) kristalnim površinama paladija razmatran je u novorazvijenom modelu ksenonove 6s rezonance. Pokazano je da taj model može uspješno objasniti anomalije opažene u eksperimentima fotoemisije, termalne desorpcije i mjerenjima promjene izlaznog rada u adsorpciji ksenona na površini paladija (ref.3). Rad ostvaren u suradnji sa Institut für Physikalische Chemie, Universität München.

Problem relevantne referentne ravnine za tzv. "zrcalni potencijal" na površini metala obradjen je u vezi sa disperzijom frekvencije (energije) površinskih plazmona koji se opažaju u elektronskim spektroskopijama površina. Nadjena je jednostavna relacija koja vezuje ta dva fenomena (ref.9).

Monografija "Površinska elektronska pobudjenja i dinamička spektralna svojstva adsorbata", završena prethodno, objavljena je ove godine (izdavač Pergamon Press, ref.4). Rad ostvaren u suradnji sa Imperial College, London.

Završen je rad na poopćenju problema nelokalnog, dinamički zasjenjenog potencijala blizu površine metala koristeći formalizam razvijen ranije s primjenom na različite oblike i procese interakcije čestice i površine, neelastično raspršenje elektrona, van der Waalsove interakcije i zrcalni potencijal (ref.5,11 i 16).

Proučavana su elektronska pobudjenja u malim metalnim česticama. Formuliran je elektronski odziv u metalnim tijelima obliha površina modeliranim beskonačnom barijerom za elektronski plin. Nadjeno je da se spektri pobudjenja diskretnih jednočestičnih pobudjenja i kolektivnih volumnih ekscitacija (ref.7,13,14).

U toku je rad na disperzionim relacijama multipalnih površinskih plazmona karakterističnih za male metalne kuglice. Preliminarni rezultati daju odstupanje od predviđanja klasične teorije.

U eksperimentalnom dijelu zadatka postignuto je sljedeće:

a) Kompletirana je oprema za termalnu desorpcijsku spektroskopiju (TDS) i započeto je mjerenje na sistemu  $O_2/Pd$  (polikristalna folija) razvijenom metodom (ref.13).

b) Kompletirana je oprema za mjerenje promjene izlaznog rada diodnom probom. Dobljeni rezultati ne zadovoljavaju zbog naglašene nestabilnosti diodnog napona. U toku su eksperimenti sa različitim rješenjima montiranja katode s namjerom da se dioda stabilizira.

c) Nabavljen je referentni oscilator za kvarcnu mikrovagu (opis djelovanja mikrovage dan u prošlim izvještajima).

#### 4.2.3. Odstupanje od programa:

Došlo je do poremećaja dinamike izvršenja eksperimentalnog programa zbog objektivnih teškoća kao što su: dugotrajni popravak masenog spektrometra (u Engleskoj) i učestalog otkazivanja ionske pumpe zbog njene starosti (preko 10 godina). Teorijski dio programa se uspješno odvijao zbog mogućnosti intenzivne suradnje sa inozemnim institucijama i boravka suradnika na istraživačkim projektima u inozemstvu.

#### 4.2.4. Znanstveni doprinos istraživanja

Znanstveni doprinos teorijskih istraživanja je u težnji da se predvidi i konceptualno i kvalitativno objasni ishod eksperimenata. Eksperimentalna istraživanja doprinose boljem poznavanju osnovnih parametara i takova procesa pri međudjelovanju atomskih i molekularnih čestica u plinskoj fazi sa metalnim površinama.

## 4.2.6.1. Popis objavljenih radova

1. B.Gumhalter and Ž.Crijen: The effect of the electronic Surface response on sticking of He atoms on metallic substrates: Surf.Sc. 139(1984)231
  2. Ž.Crijen and B.Gumhalter: Electronic Debye-Waller effect in atom ~~surface~~ scattering, Phys.Rev.B 29(1984)6600
  3. K.Wandelt and B.Gumhalter: Face specificity of the Xe/Pd bond and the s-resonance model, Surface Sci. 140(1984)355
  4. B.Gumhalter: Surface electronic excitations and dynamic spectral properties of adsorbates, Progress Surf.Sci. Vol.15, No.1(1984)1.
  5. M.Šunjić and Z.Penzar: Excitation of electron-hole pairs in low-energy electron scattering from surfaces, Solid State Comm. 49(1984)145
  6. B.Trninić Radja, M.Šunjić and Z.Penzar: Attractive potentials for helium atoms at intermediate distances from the metal surface. The role of the atomic matrix elements, Fizika 16(1984)135
  7. Z.Penzar, J.Petravić and M.Šunjić: Dynamical Screening and surface excitations in planar, spherical and cylindrical solids. 1 General formalism, Fizika 16(1984)119
  8. B.Gumhalter and S.G.Davison: The effect of electronic relaxation covalent adsorption reaction rates, Phys.Rev.B, 30(1984)3179
  9. B.Gumhalter: Surface plasmon dispersion and the position of the Image plane, Solid State Comm. 52(1984)441
  10. B.Gumhalter and W.K.Liu: Scattering of helium atoms from adsorbate Van der Waals potentials and scattering formalism, Surf.Sci. 148(1984)371
- Radovi u tisku:
11. Z.Penzar and M.Šunjić: Surface electronic response in the RPA and Infinite Barrier Model: surface plasmons, electron-hole pairs and the interaction with external particles, Physics Scripta, 30(1984)431
  12. Z.Penzar and M.Šunjić: Dynamical dipole and Quadrupole response properties of small metallic particles, Solid State Comm., 52(1984)747
  13. M.Milun, P.Pervan, B.Gumhalter and K.Wandelt: UHV facility for thermal desorption spectroscopy at low temperatures Fizika 17(1985)
  14. Z.Penzar and M.Šunjić: Quantum mechanical calculation of the van der Waals interaction between small metallic spheres, Solid State Commun.

## 4.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima

1. dr B.Gumhalter, viši znan.suradnik
  2. dr M.Milun, znan.suradnik
  3. Ing.D.Lovrić, pom.istraživač-pripr.
  4. Ing.Z.Penzar, pom.istraživač
  5. Ing.P.Pervan, "
- Vanjski suradnici:
6. dr Ž.Crijen, znan.asistent (IRB Zagreb)
  7. Prof.dr M.Šunjić, znan.savjetnik(PMF Zagreb)

**5. Zadatak:**

A t o m s k a f i z i k a i  
o p t i č k a s v o j s t v a  
k r i s t a l a

Koordinator  
programa  
na IFS-u

dr Veljko Zlatić, viši znan.suradnik

Voditelj  
zadatka:

dr Mladen Palčić, znan.savjetnik

### 1.2.1. Cilj Istraživanja

Spektar difuzne refleksije i polimorfizam. Istražiti spektroskopiju difuzne svjetlosti na praškastim uzorcima u svrhu upoznavanja eventualno novih čvrstih faza, faznih prijelaza, kao i svojstva kristala vezanih uz apsorpciju svjetlosti, koja mogu dati podatke obliku spektara apsorpcije kristala, o energetski zabranjenoj zoni pri poluvodičima, kao i o postojanju ekscitona.

### 1.2.2. Postignuti rezultati Istraživanja

Rezultati postignuti sa superionskim vodičem  $\text{Ag}_2\text{HgI}_4$  predani su u štampu u *Sol.State Ionics*. Nakon izmjene mišljenja s recenzentom i učinjenim dopunama, recenzent je preporučio da se rad ponudi časopisu "Solid State Ionics" koji je specijaliziran za tu vrstu spojeva. To je učinjeno i članak je prihvaćen za štampu.

Paralelno s dopunama vršilo se eksperimentalni rad na superionskom vodiču  $\text{AgI}$ . Prethodni rezultati Istraživanja saopćeni su na 4th General Conference of the Condensed Matter Division of the EPS, 8-22 March 1984. Sažetak (nepotpun) u prilogu.

Uz potvrdu postojanja alfa, beta i gama faza, nadjene su nove faze:  $\beta^*$ ,  $\beta''$ , delta, epsilon i zeta. Počela je daljnja obrada apsorpcijskih spektara tih faza.

## 1.2.5. Primjena

Elektronika

## 1.2.6.1. Popis objavljenih radova

M.Palć i V.Palć, Phases and phase transitions of the superionic conductor AgI in the Temperature Interval between 761K and 4.2K. 4th General Conference of the Condensed Matter Division of the EPS, 18-22 March 1984. Abstract P1-P068.

M.Palć and V.Palć, Phases and Phase transitions of the superionic conductor  $Ag_2HgI_4$  in the temperature range between 4.2K and 370K detected by diffuse reflectance spectra. Solid state Ionics, 14(1984)187.

## 1.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima:

1. Palć dr Mladen, redovni član JAZU, znan.savjetnik
2. Palć dr Valerija, viši znan.suradnik

6. Zadatak: I s t r a Ź i v a n j e a t o m s k i h  
s u d a r n i h p r o c e s a z a  
r a z v o j n o v i h i z v o r a  
s v j e t l o s t i

Koordinator  
programa  
|  
voditelj  
zadatka: dr Goran Pichler, viši znan.suradnik



### 6.2.1. Cilj istraživanja

Istraživanje i razumijevanje atomskih sudarnih procesa u svrhu razvoja novih izvora svjetlosti. Istraživanje novih efikasnih izvora svjetlosti različitih svjetlosnih karakteristika.

### 6.2.2. Postignuti rezultati istraživanja

U području širenja spektralnih linija uslijed neutral-neutral interakcije objavljeni su radovi pod ref.1 i 2. U prvom redu obradjena je problematika udarnih širenja kalijevih rezonantnih linija pod utjecajem rubidijevih atoma. U ovom radu izmjereno je profil apsorpcionog koeficijenta prvog rezonantnog kalijevih dubleta i ponašanje širenja pod utjecajem dosta širokog raspona koncentracije rubidija. Sredina profila je podrobno analizirana, pa je ustanovljeno da je profil dobro opisan Lorentzovim oblikom sa poluširinom, koja je pretežno određena uslijed interakcije kalij-rubidij. Dobljene eksperimentalne vrijednosti za konstante širenja usporedjene su sa teorijskim vrijednostima. Postignuto slaganje je više nego zadovoljavajuće, što će višestruko utjecati na daljnji razvoj širenja neutralnim česticama, s jedne strane, a s druge strane sistem kalij-rubidij će se moći dalje modelirati kao pogodno popunjenje visokotlačnih izvora svjetlosti za optičko pumpanje Nd-YAG lasera. U ref.2 obradjena su daleka krila natrijevih prvih rezonantnih linija u jednom izuzetno preciznom eksperimentu, gdje je primijenjen prstenasti laser s organskim bojama. Daleka krila D linija su u ovom eksperimentu bila proširena interakcijom s kalijevim, rubidijevim i cezijevim atomima. Sav eksp.materijal bio je obradjen i analiziran pomoću odgovarajućih teorijskih izračunavanja. Kao vrlo zanimljiva činjenica se u ovom eksperimentu pokazalo da se dipol-dipol interakcija može zanemariti u usporedbi s dipol-kvadrupol interakcijom. Jedan od

glavnih uzroka ovakovom ponašanju natrijevih prvih rezonantnih linija je anomalni položaj prvog pobudjenog stanja u natrijevom atomu. Budući da male primjese kalija, rubidija i cezija u visokotlačnim natrijevim izvorima svjetlosti mogu biti od izvjesnog interesa to će ova istraživanja imati svakako utjecaj na odgovarajuće modeliranje novih žarulja.

Nedavno smo poslali u tisak rad (C1) koji obradjuje u najopćenitijim okvirima interakciju dva atoma alkalija, od kojih je jedan u prvom pobudjenom stanju, a drugi u svom osnovnom stanju. Ovakovi homonuklearni i heteronuklearni dalekodosežni parovi interagiraju, na najrazličitije načine, gdje kao osnovne veličine figuriraju, spin-orbit cijepanje u sudarnom paru i međusobni položaj prvih pobudjenih stanja u atomima. Ovaj rad svakako predstavlja vrlo značajan i posve općenit doprinos području širenja spektralnih linija neutralnim česticama. Izračunate su dalekodosežne potencijalne krivulje alkalijskih dimeričkih stanja za slučaj kada je jedan od atoma u osnovnom S stanju, a drugi u pobudjenom D stanju. Pored toga izračunate su i odgovarajuće sudarom inducirane jakosti oscilatora, što je omogućilo konstrukciju cijelog profila zabranjenih linija (ref. A 19). Ovdje se pokazalo da se homonuklearni slučaj nešto razlikuje od heteronuklearnog slučaja u finim detaljima profila zabranjene linije, isključivo kao posljedica različitog razvoja elektrostatskog potencijala interakcije u dalekodosežnom dijelu. Zaokružena je i studija dipol-kvadrupol interakcije u alkalijskim dimerima. Analiza općeg izraza za energiju interakcije ukazuje, posebno u slučaju kada su oba atoma u P stanju, na nove fenomene u spektrima alkalijskih dimeričkih stanja, fenomene koji su u cijelosti elektrostatskog karaktera. Rad je u završnoj fazi i priprema se za tisak. U okviru klasične teorije širenja spektralnih linija izveden je profil krila linije, uz mogućnost pojave satelitske vrpce. Rezultat je identičan UFC-profilu (Unified Franck-Condon profile, Szudy-Baylis) dobivenom u okviru kvantnomehaničke adiabatske teorije uz pretpostavku valjanosti Franck-Condonovog principa.

U dijelu zadatka koji obradjuje pojave kao što su difuzne vrpce i interferentni kontinuumi objavljena je serija znanstvenih radova u kojima je eksperimentalno obradjeno sve što je bilo dostupno u apsorpcijskim eksperimentima i laserom induciranim eksperimentima, pa je na temelju toga bilo moguće formulirati jednostavan model o postanku difuznih vrpca. U ref. 3 prikazani su

rezultati prvih apsorpcijskih mjerenja difuznih vrpca u sistemu litijevog i natrijevog dimera, a kod kalijeve difuzne vrpce izvršena su i točna apsolutna mjerenja reduciranog apsorpcijskog koeficijenta. Rastvaranje difuzne vrpce u rubidiju i ceziju na tri komponente objašnjeno je kao posebna karakteristika gornjeg stanja, koje ima triplet p i gerade simetriju, a pod velikim je utjecajem prvog pobudjenog potencijala ionskog para. Osnova našeg modela bila je zacrtana na prvom model-potencijal računima nedavno objavljenim za slučaj litija. Naša je glavna tvrdnja da naglašeni intenzitet i oblik difuznih vrpca proizlazi iz vrlo specifičnog izgleda diferentnog potencijala, koji ima jedan minimum i jedan maksimum. Minimum se dešava na nešto većim međuatomskim udaljenostima, pa mu je i intenzitet znatno jači, dok maksimum u diferentnom potencijalu zadire, barem u apsorpcijskom eksperimentu) u područje gdje donji potencijal ima već lagani odbojni karakter. U ref.4 smo pokazali da se prilikom laserske eksitacije difuzne vrpce u rubidiju, može kod nekih monokromatskih laserskih linija i posebnih uvjeta atomske pare izdvojiti jedan neobično zanimljiv strukturirani kontinuum. U tu svrhu je argonski laser na dvije linije 476.5 i 488 nm radio u pojedinačnom longitudinalnom modu (poluširine laserske linije iznosi oko 3 MHz). Budući da se ti modovi mogu u skokovima mijenjati unutar odredjenog dijela Dopplerovom profila, bilo je moguće pobuditi samo s nekim modovima vrlo lijepi interferentni kontinuum. Ovo je prvo takvo opažanje na rubidijevoj molekuli u svijetu. Prezentiran je također i prikladan model za objašnjenje interferentnog kontinuuma, koji se jednim dijelom prekriva s difuznom vrpcom rubidijevog dimera. Kao gornje stanje predložen je interakcioni potencijal sa dvije jame, od kojih ona unutarnja visi iznad jame osnovnog stanja rubidijeve molekule, dok se ona vanjska nalazi na većim međuatomskim udaljenostima i jednim dijelom zadire u dalekodosežni dio energetskog dijagrama. Neki odabrani pojedinačni modovi argonskog ionskog lasera mogli su pobuditi jedno sasvim odredjeno vibraciono stanje u tom potencijalu sa dvije jame. Emisija iz takvog stanja jednim dijelom je vezano-vezanog karaktera, a drugim dijelom je vezano-slobodnog karaktera. Upravo vezano-slobodni prijelazi formiraju interferentni strukturirani kontinuum jer u ovom dijelu prostora diferentni potencijal ima minimum. Pored teorijske važnosti postojanja takovih potencijala s dvije jame, važnosti dinamike pobudjivanja i posebnih uvjeta interakcije sa susjednim stanjima u energetskom dijagramu, ovo stanje singulet sigma ungerade simetrije ima i jednu možda ostvarljivu mogućnost primjene u području novih lasera. U tu svrhu potrebno je iznaći najbolji put pobudjivanja potencijala s dvije jame i forsirati emisiju fotona iz vanjske jame. Na taj način dobilo bi se u principu kontinuirani laser u širokom dijapazonu frekvencija fotona. U ref.5 eksperimentalno i teorijski

Je obradjen slučaj litijeve difuzne vrpce, gdje je posebno naglašeno da i u slučaju litija može doći do parcijalnog prekrivanja difuzne i interferentne vrpce. U slučaju litija posebno je zanimljivo što gornje stanje difuzne vrpce asimptotski konvergira sistemu dva litijeva atoma od kojih su oba u prvom pobudjenom stanju. U ref.6 opsežno su prikazana apsorpciona i laserom inducirana fluorescentna mjerenja novootkrivenih difuznih vrpca u K<sup>+</sup>Rb<sup>+</sup> molekul. Dano je i prikladno teorijsko objašnjenje tih difuznih vrpca, koje predstavlja poopćenje našeg prethodno razradjenog modela za homonuklearne dimerse. U ref.7 obradjena je tema asocijativne ionizacije pri binarnom sudaru metastabilnih atoma žive. Provedena je neposredna optička dijagnostika para žive uz mjerenje ionske struje. Na temelju toga bilo je moguće odrediti konstantu reakcije asocijativne ionizacije. Nadalje je izmjerena i temperaturna ovisnost te konstante reakcije, što je omogućilo procjenu dubine jame molekularnog iona žive, što iznosi oko 1 eV.

Nedavno je takodjer poslan u tisak rad u vezi objašnjenja spektroskopskog nastanka ljubičastih vrpca u dimeru natrija. Precizni eksperimentalni rezultati popraćeni odgovarajućim spektralnim simulacijama pokazali su i u ovom slučaju da je prekrivanje natrijeve difuzne vrpce i natrijevog interferentnog kontinuuma dosad uspješno sprečavalo njihovo objašnjenje. Premda do sada nema odgovarajućih model-potencijalnih računa za gornja elektronska stanja, ipak se raznim hibridnim kombinacijama uspjela dobiti jasna slika o vrlo zanimljivoj interferenciji dvije ili više Franck-Condonovih grana, koje formiraju spektar (ref.C2). U slučaju kalija pomoću prstenastog lasera s organskim bojama u pojedinačnom modu, uspjelo nam je direktno pobuditi fluorescenciju kalijeve difuzne vrpce u žutom području spektra (A-20). O našim najsvježijim radovima u području istraživanja difuznih vrpca, interferentnih kontinuuma i širenja spektralnih linija neutralnim česticama, izvjestili smo na nizu internacionalnih konferencija, gdje su naši suradnici održali i ukupno tri pozvana predavanja. Treba još dodati da smo pred već spomenutog izvjestili i o prvim rezultatima mjerenja spektra difuzne vrpce u gustim litijevim parama koje su bile pobudjene na svjetljenje u naročito konstruiranom negativnom korona izboju smještenom u toplovodnoj peći. Spektar litijeve difuzne vrpce posebno je zanimljiv jer se maksimumi u emisijonom profilu vrlo lijepo slažu sa teorijski predviđenim položajima ekstrema u odgovarajućem diferentnom potencijalu. Sličan izboj tipa negativna korona napravljen je i u kaliju, gdje je difuzna vrpca u žutom području spektra bila jedan od najistaknutijih spektralnih fenomena. Ova istraživanja

zavredjuju posebnu pažnju, zbog potreba dijagnostike i sasvim posebne prirode, pa će se nastaviti i u idućoj godini. U proteklom razdoblju posebno smo istraživali pare generirane u staklenim kivetama sa KCs, KRb, Cs<sub>2</sub>, K<sub>2</sub> i Rb<sub>2</sub> molekulama pod utjecajem argonskog i kriptonkog ionskog lasera. Jedno vrijeme smo od Prof. Jaroslava Labata s Univerziteta u Beogradu posudili jednostavan laser s organskim bojama, pa smo i pomoću njega istraživali fluorescenciju gore spomenutih molekula. U ovim istraživanjima, koja su za sada imala isključivo preliminarni karakter pokazala se sva snaga argonskog ionskog lasera, gdje je moguće ostvariti izuzetno usku lasersku liniju, što je potrebno za precizno pobudjivanje samo jednog rotacionog-vibracionog energetskog nivoa u odgovarajućem elektronskom stanju. Kriptonski laser, kojeg smo također nabavili iz namjenskih sredstava PI-11, pokazao se u tom pogledu ne tako pogodan, jer se u njegovom slučaju nije mogla ostvariti potrebna monokromatičnost laserske linije. Unatoč tome pokazalo se da u nekim slučajevima, a naročito kod homonuklearnih alkalijskih molekula, kao što su K<sub>2</sub>, Rb<sub>2</sub> i Cs<sub>2</sub>, dvije crvene linije kriptonkog ionskog lasera mogu izazvati zanimljivu fluorescenciju u okolini prvih rezonantnih linija kalija, rubidija odnosno cezija, gdje se pojavljuju satelitske vrpce i repovi A-X odnosno B-X molekularnih vrpca.

Od istraživanja koja su vršena u proteklom razdoblju, ali su još uvijek u toku i biti će detaljnije opisana u izvještaju za slijedeće razdoblje spomenimo izračunavanje profila difuznih vrpca primjenom teorije profila satelitskih vrpca (C 3) i razmatranja povezanosti difuznih vrpca i tripletnih satelita što se javljaju u dalekim plavim krilima prvih rezonantnih linija kalija. Od eksperimentalnih novosti u ovom dijelu istraživanja svakako treba spomenuti napredak učinjen u usavršavanju dodatnog uređaja, koji se umeće u toplovodnu peć, a služi za kontrolirano pregrijavanje alkalijskih para. Kod toga se postupka uslijed lokalnog povišenja temperature molekule alkalijske razaraju, premda se i ukupan broj čestica po jedinici volumena smanjuje. Ovim dodatnim uređajem moći će se sada i u toplovodnoj peći mjeriti odgovarajući spektralni fenomeni bez smetnje, koja nastaje uslijed prekrivanja s diskretnim molekularnim linijama. Rad u vezi s tim sada je u pripremi za tisak. Spomenimo još na kraju da su laserom inducirana fluorescentna mjerenja na natrijevim parama uspješno privedena kraju. Ovdje se pomoću lasera s organskom bojom rhodamine 6 G dvofotonskim procesom pobudjivala natrijeva difuzna vrpca u ljubičastom dijelu spektra. Na žalost za sada postignuti eksperimentalni rezultati ne dozvoljavaju jednoznačnu interpretaciju ove inače interesantne pojave.

U ref.8 opisani su rezultati spektroskopske analize argon-fluor plazme, gdje su dobivene apsolutne vrijednosti za vjerojatnosti prijelaza fluora. U tu svrhu analizirano je stanje mješavine argona i fluora kod temperatura od 14500K i pri elektronskoj koncentraciji od  $10^{23} \text{ m}^{-3}$ . Promatran je električni luk dvoslojne strukture. Isključivo spektroskopskom dijagnostikom određeno je stanje plazme u svakom sloju time što je mijenjanjem omjera fluora i argona odvojen doprinos jednog sloja od drugoga. Na osnovi mjerenja apsolutnih intenziteta spektralnih linija fluora određena je skala apsolutnih vrijednosti vjerojatnosti prijelaza fluora u vidljivom dijelu spektra.

Dio zadatka koji se odnosi na molekula-površina i na molekula-atom sudare vrlo je temeljito obradjen u proteklom periodu. U ref.9 prikazan je dvodimenzionalan model za molekula-površina raspršenje u kojem se posebno razmatra rotaciono pobudjenje molekula. U ref.10 podrobnije je opisan efekt mnogostrukih sudara na rotacionu raspodjelu u molekula-površina raspršenju. Zanimljivo je da ovaj pojednostavljeni model, koji zahtijeva znatno manje kompjutersko vrijeme, daje jednostavne izraze koji kvantitativno predviđaju najbitnije karakteristike konačne rotacijske raspodjele. Nadalje je na osnovu istog modela razmotren slučaj sudara polarizirane molekule sa površinom (C5). Vrlo opsežnim kvantnomehaničkim računom detaljno je proučena vibracijska relaksacija u CO-H<sub>2</sub> sistemu, uz korišćenje najbolje postojeće ab initio plohe (B 2 i B 3). Po prvi je put kvantnomehanički izračunat spektar prijelaznog stanja za reakciju H+H<sub>2</sub> i uspoređen sa postojećim klasičnim računima. Ukazano je na interesantne razlike koje proistize iz kvantne prirode H<sub>2</sub> sistema (C 4). Skrećemo pažnju da je ovo sasvim novo područje takozvane spektroskopije prijelaznih stanja, koje je u prošloj godini postalo vrlo popularno širom svijeta. Premda se ovdje radi o reaktivnim sudarima atom-molekula u suštini se mogu povući vrlo zanimljive paralele sa atom-atom sudarima i pripadnom teorijom širenja spektralnih linija. Troatomski sudarni kompleks u ulaznom kanalu može svakako poslužiti za otvaranje jednog novog područja gdje se širenje atomskih spektralnih linija provodi interakcijom sa dvoatomskim molekulama. Sudari pri tome mogu imati reaktivni ili nereaktivni karakter. Posebno mogu biti u budućnosti zanimljivi slučajevi sa dušikovom molekulom ili molekulom ugljičnog monoksida kao predstavnicima homonuklearne i heteronuklearne molekule. Ništa manje zanimljivi slučajevi neće biti ni sudari alkalijskih atoma sa alkalijskim homonuklearnim ili heteronuklearnim molekulama.

U ref.11 opisana je metoda fabrikacije sendvič holografskog interferometra što je povezano sa digitalnom evaluacijom dalo ultra visoku rezoluciju površinske deformacije. Ova sasvim nova tehnika ne zahtijeva interaktivno procesiranje niti interpolaciju pruga interferencije, što je prisutno u svim dosadašnjim

tehnikama. Visoko razlučivanje deformacije na nivou nekoliko pruga ili manje omogućeno je takozvanom heterodinom metodom u domeni prostornih frekvencija. Ova rad mnogo obećava u primjeni, a za sada je primjenjen na difuzne objekte. Razvoj u ovom dijelu zadatka već ide u smjeru povećanja razlučivanja u područje ispod jedne pruge s jedne strane i primjenu na transparentne (fazne) objekte s druge strane. U ref.12 opisana su opsežna istraživanja mehaničke reakcije skeletona lica na maksimalnu ekspanziju, primjenom laserske holografske interferometrije. Primjenjen je He-Ne laser i metoda dvostruke ekspozicije. Grafički su određene krivulje deformacije, koje se odnose na koštanu površinu odabranih horizontalnih i vertikalnih ravnina. Dobljeni rezultati ukazuju na sasvim nove zaključke vezane uz deformaciju gornje čeljusti, što je povezano s naprezanjima u facijalnom skeletonu.

Rad na području koherentne optičke obrade dvodimenzionalnih signala razvija se u dva smjera. U prijašnjem razdoblju teorijski i eksperimentalno ispitivani su uvjeti za izradu optimalnog prostornog prilagodjenog filtra, i to za slučaj pretežno amplitudnih signala (transparentcija).

Usvojeno znanje iskorišteno je dijelom za nastavak započete analize s primjenom na glagoljicu (u toku je izrada magistarskog rada na tu temu), a dijelom na dodatnu analizu Vander Lugtove korelacione metode za slučaj faznih objekata. Fazni objekti predstavljaju površine s periodičnom mikroskopskom strukturom nastalom pojavama kao što su difuzija ili magnetostrikcija ili druge, u raznim uzorcima. Specijalno, ispitivano je numeričkim simuliranjem 1) osjetljivost Vander Lugtove korelacione metode na promjenu perioda površinske rešetke, i 2) ovisnost metode o modelima površinske rešetke.

### 6.2.3. Eventualno odstupanje od ugovorenog programa istraživanja.

Odstupanja od ugovorenog programa nije bilo. Nastojimo da što je moguće više i detaljnije ispunimo program istraživanja uz eventualno neka proširenja, koja obično nastupaju razvojem eksperimentalne tehnike ili savladavanjem neke nove tehnike izračunavanja u našim modelima. Svakako se krećemo unutar najvažnijih pravaca istraživanja osnovnih atomskih sudarnih procesa koji nas vode boljem razumijevanju atomskih sudara u uvjetima visokotlačnog izboja kakav je prisutan u novim izvorima svjetlosti na bazi kvarcne ili alumina tehnologije.

#### 6.2.4. Znanstveni doprinos istraživanja

U proteklom razdoblju uspjelo nam je ostvariti nekoliko prilično zapaženih doprinosa. Kao prvo vrlo je lijepo zaokružena teorija širenja spektralnih linija neutralnim česticama na primjeru kalij-rubidij interakcije. Svi najglavniji članovi u razvoju dalekodosežne elektrostatske interakcije između alkalijskih atoma upoznati su i primijenjeni konkretno u nekoliko istaknutih slučajeva. Posebni doprinos je svakako bolje upoznavanje s dipolkvadrupol interakcijom, koja do sada u literaturi nije toliko seriozno bila obradjena, posebno s obzirom na primjenu u području širenja spektralnih linija.

Nadalje zaokružen je kvalitativni teorijski model koji dobro objašnjava nastanak i ponašanje difuznih vrpca u svim alkalijskim dimerima i u jednom heteronuklearnom paru (KRb). Ovaj kvalitativni model sada već predstavlja vrlo korisnu novinu na temelju koje se mogu bolje raspoznati neki procesi sudarno-radlajativne prirode u gustim alkalijskim parama ili plazmi. Općenito naše istraživanje nekoliko vrsta strukturiranih kontinijuma predstavlja značajan doprinos području tzv. egzimerskih molekula. Lagano okretanje naših fundamentalnih istraživanja prema uvjetima korona izboja približava nas uvjetima plazme kakvi se nalaze u visokotlačnim izvorima svjetlosti, koji sa stanovišta fundamentalne fizike nisu dovoljno dobro upoznati. U području molekula-površina raspršenja učinjen je značajan napredak upravo računima u dvodimenzionalnom modelu. Njihova jednostavnost i ekonomičnost u vremenu računanja zasigurno će privući i druge teoretičare da se posluže sličnim modelom, naročito u slučajevima, gdje se brzo žele dobiti glavne kvalitativne značajke ovakvih raspršenja.

U području laserske holografske interferometrije bilježimo bitno napredovanje razvikom vlastite metode ultravisokog razlučivanja. Trenutačni doprinos obećava daljnji prodor u još bolju moć razlučivanja vrlo finih deformacija i primjenu na transparentne objekte. Optička obrada podataka doprinosi značajno u tretiranju najjednostavnijih oblika, što će u skoroj budućnosti omogućiti optičku obradu u preciznom kvantitativnom obliku na složenijim objektima i njihovim površinama.



#### 6.2.5. Primjena rezultata Istraživanja

Mnogi rezultati postignuti u području spektroskopije metalnih para vrlo brzo nalaze primjenu u spektroskopskim ispitivanjima novih izvora svjetlosti kakvi su metal-halogeni i natrijevi visokotlačni izvori svjetlosti. Posebno se to odnosi na širenje centralnog dijela p profila prvih rezonantnih spektralnih linija, pripadnih tripletnih satelita u dalekim krilima i difuznih vrpca, koje se nalaze samostalno u spektru, a mogu poslužiti za određivanje koncentracije natrija u žišku žarulje. Rezultati holografske interferometrije visoke moći razlučivanja mogu se odmah primijeniti na objektima gdje i male deformacije mogu ukazivati na buduće katastrofalne događaje, kao što je na primjer pucanje betonskih blokova, koji imaju primjesu različitih dodataka. Neki novi aspekti holografske interferometrije visoke moći razlučivanja mogu se primijeniti na fазne objekte, što će u krajnjoj liniji omogućiti primjenu u području gustih metalnih para. Naše istraživanje atomskih sudarnih procesa u gustim alkaljskim parama također može biti primijenjeno u izvedbi jednog sasvim novog lasera s mogućnošću kontinuiranog mijenjanja boje izlaznog laserskog snopa.

## 6.2.6.1. Popis objavljenih radova

1. R.Beuc, M.Movre and Č.Vadla: The impact broadening of the first potassium resonance lines by rubidium atoms, J.Phys.B: Atom.Molec. Physics 17, 1984, 1845-1853.
2. Č.Vadla and K.Niemax: The far-wing broadening of the Na D lines by K, Rb and Cs and the electrostatic interaction potentials of the NaK, NaRb and NaCs molecules, Z.Phys.A-Atoms and Nuclei 315, 1984, 263-270.
3. G.Pichler, S.Milošević, D.Veža and R.Beuc: Diffuse bands in the visible absorption spectra of dense alkali vapours, J.Phys.B: Atom.Molec. Physics, 16, 1983, 4619-4631.
4. G.Pichler, S.Milošević, D.Veža and D.Vukičević: Interference and Diffuse continua in the Rb<sub>2</sub> spectrum, J.Phys.B: Atom.Molec.Physics, 16, 1983, 4633-4642.
5. G.Pichler, S.Milošević, D.Veža and D.D.Konowalow: Observation and Interpretation of the Li<sub>2</sub> diffuse band in the region of 420 nm, Chem.Phys.Lett.103, 1984, 352-356.
6. R.Beuc, S.Milošević and G.Pichler: New diffuse bands in the KRb molecule, J.Phys.B: Atom.Molec.Phys.17, 1984, 739-745.
7. V.J.Sepman, V.A.Ševerev, V.Vujnović: Asocijativna ionizacija pri parnih stolknovenijah 6 <sup>3</sup>P<sub>0</sub> возбуđenih atomov rtuti, Optika i spektroskopija (SSSR), 56, 1984, 591-595.
8. Č.Vadla, V.Lokner and V.Vujnović: A spectroscopic analysis of an argon-fluorine plasma in the case of two emitting layers with application to the absolute transition probabilities of visible fluorine lines, FIZIKA, 16, 1984, 211-217.
9. Z.Bačić and S.D.Bosanac: Two-dimensional model of molecule-surface scattering, Chem.Phys.Lett.105, 1984, 518-522.
10. Z.Bačić and S.D.Bosanac: Effect of multiple collisions on the rotational distribution in molecule-surface scattering, Chem.Phys.Lett. 103, 1984, 378-382.
11. A.Džubur and D.Vukičević: Ultrahigh resolution sandwich holography, Applied Optics, 23, 1984, 1474-1480.
12. D.Pavlin and D.Vukičević, Mechanical reaction of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser holography, American Journal of Orthodontics, 85, 1984, 498-507.

## 6.2.6.2. Popis radova prihvaćenih za tisak

1. Z.Bačić and S.D.Bosanac: Analysis of Rotationally Inelastic molecule-surface collisions: a two-dimensional treatment, Phys. Rev.A, accepted for publication in 1984.
2. Z.Bačić, R.Schinke and G.H.F.Diercksen: Vibrational relaxation of CO(n=1) in collisions with H<sub>2</sub>:I. Potential energy surface and test of dynamical approximations, J.Chem.Phys.
3. Z.Bačić, R.Schinke and G.H.F.Diercksen: Vibrational relaxation of CO (n=1) in collision with H<sub>2</sub>:II. Influence of H<sub>2</sub> rotation, J.Chem.Phys.
4. N.Demoli: Sensitivity of the Vander Lugt correlation technique: application to grating period change measurements, accepted for publication in Applied Optics.

## Popis radova poslanih u tisak

1. M.Movre and R.Beuc: Van der Waals Interaction in excited alkali dimers, poslano u Phys.Rev.A
2. G.Pichler, J.T.Bahns, K.M.Sando, W.C.Stwalley, D.D.Konowalow, L.Li and R.W.Field: The spectroscopic Origin of the Violet Bands of Sodium, poslano u Phys.Rev.Lett.
3. D.D.Konowalow, S.Milošević and G.Pichler: On the shape of potassium yellow diffuse band, poslano u Chem.Phys.Lett.
4. V.Engel, Z.Bačić, R.Schinke and M.Shapiro: Spectroscopy of the transition state: comparison between quantal and classical absorption spectra for collinear H<sub>3</sub>, poslano u J.Chem.Phys.
5. Z.Bačić and S.D.Bosanac: On some aspects of rotationally inelastic polarized molecule-flat surface scattering, poslano u Croat.Chem.Acta.

Maglstarski radovi i radovi objavljeni na konferencijama:

13. S.Milošević: Difuzne vrpce u vidljivom spektru gustih alkalijskih para, Maglstarski rad, Sveučilište u Zagrebu, lipanj 1984.
14. G.Pichler: Neutral-neutral interactions in dense alkali vapours, Symposium on atomic and surface physics, Maria Alm/Salzburg, 29.1.-4.2.1984. page 383-386 (Invited lecture)
15. S.Milošević and G.Pichler: Observation of the sodium diffuse bands by D line wing excitation, Seventh International conference on spectral line shapes, Aussois (France), June 11-15, 1984, F8.
16. S.Milošević, D.Vukičević, D.Veža and G.Pichler: Interference structured continuum in rubidium dimer spectrum, Seventh Internat.Conf.on spectral line shapes, Aussois (France), June 11-15, 1984, F9, 1984.
17. G.Pichler, J.T.Bahns and W.C.Stwalley: Study of the shape of the lithium diffuse band by single and double photon excitation, Seventh Internat. Conf.on spectral line shapes, Aussois (France), June 11-15, F 10, 1984.
18. D.Veža and G.Pichler: The shape of alkali triplet satellite bands, Seventh Internat.Conf.on spectral line shapes, Aussois (France), June 11-15, F 11, 1984.
19. R.Beuc: Broadening of dipole forbidden S-D lines in homonuclear and heteronuclear alkali collisional systems, Seventh Internat.Conf.on spectral line shapes, Aussois (France), June 11-15, 1984, postdeadline paper, 1984.
20. Č.Vadla, K.Niemax and G.Pichler: Direct excitation of potassium diffuse band by single mode ring dye laser, Seventh Internat.conf.on spectral line shapes, Aussois (France), June 11-15, 1984, postdeadline paper, 1984.
21. G.Pichler: Satellite and diffuse bands: 16<sup>th</sup> EGAS conference 10-13, July 1984, London (C3-1) (Invited lecture).
22. V.Vujnović and M.L.Burshtein: New absolute transition probabilities of the FI visible spectral lines: 16<sup>th</sup> EGAS 1984, London.
23. Č.Vadla: The dipole and the quadrupole interactions in the excited heteronuclear alkali systems: XII SPIG, Šibenik, 3-7.9.1984, p.90, (Invited lecture)
24. I.Krajcar and G.Pichler: Van der Waals constant ratios for the rubidium and cesium self-broadened second resonance doublet, XII SPIG, 1984, p.206-209.
25. S.Milošević and G.Pichler: Two-photon excitation of the sodium diffuse band in violet, XII SPIG 1984, p.235-238.
26. D.Vukičević, S.Milošević, D.Veža and G.Pichler: Double minimum potential and interference continuum in Rb<sub>2</sub> dimer, XII SPIG, 1984, p.239-242.
27. D.Veža, G.Pichler and S.Milošević: Discharge studies of the lithium diffuse bands, SPIG XII, 1984, p.363-364.
28. V.Vujnović: Present state of fluorine transition probabilities, XII SPIG 1984, p.473-476.

6.2.7. Inovacije i tehnička unapredjenja postignuta u proteklom razdoblju biti će objavljena u internacionalnim časopisima u kojima se obradjuje tematika znanstvene instrumentacije i uređaja.

6.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima

1. Bačić dr Zlatko, znan.asistent
2. Beuc mr Robert, znan.asistent
3. Demoli mr Naziv, znan.asistent
4. Milošević mr Slobodan, znan.asistent
5. Movre mr Mladen, znan.asistent
6. Pichler dr Goran, viši znan.suradnik
7. Vadla dr Čedomil, znan.suradnik
8. Veža mr Damir, znan.asistent
9. Vujnović dr Vladis, znan.savjetnik
10. Vukičević mr Dalibor, znan.asistent

Vanjski suradnici:

11. Acinger dr Krešimir, znan.suradnik (VSŠ)
12. Lokner mr Vladimir, znan.asistent (KBC M.Stojanović)
13. Rukavina Ing.Jadranka, istraživač (TEŽ)
14. Šećinc Ing.Tihomir, istraživač (TEŽ)
15. Jeren Ing.Ivan, istraživač (TEŽ)

7. Zadatak:            F i z i k a   S u n c a   I   Z v i j e z d a

Koordinator  
programa:

dr P.Lovrić

Voditelj  
zadatka  
na IFS-u:

dr Vladis Vujnović, znan.savjetnik

7.2.1. Cilj istraživanja:

Stjecanje podataka u fizikalnim procesima kozmičkim objektima.

7.2.2. Rezultati istraživanja:

Obavljena je završna faza istraživanja spektra neutralnog atoma fluora. Na temelju vlastitih vjerojatnosti prijelaza sa linije u vidljivom području, dobivenih zidom stabiliziranim jakostrujnim električnim lukom, i na temelju drugih mjerenja uspostavljena je najbolja skala relativnih vrijednosti. Kombinirajući te vrijednosti s vremenima života mjerenim u atomskim snopovima, izračunata je i kritički procijenjene apsolutne vrijednosti za 36 spektralnih linija, od toga za njih 32 s točnošću boljom od 20%. Izvršen je i pregled statusa vjerojatnosti prijelaza.

7.2.3. Odstupanje od ugovorenog programa: Nema.

7.2.4. Postignuti rezultati istraživanja: Dobiveni su novi fundamentalni podaci od astrofizičke primjene.

7.2.5. Popis objavljenih radova:

1. V.Vujnović, Present state of fluorine transition probabilities, Symp.on Phys.of Ionized Gases 1983,Šibenik 3-7,Sept.,Contributed Papers p.473

7.2.6. Popis radova prihvaćenih za tisak:

1. V.Vujnović and M.L.Burshtein, Absolute scale of transition probabilities in neutral fluorine, Astronomy & Astrophysics.

7.3. Popis istraživača koji su sudjelovali u istraživanjima: dr V.Vujnović, znan.sav

Sažeti prikaz: Odredjene su apsolutne vrijednosti vjerojatnosti prijelaza spektralnih linija neutralnog atoma fluora u vidljivom području spektra.

#### IV. SURADNJA SA OSTALIM ZNANSTVENIM I PRIVREDNIM INSTITUCIJAMA U ZEMLJI I INOZEMSTVU

Kao i u prijašnjim godinama Institut je nastavio ili započeo suradnju sa brojnim institucijama u zemlji i inozemstvu.

Znanstvena suradnja uključuje Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu (u okviru zadatka 24.6, 24.7 i 24.8); Institut "R.Bošković" Zagreb (zadatak 24.8); Elektrotehnički fakultet Zagreb (zadatak 11); VTŠ KoV JNA (zadatak 24.6); Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (zadatak 24.9); Tvornica TEŽ-Zagreb (zadatak 11.3 i IPI); Brodarski Institut-Zagreb, a značajni znanstveni kontakti postoje još sa Institutom za fiziku i Institutom "B.Kirič" Beograd, Prirodoslovno-matematičkim fakultetom u Sarajevu i Pedagoškim fakultetom u Splitu.

Institut za fiziku ima razvijenu suradnju sa mnogim znanstvenim institucijama u svijetu. Česti su seminarski i studijski posjeti naših suradnika tim institucijama kao i dolazak stranih stručnjaka na kraće ili duže boravke u naš Institut. Veliki dio te znanstvene suradnje omogućen je i provodi se preko Sveučilišta u Zagrebu, Republičkog zavoda za međunarodnu tehničku suradnju SRH i Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti.

Znanstvena suradnja sa inozemnim institucijama omogućava nam praćenje najnovijih znanstvenih dostignuća u svijetu, brzu i kvalitetnu izobrazbu znanstvenih kadrova kao i nabavku nekih dijelova instrumentarija u hitnim slučajevima. Lista seminarskih predavača i koautor-suradnika na znanstvenim publikacijama može dati lijepi pregled nekih vidova Institutske suradnje sa inozemstvom. Naročito uspješnu suradnju smo uspjeli razviti sa institucijama u sljedećim zemljama: Britanija, Francuska, Italija, Kanada, Mađarska, SR Njemačka, DR Njemačka, Sjedinjene Države, Sovjetski Savez, Španjolska i Švedska.



U 1984. godini vidan je porast aktivnosti suradnika Instituta na znanstvenim, razvojnim i stručnim projektima u suradnji sa raznim privrednim organizacijama i srodnim institucijama u zemlji i inozemstvu. Nastavljena je i započeta suradnja na slijedećim projektima neposredne razmjene rada sa privrednim organizacijama i sa međunarodnim institucijama.

1. Suradnja s Tvornicom poluvodiča (RIZ)  
na razvoju Silicijskog senzora temperature (SST)

U vremenskom periodu na koji se odnosi izvještaj nastavljena je suradnja na razvoju SST, koji radi u području temperatura od  $-50^{\circ}\text{C}$  do  $+150^{\circ}\text{C}$ , sa ciljem da se optimiziraju prethodno projektirani fizikalni parametri. U okviru relaksiranih uvjeta pripreme senzora (koji u proizvodnji moraju biti pooštreni) postignuto je to da se karakteristike komercijalnih senzora (Siemens, Philips, Texas Instr.) ne razlikuju više od 5% ovdje razvijenih (detalji se mogu vidjeti u izvještajima Tvornici poluvodiča). Time je naš dio posla na tom senzoru završen, a nastavak suradnje uključuje nove senzore (temperatura, tlak, vlaga, akceleracija).

2. U suradnji sa Iskrom - TOZD Magnet{ Izvršeni su završni radovi na prototipu mlina za mljevenje  $\text{SmCo}_5$  praha, te završni radovi na prototipu potisne peći za izradu potkovastih magneta.

U suradnji sa Iskra-Tozd Ferit{ Izradjen je i pušten u pokusnu proizvodnju prototip ručno upravljane tunelske peći i nastavljena izrada pratećeg sistema za računarsko upravljanje.

3. Višegodišnja suradnja s Tvornicom električnih žarulja u Zagrebu, ušla je u fazu kada su savladani važni tehnološki zahvati pri zatvaranju i doziranju žižaka od kvarca i alumine za visokotlačne metal-halogene odnosno natrijeve žarulje. Daljnje istraživanje obuhvatilo je optimizaciju spektara ovih žarulja naročito u vidljivom području, s obzirom na naročito odabrane smjese punjenja žižaka. Pažnja je posvećena poboljšanju efikasnosti i faktoru reprodukcije boja visokotlačnih izvora svjetlosti. Istraživanja s posebnim ciljevima vršena su na raznim vrstama tinjalica.

4. Primjena holografske interferometrije i laserske tehnike povedena je u suradnji s Brodarskim institutom u Zagrebu, te institutom za fiziku u Beogradu. S partnerom u Beogradu razradjen je i izveden laserski nivelator koji može naći neposrednu primjenu u građevinarstvu i drugdje.

5. Projekti sa Zajednicom elektroprivrednih organizacija Hrvatske (ZE0H)

Projekt: "Procjena mogućih eksternih opasnosti izazvanih ljudskim aktivnostima na lokaciji nuklearne elektrane Prevlaka".

U elaboratu su analizirane opasnosti koje se na lokaciji NE Prevlaka mogu očekivati od obližnjih industrijskih instalacija i transportnih sredstava. Pri obradi su uzete u obzir smjernice i regulativa IAEA a konsultirana je i opsežna literatura iz ovog područja. Projekt je izvršen u suradnji sa institutom za elektroprivredu.

Projekt: "Proučavanje slučajeva degradacije i destrukcije materijala kao razloga otkazivanja komponenata u nuklearnim elektranama".

Projekt se nastavlja i u 1985. godini.

6. Projekt sa "Energoinvestom" - institutom za elektroenergetiku. Vršeno je ispitivanje elektroizolacionih materijala u uvjetima kriogenih temperatura (na 4.2K).

7. Projekt sa SOUR "R.čajavec", RO Profesionalna elektronika. Određivane su korelacije bridova pločice monokristala kvarca  $ST-SiO_2$  i kristalografskih osi rešetke.

8. Projekt sa Hidrometeorološkim zavodom SRH  
Vršeno je elektronsko mikroskopsko istraživanje reagensa na bazi srebra jodida.

9. Projekti sa Međunarodnom agencijom za atomsku energiju (IAEA)

Projekt IAEA RC-3227 (putem Republičkog zavoda za tehn.suradnju SRH). Projekt je u trećoj godini realizacije. Projekt se odnosi na razvoj metoda za praćenje kinetike oksidacije na metalnim površinama.

Projekt IAEA: 512-C2-YUG 4.023 (putem Republičkog zavoda za tehničku suradnju SRH). Projekt se odnosi na istraživanje inicijalnih stupnjeva oksidacije i rasta oksidnih slojeva, kao i na koroziju metala upotrebljenih u izgradnji izmjenjivača topline u nuklearnim elektranama (suradnja sa IRB).

10. Posljednja godina petogodišnjeg projekta sa National Bureau of Standards iz Washingtona donijela je niz znanstvenih publikacija iz područja spektroskopije plazme i metalnih para. Izmjerene su razne atomske i molekularne konstante od interesa za IFS i NBS.

11. Projekt sa KFA Jülich 32.2.A.F. (putem Republičkog zavoda za tehničku suradnju SRH). Projekt je financijski pokrивao troškove znanstvene suradnje (putovanja) s Institutom za fizikalnu kemiju u Münchenu.

V. IZVJEŠTAJ O ODGOJNO-OBRAZOVNOM RADU

I. Odjel fizika metala I (FM-I)

Izradu magistarskog rada nastavljaју:

1. P.Pervan
2. J.Gladić

II. Odjel fizika metala II (FM-II)

Magistarski rad obranila:

1. B.Hamzić: "Magnetska svojstva kvazijednodimenzionalnih organskih vodiča"

Izradu magistarskog rada nastavljaју:

2. D.Drobac
3. J.Ivkov
4. M.Petravić
5. M.Prester
6. S.Knezović
7. A.Smuntara (MIOC)

Doktorsku disertaciju prijavili su:

8. L.Forro
9. J.Lukatela
10. Ž.Marohnić
11. M.Miljak
12. S.Tomić

III. Odjel fizika poluvodiča (FPV)

Izradu magistarskog rada nastavljaју:

1. I.Avlani
2. M.Horvatić
3. V.Horvatić
4. M.Ilić

Doktorsku disertaciju prijavio je:

5. Z.Vučić

#### IV. Odjel fizika ioniziranih plinova (FIP)

Magistralni su:

1. R.Beuc: "Kontinuirani spektri gustih para kalija i rubidija"
2. I.Kolar, Filozofski fakultet Split: "Istraživanje visokotlačnih K-, Rb-halogenih izvora svjetlosti"
3. S.Milošević: "Difuzne vrpce u vidljivom spektru gustih alkalijskih para"

Izradu magistarskog rada nastavljaju:

4. L.Bistričić (ETF)

Doktorsku disertaciju izradjuju:

5. M.Movre
6. D.Veža

#### V. Odjel teorijske fizike (TF)

Stupanj magistra priznat je na temelju objavljenih radova:

1. B.Horvatiću

Izradu magistarskog rada nastavljaju:

2. D.Lovrić
3. Z.Penzar
4. E.Tutiš

Znanstveni radnici Instituta učestvuju i neposredno u dodiplomskoj i postdiplomskoj nastavi fizike.

U dodiplomskoj nastavi:

1. M.Milun, Filozofski fakultet u Splitu

II god.studija "Organska kemija" (predavanja)  
IV god.studija "Povijest kemije" (seminar)

Predavanja pokrivaju osnove organske kemije a bazirane su na pretpostavci da student treba ovladati prije svega osnovnim mehanizmima organskih reakcija i metodama kojima se takovi mehanizmi izučavaju. Zbog toga su u predavanja uključene i osnove IR, NMR, UV i masene spektroskopije, osnove kvantne kemije (MO model) i

moderne metode kemijske informacije. Tokom predavanja studentima se ukazuje na najvažnije sirovinne kemijske industrije, njene procese i odraz tih tehnologija na ukupnu stabilnost jugoslavenske kemijske industrije.

2. P.Pervan, PMF: "Statistička fizika" (vježbe)
3. B.Drobac, PMF: "Opća fizika" (vježbe)
4. J.Ivkov, PMF: "Opća fizika" (vježbe)
5. V.Vujnović, Filozofski fakultet u Splitu: "Astronomija i astrofizika" (predavanja i vježbe)

U predavanjima kombiniranim s vježbama nastoji se studentima koji se gotovo u pravilu susreću prvi puta s astronomskim sadržajima dati fizikalno objašnjenje svemirskih objekata i pojava. Radi vizualizacije posljedica do kojih dovodi prosta spoznaja da je i Zemlja u svemiru i da se giba na određen način, izradjena je zbirka nastavnih pomagala koja služe i za simulaciju pojava i za praktične radove studenata pomoću nje se studenti također upućuju kako će praktične radove izvoditi kao pedagozi.

PMF, Zagreb, Doškoloavanje

"Odabrana poglavlja IV" (predavanja i vježbe)

6. D.Veža, PMF Zagreb: "Praktikum iz elektronike" (vježbe)
7. A.Bjeliš, PMF Zagreb: "Elektrodinamika" (predavanja)
8. I.Batistić, PMF Zagreb, "Irverzibilni procesi" (vježbe)
9. Z.Penzar, PMF Zagreb, "Teorija mnoštva čestica" (vježbe)
10. E.Tutiš, PMF Zagreb, "Fizika čvrstog stanja" (vježbe)

U postdiplomskoj nastavi:

1. G.Pichler, PMF, Zagreb, "Atomska fizika"

ETF Zagreb, "Kvantna elektronika i laseri"

2. B.Gumhalter, Univ.of Waterloo, Dept.of Phys.(Kanada)

"Localized and non-adiabatic perturbations in Fermi Gas-Applications to surfaces" (postdiplomska predavanja)

U predavanjima su obradjeni razni aspekti kvantno mehaničkih interakcija atomskih i molekularnih čestica s metalima i njihovim površinama. Novo razvijene teorijske metode primijenjene su u tumačenju rezultata modernih spektroskopskih metoda u fizici površina.

3. V.Zlatic, PMF Zagreb, "Teorija mnoštva čestica"
4. I.Batistić, "Teorija faznih prijelaza" (vježbe)

## VI SEMINARI ODRŽANI NA IFS-u u 1984.GODINI

Na IFS-u su redovito, kao i proteklih godina održavani seminari koji su, osim suradnicima Instituta, otvoreni i široj znanstvenoj javnosti, te su prilika za okupljanje fizičara i zainteresiranih znanstvenika iz drugih institucija koje se bave fundamentalnom ili primijenjenom fizikom. Teme su bile iz fizike čvrstog stanja i atomske fizike, a najviše zastupljena područja bila su: jednodimenzionalni vodiči, teorija faznih prijelaza, površinska fizika, amorfni sistemi, metalna stakla, fizika niskih temperatura, rezonantni atomski sudari i holografija.

Kao i prošle godine oko 15% seminara održali su fizičari IFS-a prezentirajući neke od najnovijih rezultata ostvarenih na IFS-u kao i u suradnji s drugim laboratorijima. Preostali dio seminara održali su po posjetiocima iz srodnih laboratorija u zemlji i inozemstvu. Veći dio tih posjeta odvija se u okviru višegodišnje organizirane suradnje IFS-a, često zajednički s PMF-om sa svjetskim znanstvenim centrima kao napr. Centre d'Orsay; Imperial College, London; Central Research Institute for Physics, Budapest; Brookhaven National Laboratory, USA; Institut für Physikalische Chemie München, Technische Universität Dresden; NBS Washington; Institut für Experimental Physik Kiel; ICTP Trst, itd.

Financiranje ovih posjeta snosilo je uglavnom IFS, djelomično institucije posjetilaca, a učestvovali su također: PMF, Zagreb (+), Sveučilište u Zagrebu (++) , JAZU (+++), SIZ-1 za znanost (++++), KFA Jülich (\*), British Council (\*\*), NBS, USA (\*\*\*) , DOE, USA (\*\*\*\*), CNRS ( ).

Treba također napomenuti reciprocitet ove suradnje koji se odrazilo u na malom broju seminara koji su znanstvenici IFS-a održali u raznim svjetskim centrima.

Voditelj seminara IFS-a u 1984.godini: K.Uzelac.

Priložena je lista svih seminara IFS-a u 1984.god. od kojih je većina održana u terminu općih seminara, dok je manji dio održan u okviru pojedinih tema.

1. dr J.Cooper, IFS  
"Quantum Hall effect in the quasi one-dimensional conductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  ?" 12.1.1984.
2. dr V.Zlatic, IFS  
"Perturbativni pristup Andersonovom modelu" 19.1.1984.
3. dr Z.Bačić, IFS  
"Dvodimenzionalni model raspršenja molekule na površini" 26.1.1984.
4. dr D.Djurek, IFS  
"Dvostruka fonon-fonon i magnon-magnon Interakcija u lančastim vodičima  $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ " 9.2.1984.
5. Prof.W.Ekard (+)  
Fritz Haber Institut, Berlin  
"The non-local image potential of a slowly moving electron" 16.2.1984.
6. Prof.L.Zuppiroli  
Section d'Etudes des Solides Irradiés CEA Fontenay aux Roses  
"An experimental approach to electron localization in low dimensional conductors" 17.2.1984.
7. Prof.L.Zuppiroli  
Section d'Etudes des Solides Irradiés CEA Fontenay aux Roses  
"Extended and localized states, polarons, excitons and solitons in irradiated N-methyl derivatives of pyridinium with TCNQ" 21.2.1984.
8. dr A.Kuršumović  
"Energoinvest", Sarajevo  
"Strukturne promjene u FeNiB metalnih staklima" 23.2.1984.
9. dr S.Megttert ( )  
Laboratoire de Physique des Solides, Orsay  
"Phase diagram of TTF-TCNQ under hydrostatic pressure" 5.4.1984.
10. I.Batistić, IFS  
"Koherentne oscilacije napona kao posljedica gibanja vala gustoće naboja" 12.4.1984.
11. dr G.Hutiray  
Central Research Institute for Physics, Budapest  
"Metastable states in charge density waves" 19.4.1984.
12. dr A.Murani  
Institut Laue Langevin, Grenoble  
"Neutron scattering studies of mixed valence systems" 20.4.1984.
13. Prof.F.Storbeck  
Fachbereich Physik, Technische Universität Dresden  
"Adsorption of sulphur on monocrystal steel surfaces" 8.5.1984.
14. dr G.Pichler, IFS  
"Franck-Condonov princip i strukturalni kontinuumi u alkaljskim dimerima" 10.5.1984.
15. dr B.Gumhalter, IFS  
"Elektronski Debye-Wallerov efekt u raspršenjima atoma na metalnim površinama" 17.5.1984.
16. dr P.Zipper  
Institut für Physikalische Chemie der Univ. Graz  
"Some recent applications of small angle X-ray scattering" 22.5.1984.



17. Prof.F.Flores (+)  
Universidad Autonoma, Madrid  
"Correlation and electron-phonon effects in Si(111)  
dangling-bond surface states" 24.5.1984.
18. Prof.K.Wandelt (\*)  
Institut für Physikalische Chemie Universität München  
"Structure transformations at surfaces" 31.5.1984.
19. Dr R.L.Jacobs (\*\*)  
Imperial College, London  
"A mean field theory of melting" 7.6.1984.
20. Dr P.Day  
Inorganic Chemistry Laboratory, University of Oxford  
"Neutron scattering and optical spectroscopy of two  
dimensional ionic ferromagnets" 8.6.1984.
21. Dr.P.Prelovšek  
Oddelek za fiziko in Institut "J.Stefan" Ljubljana  
"Mehanizam prijelaza iz nesumjerljive u sumjerljivu strukturu" 15.6.1984.
22. Prof.A.Hewson (\*\*)  
Mathematics Department, Imperial College, London  
"Mixed valency and theoretical results for N-fold  
degenerate impurity model" 20.6.1984.
23. Dr W.L.Wiese (\*\*\*)  
National Bureau of Standards, Washington, D.C.USA  
"Atomic parameters for fusion research" 21.6.1984.
24. Dr W.K.Liu  
Physics Department, University of Waterloo, Ontario, Canada  
"Scattering of  $n_0$  from surfaces" 3.7.1984.
25. Dr.D.Greig (+)  
Physics Department, University of Leeds, England  
"Electron transport in non-magnetic metallic glasses" 6.7.1984.
26. Prof.L.Hedin  
Institute of Theoretical Physics, Univ. of Lund, Sweden  
"Intrinsic and extrinsic losses in photoemission from solids" 16.7.1984.
27. Dr.K.W.Wojciechowski  
ICTP, Trieste  
"Phase transitions in (continuous) 2D systems of hard molecules" 17.7.1984.
28. Prof.D.C.Mattis  
University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA  
"Transfer matrix in plane-rotator model" 19.7.1984.
29. Prof.Yu Lu (+)  
Institute of Theoretical Physics, Academia Sinica,  
Beijing, NR China  
"Soliton and polaron generation in polyacetylene" 20.7.1984.
30. Dr A.Jánossy  
Central Research Institute of Physics, Budapest  
"Deformable charge density waves" 24.7.1984.

31. Dr.Sue Coppersmith (\*\*\*\*)  
Brookhaven National Laboratory, Long Island  
"Collective effects in charge-density waves" 30. 8.1984.
32. Prof.K.Yamaya  
Dept.of Nuclear Engineering, Hokkaido University  
Sapporo 060, Japan  
"Superconductivity and related new phenomena in  $TaSe_3$ " 10. 9.1984.
33. Dr.G.Creuzet  
Laboratoire de Physique des Solides, Orsay, France  
"Anisotropic magnetoelastic coupling in  $CeNi$   
intermediate valence compound" 11. 9.1984.
34. Prof.Dr.Wolf-Dietrich Kraeft  
Universität Greifswald, DDR  
"Strongly coupled plasmas" 13. 9.1984.
35. Dr.V.E.Godwin (+)  
ICTP, Trieste and University of Sierra Leone  
"Electron energy levels in  $GaAs/Ga_{1-x}$  as heterojunctions" 18. 9.1984.
36. Prof.G.J.Morgan (+++)  
University of Leeds  
"The anomalous sign of the hall coefficient in  
amorphous transition metals" 20. 9.1984.
37. Prof.N.B.Brandt, G D U, Moskva  
"Experimental approach to the heavy fermion problem" 1.10.1984.
38. Dr.A.Schroll  
Institut für Astronomie - Sonnenobservatorium  
Kanzelhöhe, Univ.Graz  
"Differential Rotation of Solar Filaments" 4.10.1984.
39. Dr.H.J.Schober  
Institut für Astronomie, Univ.Graz  
"Solar Oscillations and their Measurements" 4.10.1984.
40. Dr.K.Niemax  
Institut für Experimentalphysik Kiel  
"Application of thermionic diode in the investigation  
of the Rydberg atomic states" 8.10.1984.
41. Dr.P.Kowalczyk (++++)  
Institute of Experimental Physics, Univ.of Warsaw  
"Collisional processes in sodium vapour optically  
excited to the  $3P$  state" 11.10.1985.

42. Prof.A.G.Žiglinskij (++)  
Fizički fakultet, LGU, Leningrad  
"Novi smjerovi istraživanja u laboratoriju optike" 16.10.1984.
43. Prof.A.G.Žiglinskij (++)  
Fizički fakultet, LGU, Leningrad  
"Holografska spektroskopija" 17.10.1984.
44. Prof.A.G.Žiglinskij (++)  
Fizički fakultet, LGU, Leningrad  
"Realni Fabry-Perot interferometar" 18.10.1984.
45. Prof.B.Alascio  
Center for Theoretical Physics, Berilloche, Argentina  
I ICTP, Trst  
"Valence fluctuations between two magnetic configurations in rare earth intermetallic compounds" 18.10.1984.
46. Prof.A.Szász (+), (++)  
Institute for Solid State Physics,  
Eötvös University Budapest, Muzeum körut 6-8, H-1088  
"Soft X-ray emission depth profile analysis: SXDA" 19.10.1984.
47. Dr.Z.Bačić, IFS  
"Kvantnomehanički račun apsorpcijskog spektra prijelaznih stanja u reakciji  $H+H_2 \rightarrow H_2^+ \rightarrow H_2+H$ " 25.10.1984.
48. Dr.Višnja-Henč-Bartolić, ETF  
"Ablacija cirkonija laserom" 8.11.1984.
49. Prof.I.Vilfan  
Institut "Jožef Stefan" Ljubljana  
"Isingov model u slučajnom polju" 26.11.1984.
50. Dr.B.Gumhalter, IFS  
"Uloga elektronske relaksacije na brzinu adsorpcije atoma na metalnim površinama. Dijabatski opis" 13.12.1984.
51. Prof.L.V.Tanjlin  
Institut za fiziku Akad.Nauka Bjeloruske SSR, Minsk  
"Holografija i primjene" 19.12.1984.
52. Prof.V.B.Markov  
Institut za fiziku Akad.Nauka Ukrainske SSR, Kiev  
"Holografska metoda analize slika" 19.12.1984.

VI-2 SEMINARI KOJE SU ZNANSTVENI RADNICI IFS-a ODRŽALI  
IZVAN IFS-a TOKOM 1984.GODINE

1. J.Cooper  
 "Organic conductors", ICTP Trieste Jun.1984.
2. L.Forró  
 (I) "Magnetoresistance in organic conductors  $(TMTSF)_2ClO_4$   
 and  $(TMTSF)_2PF_6$ "  
 (II) "ESR of low dimensional conductors", Institut za  
 molekularnu fiziku, Poznan. Febr.1984.
3. B.Gumhalter  
 "Electronic Debye-Waller effect in atom-surface  
 scattering", Imperial College, London 9.4.1984.
4. B.Gumhalter  
 "Effect of electronic relaxation on covalent  
 adsorption reaction rates", Imperial College, London 25.9.1984.
5. B.Gumhalter  
 "Effect of electronic relaxation on covalent adsorption  
 reaction rates", Physik Department, TU München 16.11.1984.
6. V.Zlatic  
 "Solution of the Kondo problem by perturbation theory",  
 KFKI, Budapest 16.3.1984.
7. V.Zlatic  
 "Solution of the Anderson model by finite order  
 perturbation theory, ICTP Trieste 3.7.1984.
8. V.Zlatic  
 "Density of states for Kondo and VF systems by  
 perturbation theory", Institut für theoretische  
 Physik, Berlin 22.11.1984.
9. V.Zlatic  
 "Ground state properties of valence fluctuations"  
 Institut für theoretische Physik, Frankfurt 30.8.1984.
10. V.Zlatic  
 "Ground state properties of the Anderson model"  
 Institut für theoretische Physik, Dresden 8.11.1984.

## VII BIBLIOTEKA

Voditelj biblioteke:

MARICA FUČKAR, prof., dipl. bibliotekar

Stručni suradnik:

BERISLAV HORVATIĆ, dipl. ing. fizike - Istraživač suradnik

Prikaz rada

Biblioteka je tokom 1984. godine, nastavila aktivnošću u okviru institutskih mogućnosti i zahtjeva.

## FOND BIBLIOTEKE

1. knjige 3259
2. periodika 129 naslova
3. diplomske radnje 481
4. magistarske radnje 87
5. disertacije 56
6. katalozi periodike 20

## NABAVNA POLITIKA

Nabava periodike vrši se putem članstva znanstvenih radnika u inozemnim znanstvenim društvima i putem izdavačkog poduzeća "Mladost", DMF-a, kao dar, te putem pretplate Fizičkog zavoda a časopisi se pohranjuju na IFS-u.

U 1984. godini, biblioteka je primala 129 naslova domaćih i stranih časopisa, kao dar je pristizalo 28 naslova, a na članstvo naših znanstvenih radnika u inozemnim znanstvenim društvima 43 naslova, dok je putem pretplate koju vrši za nas izdavačko poduzeće "Mladost", pristizalo 58 naslova. Pri nabavi periodike, biblioteka Instituta nastoji se rukovoditi principom komplementarnosti spram biblioteke Instituta "R. Bošković", s kojom inače uspješno suradjuje.

Nabava knjiga vrši se kupnjom preko izdavačkog poduzeća "Mladost" i povremenim primanjem knjiga na dar.

U toku 1984. godine, nabavljeno je 124 knjige. Na dar je primljeno 19 knjiga: nepoznat darovatelj 2 knjige, mr D. Vuklčević 9 knjiga, Sveučilište u Zagrebu 2 knjige, dr Krsto Prelec 1 knjigu, Astronomy Department

Ohio State University, Columbus, USA 1 knjigu, Luciano Bondo Plessay Tradino S.p.Milano 1 knjigu, dr M.Šunjić 3 knjige i dr B.Gumhalter 1 broj časopisa.

#### FUNKCIJA BIBLIOTEKE

Funkcija biblioteke ne iscrpljuje se u nabavi, obradi, zaštiti i posudbi bibliotečnog fonda.

Djelovanje biblioteke mnogo je šire, jer ona mora raznovrsnim sredstvima informiranja uči u same procese studijskog i znanstveno-istraživačkog rada.

Biblioteka nastoji slijediti svojom politikom nabave, katalogizacijom, režimom posudbe, informativnom službom, potrebe znanstveno-istraživačkog rada i zadovoljavati stručne interese.

Posebni zadaci djelatnosti biblioteke jesu:

1. da nabavlja, sredjuje, čuva, stručno obradjuje i daje na korištenje sve publikacije koje su potrebne za znanstveno-istraživačku djelatnost IFS-a,
2. da u okviru sustava Informacija odabire, skuplja, pohranjuje, obradjuje i prenosi sve vrste Informacija za potrebe znanstveno-istraživačkog rada Instituta,
3. da izradjuje bilten prinova knjiga i popisa časopisa,
4. da suradjuje sa sveučilišnim i znanstvenim bibliotekama Hrvatske i Jugoslavije,
5. da pruža pomoć i suradjuje s drugim bibliotekama i srodnim ustanovama,
6. da dostavlja podatke Nacionalnoj i Sveučilišnoj biblioteci u Zagrebu, u svrhu izrade nacionalne bibliografije i vodjenja centralnog republičkog kataloga,
7. da dostavlja bibliografske podatke o stranim knjigama i časopisima koje biblioteka prima, Jugoslavenskom bibliografskom Institutu u Beogradu,
8. da zaštićuje fond periodike uvezivanjem,
9. da čuva i obradjuje diplomske radnje, magistarske radnje i disertacije, obranjene na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, iz područja fizike,
10. da vrši interne poslove biblioteke i administrativne poslove biblioteke.

## KLASIFIKACIJA

Klasifikacija knjiga vrši se po INSPEC-klasifikaciji, Internacionalnoj klasifikaciji za područje A-fizike, B-elektrotehnike i elektronike, C-kompjutora i kontrole i D-tehnologije Informacija.

## KATALOGIZACIJA I KNJIGA INVENTARA

Cjelokupni bibliotečni materijal se inventarizira i stručno obrađuje tj. katalogizira.

Biblioteka vodi dvije vrste kataloga: abecedni i naslovni.

## TEHNIČKA OBRADA BIBLIOTEČNE GRADJE

U biblioteci se i tehnički obrađuje sva bibliotečna gradja, tj. stavljaju se pečati, lijepe naljepnice za signaturu, knjižni džepići i datumnici te ispisuju knjižni listići.

## KORISNICI

Biblioteka uslužuje znanstveno-istraživačke radnike Instituta i znanstveno-nastavne radnike Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Otvorena je korištenju svim studentima i postdiplomandima Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i ostalim korisnicima po potrebi. Kao i sve specijalne biblioteke, biblioteka IFS-a nije sama sebi dovoljna, te se okreće prema drugim fondovima i pitanja korisnika dobivaju potpuniji odgovor medjubilotečnom posudbom unutar cijele Jugoslavije i izvan zemlje.

## STATISTIKA IZDANIH INFORMACIJA I POSUDBA BIBLIOTEČNE GRADJE

1. POSUDJENI ČASOPISI I KNJIGE za izradu dkopija: 5208  
     POSUDJENE KNJIGE: 720
2. ČITAONICA - Izdani časopisi i pretraživanje literature: 4310
3. MEDJUBIBLIOTEČNA POSUDBA
  1. ZAHTJEVI PUTEV POŠTE
    1. primljenih zahtjeva: 63
    2. upućenih zahtjeva 98

### 3. ZAHTEVI PUTEF TELEFONA ILI OSOBNO

1. primljenih zahtjeva: 102
2. upućenih zahtjeva: 935

### KOPIRANJE

Na aparatu za kopiranje izradjeno je u 1984.godini, 143236 kopija. Za izradjene kopije naručene medjubilotečnom posudbom, primljena je uplata od 17.000,00.dinara.

### RADNO VRIJEME I POSUDBA BIBLIOTEČNE GRADJE

Biblioteka radi od 8,30 do 17 sati.

Biblioteka posudjuje knjige na ograničen rok od 6 mjeseci za korisnike Instituta, izvan Instituta samo uz revers i to na ograničen rok od mjesec dana.

Uvezane časopise posudjuje za korisnike Instituta na rok od mjesec dana, neuvezane časopise na tjedan dana.

Korisnicima izvan Instituta, posudjuju uvezane časopise na tjedan dana, neuvezane časopise samo na korištenje u biblioteci i za izradu xerox-kopija.

### SURADNJA SA STRUČNIM SURADNIKOM BIBLIOTEKE

U rješavanju stručnih pitanja vezanih za fiziku kao struku (određivanje klasifikacijskog broja iz klasifikacije za fiziku i uskladjivanja bibliotečnih principa sa zahtjevima korisnika) redovno je ostvarivana suradnja sa stručnim suradnikom biblioteke, dipl.Ing.Berislavom Horvatićem.

### FINANCIJSKI POKAZATELJ VRIJEDNOSTI BIBLIOTEKE IFS-a

- do 31.12.1984.godine, za knjige i periodiku utrošeno je ukupno 14.330.491,54 dinara.

U toku 1984.godine, utrošeno je u biblioteci za uplatu članarina znanstvenih radnika, za nabavu knjiga i periodike 7.073.945,00 dinara.



VIII-1 SPECIJALIZACIJA I STUDIJSKI BORAVCI SURADNIKA IFS-a

1.	A. Bjeliš,	Laboratoire de Physique des Solides, Orsay	1.10.-31.12.1984.
2.	J. Cooper,	- ICTP Trieste - Laboratoire de Physique des Solides, Orsay	1. 6.-15. 6.1984. 1. 3.-31. 3.1984.
3.	L. Forro,	Institut za molekularnu fiziku, Poznan	15.1.- 6. 2.1984.
4.	B. Gumhalter,	- University of Waterloo, Ontario, Canada - Imperial College, London - University München - ICTP Trieste, Symposium on Surface Spectroscopy of adsorbates (discussion leader)	1.9.83.-21.3.84. 5.4.-12. 4.1984. 12.11.- 18.11.1984. 25.6.- 30.6.1984.
5.	B. Horvatić	ICTP, Trieste	
6.	J. Ivkov,	ICTP, Trieste	16.7.-21.7. 1984.
7.	J. Lukatela,	Instituto di Chimica Industriale Universita di Padova	9.7.-11.7.1984.
8.	M. Milun,	- ICTP Trieste, Symposium on Surface spectroscopy of adsorbates - Universität München	25.6.-30.6.1984. 12.11.-18.11.84.
9.	P. Pervan	- ICTP Trieste - EPS General Conference, Prag (Young physic.)	25.6.- 30.6.1984. 27.8.-30.8. 1984.
10.	S. Tomić,	Laboratoire de physique des Solides, Orsay	1. 1.-31.12.1984.
11.	V. Zlatić,	- Central Research Institute for Physics, Budapest - Universität Frankfurt - Freie Univ. Berlin - Technische Univ. Dresden	15. 3.-23. 3.1984. 10. 8.-20. 8.1984. 1.11.-30.11.1984. 5.11.- 6.11.1984.

VIII-2 SAOPĆENJE SURADNIKA IFS-a NA RAZNIM KONFERENCIJAMA  
I ZNANSTVENIM SKUPOVIMA

1. I. Batistić  
 "Dielectric properties of quasi-one-dimensional systems"  
 Charge density waves in solids, Budapest, 3.-7.9.1984.
2. B. Gumhalter  
 "Effect of electronic relaxation on covalent adsorption  
 reaction rates"  
 Sanibel Symposia, Palm Coast (Florida) 5.-10.3.1984.  
  
 "Electronic Debye-Waller factor in atom-surface scattering"  
 ECOS-6, York (GB), 1.-4.4.1984.  
  
 "Effect of electronic relaxation on covalent adsorption  
 reaction rates", ECOS-6, York (GB), 1.-4.4.1984.  
  
 "Electronic Debye-Waller factor in atom-surface  
 scattering" (pozvano predavanje)  
 Interactions of Molecular Beams with Solid Surfaces",  
 Cambridge (GB) 26.-28.9.1984.
3. V. Zlatić i B. Horvatić  
 "Third order perturbation theory for the asymmetric  
 Anderson model"  
 LT-17 Karlsruhe 1984.  
 "Charge fluctuations in the asymmetric Anderson Model"  
 International Conference on Valence fluctuations,  
 Köln, 1984.  
 Teorijski opis Kondo efekta i efekta fluktuirajuće  
 valencije", 9. J.S.F.K.M., Portorož, Sept. 1984.
4. J. Ivkov, M. Miljak  
 Cluster Contribution on the Hall Effect in  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$   
 Amorphous Alloys  
 Fifth International Conference on Rapidly Quenched Metals  
 Würzburg, 3-7.9.1984.
5. Ž. Marohnić, E. Babić  
 Curie Point Anomalies in the Electrical Resistivity of  
 Amorphous Ferromagnets,  
 Fifth International Conf. on Rapidly Quenched Metals  
 Würzburg, 3-7.9.1984.
6. E. Girt, P. Tomić, J. Lukatela, B. Leontić, K. Novanlija  
 Influence of Hydrogen Doping on flow & crystallisation of  
 $\text{Zr}_{63.5}\text{Ni}_{33.5}$  Metallic Glass  
 Fifth International Conf. on Rapidly Quenched Metals,  
 Würzburg, 3-7.9.1984.

7. L.Kertesz, B.Leontić, J.Lukatela, A.Szasz  
Influence of Hydrogen Doping of the Electron Density of State in Some ZrNi Metallic Glass,  
Fifth International Conf.on Rapidly Quenched Metals,  
Würzburg, 3-7.9.1984.
8. L.Kertesz, B.Leontić, J.Lukatela, A.Szasz,  
The Effect of H on NiZr Amorphous alloys Investigated by SXES in very soft X-ray region,  
4th General Conf.of the Condensed Matter Division of the EPS-Hague, 19-23.3.1984.
9. L.Forro, H.Mutka, S.Bouffard, J.Morillo, A.Jánossy  
Ohmic and nonlinear transport of  $(\text{TaSe}_4)_2\text{J}$  under pressure"  
International conference on charge density waves in solids  
Budapest, 3.-7.9.1984.
10. L.Forro, J.R.Cooper, M.Miljak, A.Jánossy, Wei-Yu Wu,  
"Carrier density in  $(\text{TaSe}_4)_2\text{J}$ ,  
International Conference on charge density Waves in Solids,  
Budapest, 3.-7.9.1984.
11. M.Prester  
"Dependence of the non-ohmicity threshold field on the contacts distances in  $\text{NbSe}_3$ "  
International conference on charge density Waves in Solids  
Budapest, 3.-7.9.1984.
12. S.Tomić, D.Jerome, K.Bechgaard  
"The electrical field induced conducting state in an organic semiconductor"  
International conference on charge density waves in solids,  
Budapest, 3.-7.9.1984.
13. M.Prester  
"Coherence of the moving CDW in  $\text{NbSe}_3$ "  
International conference on charge density waves in solids  
Budapest, 3.-7.9.1985.
14. J.Cooper  
"Some physical properties of the organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ " (pozvano predavanje)  
6th General Conference of the EPS, Prag, 27.-30.8.1984.
15. J.R.Cooper, L.Forró, B.Korin-Hamzić  
"Magnetoresistance of the organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ : Kohler's rule" (pozvano predavanje),  
International Conference on the Physics and chemistry of low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano Terme, Italija 17-22.6.1984.

16. B.Korin-Hamzić, L.Forró, J.R.Cooper  
 "Transverse resistivity of  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_4$  and  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  in a magnetic field, evidence for Kohler's rule"  
 International Conference on the Physics and chemistry of low-dimensional synthetic metals, ICSM 84, Abano Terme, Italia, 17-22.6.1984.
17. M.Miljak, J.R.Cooper "Magnetic anisotropy of  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  in relaxed and quenched state",  
 International Conference on the Physics and chemistry of low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano Terme, Italia, 17-22.6.1984.
18. L.Forró, G.Sekretarczyk, M.Krupski, K.Kamara's,  
 "ESR Study of  $(\text{TMTTF})_2\text{BF}_4$  and TIF-TCNQ under hydrostatic pressure", International Conf.on the Physics and chemistry and low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano Terme
19. L.Forró, G.Sekretarczyk, M.Krupski  
 "Pressure dependence of triplet excitons in  $(\text{NPQn})_{0.5}(\text{NBQn})_{0.5}(\text{TCNQ})_2$ ", International Conference on the Physics and chemistry of low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano Terme, 17-22.6.1984, Italia
20. M.Sanquer, S.Bouffard, L.Forró  
 "Influence of the disorder on the ESR linewidth of the organic conductors", International Conf.on the Physics and chemistry and low-dimensional synthetic metals: ICSM 84 Abano terme, 17-22.6.1984, Italia
21. K.Biljaković, A.Smontara  
 "Specific heat measurements on  $\text{TaS}_3$ ", International Conf.on the Physics and chemistry and low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano Terme, 17-22.6.1984, Italia
22. A.Smontara, K.Biljaković  
 "Thermal properties of  $\text{ZrTe}_5$ ", International Conference on the Physics and chemistry of low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano terme, 17-22.6.1984., Italia
23. S.Tomić, D.Jerome, K.Bechgaard  
 "Cooling rate and electric field effects on the ground state of the organic conductor  $(\text{TMTSF})_2\text{FSO}_3$ ", International Conf.on the Physics and chemistry and low-dimensional synthetic metals: ICSM 84, Abano terme, 17-22.6.1984., Italia
24. S.Tomić, D.Jerome, K.Bechgaard  
 "Influence of the cooling rate on the ground state of the organic conductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ReO}_4$ ", International Conf.on the Physics and chemistry and low-dimensional synthetic metals; ICSM 84, Abano terme, 17-22.6.1984. Italia

25. C.Weyl, L.Brossard, S.Tomić, D.Jerome, D.Mallly,  
"EPR and magnetoresistance measurements on  $(TSeT)_2Br$ ",  
International Conf.on the Physics and chemistry and  
low-dimensional synthetic metals: ICSM 84  
Abano terme, 17-22.6.1984.,Italija
26. B.Leontić, J.Lukatela, L.Kertesz, A.Szasz,  
Utjecaj vodika na elektronsku strukturu Zr-Ni metalnog  
stakla, 9.JSFKM, 24.-26.9.1984. Portorož
27. B.Leontić, J.Lukatela, M.Stubičar, P.Dubček,  
Istraživanje raspodjele apsorbiranog vodika u nekim Zr-Ni  
metalnim staklima pomoću raspršenja X-zraka pod malim  
kutovima, 9. JSFKM, 24.-26.9.1984. Portorož
28. Ž.Marohnić, M.Guberović, A.Kuršumović,  
Promjena električnog otpora pri elastičnoj deformaciji  
magnetskih metalnih stakala, 9.JSFKM, 24.-26.9.1984.Portorož

IX ZBIRNI POPIS RADOVA SURADNIKA IFS-a

- I) OBJAVLJENI ZNANSTVENI RADOVI
- II) ZNANSTVENI RADOVI PRIHVAĆENI ZA OBJAVLJIVANJE  
(Potvrda o prihvatu)
- III) ZNANSTVENI RADOVI UPUĆENI UREDNIŠTVIMA ZNANSTVENIH ČASOPISA  
(rad je upućen no odgovor uredništva još nije primljen  
ili uredništvo traži promjene koje još ne garantiraju  
objavljivanje)
- IV) ZNANSTVENI RADOVI PREZENTIRANI NA ZNANSTVENIM  
KONFERENCIJAMA I OBJAVLJENI U ZBORNIKU RADOVA
- V) ZNANSTVENE MONOGRAFIJE
- VI) STRUČNI RADOVI
- VII) PATENTI, INOVACIJE, TEHNIČKA UNAPREDJENJA,  
DOKUMENTACIJA (patentna prijava za patent, neki  
oblik ocjene inovacije i tehn.unapredjenja,  
projektna dokumentacija)
- VIII) ZNANSTVENO POPULARNA MONOGRAFIJA
- IX) ZNANSTVENO POPULARNI ČLANAK OBJAVLJEN U  
ZNANSTVENO-POPULARNOM ČASOPISU DNEVNOJ ILI TJEDNOJ  
ŠTAMPI, RADIO ILI TV OBRAZOVNA ILI ZNANSTVENO  
POPULARNA EMISIJA
- X) DISERTACIJE I MAGISTARSKI RADOVI

1. M.Horvatić and Z.Vučić: DC Ionic Conductivity Measurements on the mixed conductor  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ , Solid State Ionics 13(1984)117 (I)
2. Z.Vučić, V.Horvatić and O.Milat: Dilatometric Study of Non-stoichiometric Copper Selenide  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ , Solid State Ionics 13(1984) 127 (I)
3. Z.Ogorelec and Z.Vučić: čvrsti elektroliti i superionski vodiči, Tehnička fizika XXV, Beograd 1983, 61 (VI)
4. Dj.Težak, F.Strajnar, O.Milat and M.Stubičar: Formation of Lyotropic Crystal of metal dodecyl benzene sulphonates, Colloida Polymer Sci.262(1984)1 (I)
5. Dj.Težak, F.Strajnar, D.Šarčević, O.Milat and M.Stubičar: Solid Liquid Equilibria In aqueous system of dodecyl benzene sulphonae and alkaline earth ions, Croatica Chem.Acta, 57(1984)93 (I)
6. J.Ivkov, E.Babić and R.L.Jacobs, Hall effect and electronic structure of glassy  $\text{Zr}_3\text{d}$  alloys, J.Phys.F14,L53(1984) (I)
7. K.Zadro, E.Babić and M.Miljak,  $\gamma^*$  of  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$  alloys near the percolation treshold, J.Mag.Magn.Mat.43 (1984),261-266 (I)
8. V.Zlatić and B.Horvatić 3rd-order perturbation theory for the asymmetric Anderson model, Proceedings of the 17thIntern.Low Temp.Conf.(Karlsruhe,1984), U.Eckern, A.Schmidt, W.Weber and H.Wühl (eds.) Elsevier Publ.(Amsterdam,1984),str.1063 (IV)
9. A.Hamzić and V.Zlatić, The magnetoresistance of dilute  $\text{RHFe}$  alloys, Ibid.str.142 (IV)
10. E.Babić, A.Hamzić and M.Miljak, Interference effects in  $\text{Ni}_{80}\text{P}_{14}\text{B}_6$  alloys, Ibid, str.367 (IV)
11. R.Krsnik, E.Babić and H.H.Liebermann, Resistivity minima in  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$  alloys, Ibid, str.255 (IV)
12. J.Ivkov, Ž.Marohnić, E.Babić and P.Dubček, Temperature dependence of the anomalous Hall effect In  $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$ , amorphous alloys, J.Phys.F14(1984) 3023 (I)

13. E.Babić, K.Zadro, Ž.Marohnić, Dj.Drobac and J.Ivkov,  
Critical behaviour of an amorphous ferromagnet close to the  
percolation treshold, J.Mag.Magn.Mat.45(1984) 113 (I)
14. K.Šaub, E.Babić and R.Ristić, Quantum corrections to conduc-  
tivity of glassy  $Zr_{100-x}Cu_x$  alloys, Solid State Commun.  
53(1985)269 (I)
15. B.Horvatić and V.Zlatić, Magnetic field effects for the  
asymmetric Anderson hamiltonian, Phys.Rev.B30(1984)6717 (I)
16. E.Girt, P.Tomić, J.Lukatela, B.Leontić, K.Novallja,  
Influence of Hydrogen Doping on Flow and Crystallisation of  
 $Zr_{66.5}Ni_{33.5}$  Metallic glass, Proc. 5th Internat.Conf.on  
Rapidly Quenched Metals, Ed.H.Warlimont, S.Steeb, North-  
Holland, Amsterdam (1984) (IV)
17. L.Kertesz, B.Leontić, J.Lukatela, A.Szasz, I.Kojnok, Influence  
of Hydrogen Doping on the Electron Density of State in  
some Zr-Ni Metallic Glasses, Proc.5th Internat.Conf.on  
Rapidly Quenched Metals, Ed.H.Warlimont, S.Steeb, North-  
Holland, Amsterdam (1984) (IV)
18. B.Horvatić and V.Zlatić, Intermediate Valence and Kondo  
features of the Anderson Model by Perturbation Theory,  
Solid State Comm. (II)
19. V.Zlatić and B.Horvatić: Density of States for Intermediate  
Valence and Kondo Systems, Z.Phys.B (II)
20. "Magnetoresistance of the organic superconductor  $(TMTSF)_2ClO_4$ :  
Kohler's rule", L.Forro, K.Biljaković, J.R.Cooper, K.  
Bechgaard, Phys.Rev.B29, 2839 (1984) (I)
21. "Quantum Hall Effect and Fermi surface instabilities in  
 $(TMTSF)_2ClO_4$ ", M.Ribault, J.R.Cooper, D.Mally, A.Moradpour,  
K.Bechgaard, J.Physique Lett.(October 1984). (I)
22. "X-ray Diffuse scattering of  $2k_F$  and  $4k_F$  Anomalies in strongly  
Irradiated TTF-TCNQ", L.Forro, S.Bouffard, J.P.Pouget,  
J.Physique Lett.45 L-543(1984). (I)



23. "Influence of the cooling rate on the ground state of the organic conductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ReO}_4$ ", S. Tomić, D. Jérôme, K. Bechgaard, J. Phys. C 17 L11 (1984) (1)
24. "The Electric field Induced conducting state in an organic semiconductor", S. Tomić, D. Jerome, K. Bechgaard, J. Phys. C 17, L655 (1984) (1)
25. "General of the coherent pulses by the CDW-motion solutions of the microscopic model equations", I. Batistić, A. Bjeliš, L. P. Gorkov, J. Physique 45, 1049 (1984) (1)
26. "Finite size scaling approach to the 1d Hubbard model", K. Uzelac, J. Phys. A 17 L81 (1984) (1)
27. D. Djurek, D. Jerome and K. Bechgaard, "Thermal transport properties of organic conductors:  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  and  $(\text{TMTSF})\text{ClO}_4$ ", J. Phys. C 17, 4179 (1984) (1)
28. "Magnetska svojstva kvazijednodimenzionalnih organskih vodiča", Magistarski rad, B. Hamzić (1984) (X)
29. "Magnetoresistance of the organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ : Kohler's rule, J. R. Cooper, pozvano predavanje na Internat. Conf. on the Physics and Chemistry of Low-Dimensional Synthetic Metals (ICSM 84) Abano Terme, Italija, Mol. Cryst. Liq. Cryst. (IV)
30. "Transverse resistivity of  $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$  and  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  in a magnetifield: evidence for Kohler's rule", B. Korin-Hamzić, L. Forro, J. R. Cooper, ICSM 84, Mol. Cryst. Liq. Cryst. (IV)
31. "Magnetic anisotropy of  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$  in relaxed and quenched states", M. Miljak, J. R. Cooper, ICSM 84, Mol. Cryst. Liq. Cryst. (IV)
32. "Some Physical Properties of the Organic superconductor  $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ , J. R. Cooper, pozvano predavanje na Symposium on organic conductors European Physical Society Conference "Trends in Physics", Prag 1984. (IV)
33. "ESR Study of  $(\text{TMTTF})_2\text{BF}_4$  and TTF-TCNQ Under Hydrostatic Pressure", L. Forro, G. Sekretarczyk, M. Krupski, K. Kamaras, ICSM 84, Mol. Cryst. Liq. Cryst. (IV)
34. "Pressure Dependence of Triplet Excitons in  $(\text{NPQ})_{0.5}(\text{NBQn})_{0.5}(\text{TCNQ})_2$ " L. Forro, G. Sekretarczyk, M. Krupski, ICSM 84, Mol. Cryst. Liq. Cryst. (IV)

35. "Influence of the Disorder on the ESR Linewidth of the Organic Conductors", M.Sanquer, S.Bouffard, L.Forro, ICSM'84, Mol.Cryst. Liq.Cryst. (IV)
36. B.Gumhalter and Z.Crijen: The effect of the electronic surface response on sticking of He atoms on metallic substrates: Surf.Sci. 139(1984)231 (I)
37. Z.Crijen and B.Gumhalter: Electronic Debye-Waller effect in atom-surface scattering, Phys.Rev.B29(1984)6600 (I)
38. K.Wandelt and B.Gumhalter: Face specificity of the Xe/Pd bond and the s-resonance model, Surface Sci.140(1984)355 (I)
39. B.Gumhalter: Surface electronic excitations and dynamic spectral properties of adsorbates, Progress Surf.Sci.Vol.15,No.1(1984)1, (V)
40. M.Šunjić and Z.Penzar: Excitation of electron-hole pairs in low-energy electron scattering from surfaces, Solid State Comm.49 (1984)145 (I)
41. B.Trninić Radja, M.Šunjić and Z.Penzar: Attractive potentials for helium atoms at intermediate distances from the metal surface. The role of the atomic matrix elements, Fizika 16(1984)135 (I)
42. Z.Penzar, J.Petravić and M.Šunjić: Dynamical Screening and surface excitations in planar, spherical and cylindrical solids. I General formalism, Fizika 16(1984)119 (I)
43. B.Gumhalter and S.G.Davison: The effect of electronic relaxation on covalent adsorption reaction rates, Phys.Rev.B,30(1984)3179 (I)
44. B.Gumhalter: Surface plasmon dispersion and the position of the image plane, Solid State Comm.52(1984)441 (I)
45. Z.Penzar and M.Šunjić: Surface electronic response in the RPA and Infinite Barrier Model: surface plasmons, electron-hole pairs and the interaction with external particles, Physica Scripta (II)
46. Z.Penzar and M.Šunjić: Dynamical dipole and Quadrupole response properties of small metallic particles, Solid State Comm. (I)
47. B.Gumhalter and W.K.Liu: Scattering of helium atoms from adsorbates; Van der Waals potentials and scattering formalism, Surf.Sci.148(1984)371 (I)
48. M.Milun, P.Pervan, B.Gumhalter and K.Wandelt: UHV facility for thermal desorption spectroscopy at low temperatures, Fizika 17(1985) (II)

49. Z.Penzar and M.Šunjić: Quantum mechanical calculation of the van der Waals Interaction between small metallic spheres (111)
50. M.Paić and V.Paić, Phases and phase transitions of the superionic conductor  $\text{Ag}_2\text{HgI}_4$  in the temperature range between 4.2K and 370K detected by diffuse reflectance spectra, Solid State Ionics, 14(1984)187 (1)
51. R.Beuc, M.Movre and Č.Vadla: The impact broadening of the first potassium resonance lines by rubidium atoms, J.Phys.B: Atom.Molec.Physics 17,1984, 1945-1853 (1)
52. Č.Vadla and K.Niemax: The far-wing broadening of the Na D lines by K,Rb and Cs and the electrostatic interaction potentials of the NaK, NaRb and NaCs molecules, Z.Phys.A-Atoms and Nucl 315, 1984, 263-270 (1)
53. G.Pichler, S.Milošević, D.Veža and D.D.Konowalow: Observation and interpretation of the  $\text{Li}_2$  diffuse band in the region of 420 nm, Chem.Phys.Lett.103, 1984, 352-356 (1)
54. R.Beuc, S.Milošević and G.Pichler: New diffuse bands in the KRb molecule, J.Phys.B:Atom.Molec.Phys.17,1984,739-745 (1)
55. V.J.Sepman, V.A.Ševerev, V.Vujnović: Asocijativna ionizacija priparnih stolknovenijah  $6^3p_0$  vozbuđenih atomov rtuti, Optika i spektroskopija (SSSR), 56, 1984, 591-595 (1)
56. Č.Vadla, V.Lokner and V.Vujnović: A spectroscopic analysis of an argon-fluorine plasma in the case of two emitting layers with application to the absolute transition probabilities of visible fluorine lines, FIZIKA, 16, 1984, 211-217 (1)
57. Z.Bačić and S.D.Bosanac: Two-dimensional model of molecule-surface scattering, Chem.Phys.Lett.105,1984, 518-522 (1)
58. Z.Bačić and S.D.Bosanac: Effect of multiple collisions on the rotational distribution in molecule-surface scattering, Chem.Phys.Lett.103,1984, 378-382 (1)

59. A.Džubur and D.Vukičević: Ultrahigh resolution sandwich holography, *Applied Optics*, 23, 1984, 1474-1480 (I)
60. D.Pavlin and D.Vukičević, Mechanical reaction of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser holography, *American Journal of Orthodontics*, 85, 1984, 498-507 (VI)
61. Z.Bačić and S.D.Bosanac: Analysis of Rotationally Inelastic molecule-surface collisions: a two-dimensional treatment, *Phys.Rev.A* (II)
62. Z.Bačić, R.Schinke and G.H.F.Diercksen: Vibrational relaxation  $C0(n=1)$  in collisions with  $H_2$ :I. Potential energy surface and test of dynamical approximations, *J.Chem.Phys.* (II)
63. Z.Bačić, R.Schinke and G.H.F.Diercksen: Vibrational relaxation  $C0(n=1)$  in collision with  $H_2$ :II. Influence of  $H_2$  rotation, *J.Chem.Phys.* (II)
64. N.Demoli: Sensitivity of the Vander Lugt correlation technique application to grating period change measurements, *Applied Optics* (II)
65. M.Movre and R.Beuc: Van der Waals Interaction in excited alkali dimers, *Phys.Rev.A* (II)
66. G.Pichler, J.T.Bahns, K.M.Sando, W.C.Stwalley, D.D.Konowalow, L.Li and R.W.Field: The spectroscopic Origin of the Violet Bands of Sodium, *Phys.Rev.Lett.* (II)
67. D.D.Konowalow, S.Milošević and G.Pichler: On the shape of potassium yellow diffuse band, *Chem.Phys.Lett.* (II)
68. V.Engel, Z.Bačić, R.Schinke and M.Shapiro: Spectroscopy of the transition state: comparison between quantal and classical absorption spectra for collinear  $H_3$ , *J.Chem.Phys.* (II)
69. Z.Bačić and S.D.Bosanac: On some aspects of rotationally inelastic polarized molecule-flat surface scattering, *Croat.Chem.Acta* (II)

70. R.Beuc: Kontinuirani spektri gustih para kalija i rubidija (Zagreb,1984) Magistarski rad (X)
71. D.Kunstelj, A.Kirin, A.Bonefačić: Lattice defects in some face centered cubic metals, Proceedings of the 5th Conf.on Rapidly Quenched Metals, Würzburg, 3.-7.9.1984. (IV)
72. A.M.Tonejc, V.Kraševac, A.Tonejc: Microstructure of different structural transformation in Co-10wt% TaC Induced by rapid quenching, Proc.of the 5th Conf.on Rapidly Quenched Metals, Würzburg, 3.-7.9.1984. (IV)
73. A.M.Tonejc, A.Tonejc, D.Kunstelj: Electron Microscopic Determination of Structural defects In Liquid Quenched Ag-Sn Alloys and Their Dependence on Internal Residual Stresses, Metallography 17(1984)165 (I)
74. K.Kranjc, D.Kunstelj, P.Pećina, The Many-Beam Moire Effect in Electron Micrographs of Epitaxial Sn/Sn-Se Layers, J.Appl.Cryst. 17(1984)307 (I)
75. A.Kirin, A.Bonefačić and D.Dužević: Phase Transformation in Pressed Cobalt Powder, J.Phys.F. Met.Phys.14(1984)2781 (I)
76. J.Fischer, Z.Dojnović, O.Milat, N.Kralley: Ispitivanje protočne metode za pripremu koloidnih čestica termalnom hidrolizom, Kemija u Industriji 12(1984),1 (VI)
77. S.Milošević: "Difuzne vrpce u vidljivom spektru gustih alkalijskih para", Magistarski rad (Zagreb,1984) (X)
78. M.Poparić and M.Milun: "<sup>1</sup>H NMR Investigation of the addition of diols to double bonds of unsaturated polyester raisins", Polimeri 5(1984)5 (I)
79. "Ohmic and Nonlinear Transport of (TaSe<sub>4</sub>)<sub>2</sub>I Under Pressure", L.Forró, M.Mutka, S.Bouffard, J.Morillo, A.Janossy, "Proceedings of International Conf.on Charge Density Waves in Solids", Budapest,1984. (II)