

I z v j e š t a j o r a d u
INSTITUTA ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ZAGREB
1.1.-31.12.1979.

S A D R Ž A J

	Strana
Predgovor	I-III
I ORGANI UPRAVLJANJA	1
Zbor radnika	1
Savjet	1
II IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA	2
ODJEL FIZIKE METALA I	2
Pregled istraživačkog rada	3
Popis radova	8
ODJEL FIZIKE METALA II	11
Pregled istraživačkog rada	12
Popis radova	21
ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA	23
Pregled istraživačkog rada	23
ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA	25
Pregled istraživačkog rada	25
Popis radova	31
ODJEL FIZIKE POLUVODIČA	34
Pregled istraživačkog rada	34
Popis radova	37
ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA	39
Pregled istraživačkog rada	39
ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU	45
Pregled istraživačkog rada	45
Popis radova	48
III Seminari održani u IFS-u u 1979.godini	50
IV Služba dokumentacije	50
V Tajništvo	56

PREDGOVOR

Ove godine navršava se deset godina od početka izlaženja godišnjeg izvještaja Instituta za fiziku Sveučilišta u cjelovitom obliku (vidi godišnje izvještaje za 1970-1978). Inače izlaganja o aktivnostima i rezultatima znanstvenog rada IFS-a nalaze se raspršena u različitim publikacijama i izvještajima upućivanim na razna mjesta i davanjem u različitim vremenskim trenucima pa je uvijek prisutna potreba za izvještajem koji bi što cjelovitije prikazao aktivnost Instituta u toku jedne kalendarske godine. Iako je i taj izvještaj ponešto evoluirao po formi i sadržaju, ipak je pretežno ostao ograničen na izvještavanje o aktivnosti u znanosti u užem smislu, o aktivnostima u fundamentalnim i usmjerenim fundamentalnim istraživanjima. Iz sadržaja ponajčešće nije bio vidljiv sav obujam rada koji je provodjen pod okriljem Instituta, kao što su društvena i samoupravna djelatnost, djelatnost na dodiplomskoj nastavi - koja je bila provodjena pretežno pod okriljem Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, djelatnost na postdiplomskom studiju - koja je vodjena u okviru Centra za postdiplomski studij Sveučilišta u Zagrebu, a takodjer nije bila u dovoljnoj mjeri istaknuta stvarno postojeća primjena naših istraživanja, suradnja s drugim institucijama i sudjelovanje suradnika u popularizaciji znanosti, kulturnom životu i informiranju šireg društva.

Deset objavljenih godišnjih izvještaja omogućuju da se izvede određena predodžba o razvijanju znanstvenog rada. Slijedeća tablica izradjena je za znanstvene radove, radove publicirane ili prihvaćene u časopisima s međunarodnom recenzijom. U statistiku nisu uvrštena saopćenja na konferencijama, niti stručni radovi. Broj angažiranih istraživača preuzet je neposredno iz popisa danog u izvještajima.

Tablica

Godina	1970.	1971.	1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
Broj radova	14	16	32	33	24	25	28	46	47	50
Broj radova po jednom istraživaču	0,425	0,41	0,84	0,84	0,57	0,58	0,64	1,00	0,79	0,80

Porast broja radova po jednom angažiranom istraživaču u usponu je. Iako ta kvantitativna mjera daje osnova optimizmu, suradnici Instituta smatraju da bi jačanje materijalne baze istraživanja dovelo do većeg kvantiteta i kvaliteta rezultata. Već samo zaostajanje za povećanim troškovima materijala i usluga dovodi ne samo do stagniranja već i do opadanja efikasnosti znanstvenog rada. Posebno je obeshrabrujuće zaostajanje u sredstvima za znanstvenu proizvodnju. Stoga u slijedećem periodu jedno od osnovnih nastojanja treba da bude opremanje novim suvremenim eksperimentalnim tehnologijama i kompjutorima za upravljanje i analizu rezultata. U narednom periodu treba veliku pažnju posvetiti i obavještenosti o trenutnim zbivanjima u svijetu, tj. unapredjivati znanstvene veze s inozemnim naučnim institucijama i društvima putem izmjene istraživača, gostovanja istaknutih inozemnih stručnjaka kao i izlaganja naših naučnih radnika na međunarodnim naučnim konferencijama i studijskim boravcima.

U Institutu su u posljednje vrijeme sve vidnija istraživanja primijenjenog karaktera. Tu prije svega treba istaknuti rad na projektu skladišta za odlaganje radioaktivnog materijala NE Krško. Vrijedno je da se pribilježi da je projekt s Vojno tehničkim institutom iz Beograda, koji je trajao od 1976. god. završen 1979. god. Projekt s Brodarskim institutom u području optičke obrade podataka i holografske interferometrije, odvija se od 1976. god. u više etapa, te se nastavlja. Suradnja s RIZ-om odvija se od 1967. u području primjene fizike poluvodiča.

U tim se projektima primijenjuje znanje stečeno u fundamentalnim i usmjerenim fundamentalnim istraživanjima. U toj primjeni fizike javljaju se i javljat će se dileme i proturječnosti koje se vremenom moraju razrješavati. Očito je, da je fizičara u nas a posebno fizičara jedne institucije, daleko premalo da ih se s uspjehom koristi na širokom frontu primjene. Stoga dugoročan efekt može imati kako suradnja s institucijama primjene koja predstavlja prenošenje metoda razvijenih u fundamentalnim istraživanjima, tako i suradnja koja vodi obrazovanju kadrova industrijskih istraživača. U tome bi trebalo gledati jednu bitnu društvenu ulogu sveučilišne istraživačke i znanstveno-obrazovne institucije kao što je naša.

Osim projekata primjene, Institut je sklopio ugovore o znanstvenom radu preko odgovarajućih institucija, Republičkog i Saveznog zavoda za naučnu i tehničku suradnju s inozemstvom, s Nacionalnim uredom za standarde, Washington, za naučna istraživanja od zajedničkog interesa. Najveću korist od njih, iako se financijska sredstva u tim ugovorima ne mogu zanemariti, ima unapredjenje suradnje između naših i drugih naučnih radnika. Projekat iz atomske fizike traje od 1971. god., iz fizike metala od 1978, dok je suradnja proširena 1979. g. Takodjer, u okviru suradnje između Sveučilišta Zagreb i Državnog sveučilišta Lenjingrad, sklopljen je dogovor o uzajamnom radu s Fakultetom za fiziku Sveučilišta Lenjingrad.

Na kraju ovog predgovora ne zaboravimo spomenuti da su suradnici Instituta za fiziku Sveučilišta - kako oni u stalnom radnom odnosu tako i oni u dopunskom, intenzivirali u 1979. god. dogovaranje o institucionalnoj integraciji s Fizičkim odjelom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, da je u tim dogovorima u toku sastanaka, rada komisija i ličnih kontakata uloženo mnogo napora kako bi se u novoj organizacijskoj formi ostvarili daljnji uvjeti za proširenu reprodukciju kadrova i fizike na Sveučilištu u Zagrebu i omogućila jača interakcija između znanosti fizike i nastave fizike s društvom.

Vladis Vujnović

I ORGANI UPRAVLJANJA INSTITUTA

ZBOR RADNIKAPredsjednik Zbora radnika

mr MARKO MILJAK, magistar fiz.nauka - znan.asistent

SAVJET

Predsjednik Savjeta: mr DALIBOR VUKIČEVIĆ, znan.asistent

Članovi Savjeta:

DALIBOR VUKIČEVIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

JOHN COOPER, dr fiz.nauka - znan.suradnik

MARICA FUČKAR, bibliotekar

BRANKO GUMHALTER, dr fiz.nauka - znan.suradnik

AMIR HAMZIĆ, mr fiz.nauka - znan.asistent

MIRJANA KRIZMANČIĆ, v.financ.ref.

VILIM LEPČIN, v.tehn.suradnik

IVAN ILIĆ, doc.Elektrot.fakulteta - predst.Sveučilišta

MLADEN MARTINIŠ, viši znan.suradnik IRB-a - predst.Sveučilišta

ODBOR ZNANSTVENOG VIJEĆA

dr SLAVEN BARIŠIĆ, znan.savjetnik - rukovodilac Odjela teor.fizike

dr ANTUN BONEFAČIĆ, znan.savjetnik - rukovodilac Odjela fizike metala I

dr JOHN COOPER, znan.suradnik - voditelj zadatka

dr DANIJELO DJUREK, znan.asistent - voditelj zadatka

dr BRANKO GUMHALTER, znan.suradnik - voditelj zadatka

dr BORAN LEONTIĆ, znan.savjetnik - rukovodilac Odjela fizike metala II

dr ZVONIMIR OGORELEC, viši znan.suradnik - rukovodilac Odjela fiz.poluvodiča

dr MLADEN PAIĆ, znan.savjetnik - rukovodilac Odjela optička svojstva kristala

dr GORAN PICHLER, znan.suradnik - voditelj zadatka

dr MARIJAN ŠUNJIĆ, viši znan.suradnik - voditelj zadatka

dr VLADIS VUJNOVIĆ, viši znan.suradnik - rukovodilac Odjela fiz.ioniz.plinova

mr DALIBOR VUKIČEVIĆ, znan.asistent - voditelj zadatka

DIREKTOR INSTITUTA

dr BORAN LEONTIĆ, direktor do 31.1.1979.

dr VLADIS VUJNOVIĆ, vršilac dužnosti direktora (1.2.-31.7.1979)

dr GORAN PICHLER, vršilac dužnosti direktora (1.8.1979-31.1.1980)

II IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA

ODJEL FIZIKE METALA I

Rukovodilac odjela:

ANTUN BONEFAČIĆ, doktor fiz.nauka, red.profesor PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik

Znanstveni suradnici:

KATARINA KRANJC, doktor fiz.nauka, red.profesor PMF-a Sveučilišta u Zagrebu, znanstveni savjetnik

ANKICA KIRIN, doktor fiz.nauka, docent Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni suradnik

ANTON TONEJC, doktor fiz.nauka, docent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni suradnik

DRAGAN KUNSTELJ, doktor fiz.nauka, asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni asistent

MIRKO STUBIČAR, magistar fiz.nauka, asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni asistent

ANDJELKA TONEJC, magistar fiz.nauka, asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni asistent

VJEKOSLAV FRANETović, magistar fiz.nauka, asistent Farmaceutskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni asistent

OGNJEN MILAT, magistar fiz.nauka - znanstveni asistent

Tehnički suradnici:

VILIM LEPČIN, viši tehn.suradnik

DARINKA COC-ŠTOKIĆ, viši tehn.suradnik

Pregled istraživačkog rada

1. Istraživanje strukturnih i fizičkih svojstava metala i metastabilnih slitina

1.1. Istraživanje kristaličnih metala i metastabilnih metalnih slitina s aluminijskom bazom

Strukturne transformacije metastabilnih slitina, te promjene fizičkih svojstava koje su prouzrokovane tim transformacijama činile su veći dio istraživanja u Odjelu fizike metala I. Posebna pažnja obrađena je i čistom aluminiju, koji je tvorio matičnu komponentu niza istraživanih slitina.

U brzo kaljenom čistom aluminiju provedena je statistička analiza raspodjele veličine zrna. Jednodimenzionalna funkcija raspodjele veličine zrna u aluminijskim uzorcima kaljenim iz tekućeg stanja, kao i njena ovisnost o uvjetima čuvanja uzoraka, istraživani su metodama elektronske mikroskopije (vidi popis radova 5). U suprotnosti s dosad publiciranim radovima, dobiveno je izvanredno dobro slaganje s teorijskom funkcijom raspodjele veličine zrna, to jest s logaritamsko-normalnom raspodjelom. U radu je razmatrana i efikasnost, odnosno brzina kaljenja, kao i reproducibilnost rezultata.

U slitini Al-3,6 at% Ni detaljno je ispitan tijek dozrijevanja čvrste otopine pri kojem se javljaju metastabilne faze. Postavljen je model precipitata koherentnih faza koje se pojavljuju u aluminijskoj rešetci, te određena relacija orijentacije precipitata u odnosu na matricu. Polje distorzije aluminijske rešetke u okolini precipitata istraženo je eksperimentalno i računski. Simulacija kontrasta oko pločastih precipitata računskim strojem znatno je pomogla interpretaciji elektronskih mikrografija.

U slitini Al-0.26at%Sn promatranjem rasta sfernih precipitata određen je koeficijent difuzije i aktivacijska energija difuzije kositra u aluminiju. U istoj slitini uočena je i analizirana pojava sraslaca, te proces taljenja i skrućivanja kositra na povišenim temperaturama.

U ternarnoj slitini Al-3.6at% Ni - 0.26at% Sn utvrđena je veća gustoća precipitata u odnosu na navedene binarne slitine. U svim slitinama

mjerene su mikrotvrdoće i njihove promjene objašnjene razvojem precipitata.

Istraživanje strukturnih promjena navedenih aluminijskih slitina sadržaj je disertacije D.Kunstelja (vidi popis radova 14.)

1.2. Istraživanje Moiré pruga

Pri istraživanju η -faze u slitinama aluminij-nikal opažene su u elektronsko-mikroskopskim slikama pruge na precipitatima, pa je započeto istraživanje njihovog porijekla. Utvrđeno je da su to Moiré pruge. Primenjena je dinamička teorija difrakcije elektrona na troslojni kristal kod kojeg srednji sloj ima različitu strukturu. Poznata je pojava da kod dvoslojnog kristala s razmacima medju mrežnim ravninama d_1 i d_2 pruge uvijek imaju razmak $D = d_1 d_2 / |d_1 - d_2|$ i sinusnu raspodjelu intenziteta poprečno na (profil) pruge bez obzira na kontrast i položaj pruga. Kod troslojnog kristala profil intenziteta ni izdaleka nije tako pravilan. Samo u specijalnim slučajevima profil je sinusnog oblika periode D . Općenito svjetle i tamne pruge ne moraju biti jednake širine, šire pruge mogu imati strukturu (pojava subsidijarnih ekstrema u periodičkoj funkciji intenziteta). Posebno je zanimljivo da se pod određenim uvjetima mogu javiti i pravilne pruge razmaka $D/2$. Teorijski su razradjeni difrakcijski uvjeti za pojedine aspekte pruga, a utjecaj anomalne apsorpcije je proučavan iz kompjuterom izračunatih profila.

Da se eksperimentalno provjere rezultati teorije, u suradnji s dr Marinkovićem (Institut "Jožef Stefan") priredjen je uzorak neparivanjem tri epitaksijska sloja SnTe-Sn-SnTe unaprijed zadanih debljina te je pažljivim elektronsko-mikroskopskim istraživanjem u IFS-u uspjelo pokazati sve tipove pruga koje predvidja teorija.

Po teoriji, morao bi se mijenjati profil intenziteta i uzduž pruga ako precipitat ima oblik diska \perp osi paralelnom površini kristala. Učinjen je program za kompjutersku simulaciju ove pojave, ali na elektronsko-mikroskopskim slikama ta pojava nije jasno uočljiva zbog ograničene moći razlučivanja. Zbog tog će se na tome još raditi; takodjer je od interesa da se izvrši amplitudna-fazna analiza pojave. Rad će uskoro biti priredjen za publikaciju.

1.3. Utjecaj strukturnih promjena na mehanička i magnetska svojstva kobaltnih slitina

Nastavljeno je istraživanje slitina s bazom kobalta. Zbog tehnološkog značaja kobaltovih slitina (kobalt je osnovna komponenta tzv. "tvrdih metala"), taj je rad pobudio interes u radnim organizacijama "Sintal" i "R.Končar". Tako su u "Sintal-u" pripremani konsolidirani uzorci praha kobalta i smjesa Co/WC, a dva istraživača iz RO "Rade Končar" sudjelovala su u radu na zadatku "Fizika metala" u okviru projekta "Sirovine, materijali i proizvodni procesi" (Projekt 1).

Ranijih godina uspjelo je brzim kaljenjem pomoću levitacijskog uređaja otopiti u kobaltovu maticu do 30 tež.% WC. Klasičnim kaljenjem taj je postotak bio upola manji. Značaj povećanja čvrste topljivosti monokarbida volframa u kobaltu ogleda se u svojstvima dobivenih slitina. Mjerenja mikrotvrdoće dobivenih ultrabrzo kaljenih slitina, u ovisnosti o sastavu slitine, pokazuje da mikrotvrdoća raste s koncentracijom volfram karbida. Ona iznosi za najveću metastabilnu čvrstu topljivost oko 8850 MPa, što je oko dva puta veća vrijednost od one koju imaju konsolidirani uzorci iste koncentracije. Mehanička kakvoća tvrdih metala ocjenjuje se dobrim dijelom i na temelju tvrdoće metala, pa je ovaj rezultat zaista značajan.

Osim mehaničke tvrdoće promijenila se značajno i magnetska tvrdoća. Mjera za magnetsku tvrdoću je koercitivno polje. Prema klasičnoj teoriji feromagnetizma koercitivno polje ovisi o magnetoelastičnim interakcijama između vektora magnetizacije i polja vlastitih (unutrašnjih) napetosti u uzorku. Unutrašnje napetosti potječu većim dijelom od rezidualnih napetosti uvedenih pri plastičnoj deformaciji polikristalnog agregata, a kod čvrstih otopina mogu ih izazvati ugradjeni atomi i njihove aglomeracije. Detektiramo ih i mjerimo iz pomaka i proširenja difrakcijskih linija. Naši eksperimenti su pokazali da se promjene unutrašnjih napetosti mogu rastumačiti istovremenim djelovanjem dvaju efekata. Prvi je porast unutrašnjih napetosti prouzročen ugradnjom volframa u rešetku kobalta, što potvrđuje porast tvrdoće. Drugi efekt je prouzrokovan magnetostrikcijom, koja s rastućom koncentracijom volframa pada, jer je volfram paramagnetičan. Pri koncentracijama većim od

15 tež.% WC prvi faktor, tj. faktor izazvan unutrašnjom napetošću postaje dominantan, te koercitivno polje raste.

Istraživanje kobaltnih slitina čini dio disertacije D. Duževića (vidi popis radova br.13).

Mjerenje unutrašnjih napetosti omogućuju metode rendgenske difrakcije. Proširenje difrakcijske linije ovisi o svim nesavršenostima kristalne rešetke. Tu se ogleda i utjecaj veličine kristalita i pogrešaka u slaganju mrežnih ravnina i distorzija kristalne rešetke, odnosno utjecaj unutrašnjih mikro-napetosti rešetke. Nastavljaju se analize čistog difrakcijskog profila koje će omogućiti odvajanje i izračunavanje različitih efekata.

1.4. Istraživanje brzo kaljenih slitina s bazom srebra

U slitinama srebro-kositar raznih koncentracija, brzo kaljenim iz tekuće faze, utvrđene su intrinzične i ekstrinzične pogreške, kao i pogreške u slaganju. Analize su provedene izračunavanjem čistih difrakcijskih profila, a utjecaji veličina čestica i unutrašnjih napetosti na širenje linija razdvojeni su primjenom Warren-Averbachove metode i metode pojedinačnog profila.

Rendgenografska mjerenja nadopunjena su elektronsko-mikroskopskim ispitivanjima, te su utvrđene velike gustoće dislokacija. U idućoj godini predviđa se završetak tih istraživanja.

1.5. Istraživanje amorfnih slitina

Već je u prošlogodišnjem izvještaju navedeno da je amorfnu fazu $Zr_{.76}Fe_{.24}$ dobivena u vrlo tankim dijelovima ($< 1 \mu m$) brzo kaljenih slitina. U ovoj godini nastavljeno je ispitivanje strukture kao i ranih stadija kristalizacije te slitine. Nakon kaljenja ta je slitina topološki nesredjene strukture s udaljenošću prvih susjednih atoma od 0.28 nm. Žarenjem slitine u grijaču elektronskog mikroskopa utvrđeno je da je amorfnu fazu stabilnu do $350^{\circ}C$. Iznad te temperature ona kristalizira poprimajući niz metastabilnih faza. Amorfnu fazu prelazi najprije u kubičnu (nesredjenu FCC) rešetku s parametrom od 0.54 nm. Sredjivanjem Zr i Fe atoma stvara se zatim superstruktura tipa $L1_2$. Početno sredjivanje nastupa u mikrodomenama koje su međusobno odijeljene antifaznim granicama, a koje se stvaraju pomicanjem Zr i Fe atoma u 100 ravninama, za

polovicu parametra rešetke, u smjerovima 110. Daljnjom transformacijom nastaju kristali sraslaci. Ispitivanje tijekom kristalizacije te slitine se nastavlja. Metodom mjerenja mikrotvrdoće istraživana je i stabilnost amorfne slitine na osnovi Fe-Ni u širokom opsegu njihovog sastava, kao i u temperaturnom intervalu od 30 do 1000°C (vidi popis radova 1). Uzorci su dobiveni kaljenjem slitine zadanog sastava iz tekućeg stanja. Tijekom procesa popuštanja i žarenja zapažena su dva maksimuma u mikrotvrdoći: ispod i iznad temperature kristalizacije. Oba maksimuma uzrokovana su strukturnim promjenama koje su djelomično rastumačene metodama rendgenske difrakcije.

2. Strukturna istraživanja spoja $(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ i superionskih vodiča $(\text{Cu}_{2-x}\text{Se})$

Odredjene su faze, parametri rešetke i linearni koeficijenti termičkog rastezanja u sistemu $(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ ($1 \geq x \geq 0$), u temperaturnom području između sobne temperature i tališta. Ustanovljeno je da se navedeni spoj javlja u modifikaciji cinkblende (kubični ZnS) u vrlo širokom području koncentracija kad su uzorci ugrižani iznad određene kritične temperature. Koeficijent termičkog rastezanja ovisi o koncentraciji galija i ukazuje da se kristalna struktura sastoji iz međusobno paralelnih slojeva okomitih na os c. Na temelju dobivenih rezultata konstruiran je i fazni dijagram navedenog spoja.

Niskotemperaturna faza Cu_{2-x}Se ($0 \leq x \leq 0.020$) karakterizirana je složenom superstrukturuom. Difrakcijska slika sastavljena je od jakih (osnovnih) refleksa (karakterističnih za FCC strukturu s parametrom od 0.580 nm) i dva tipa superrefleksa (karakterističnih za superstrukturu koja još nije identificirana).

Elektronsko-mikroskopska ispitivanja su pokazala da se prijelaz u visokotemperaturnu fazu kod sastava $\text{Cu}_{1.995}\text{Se}$ očituje iščezavanjem jednog tipa superrefleksa i istovremenom pojavom difuznog kolobara u difrakcijskoj slici kod temperature od oko 100°C. Osnovni refleksi se ne mijenjaju, dok superrefleksi drugog tipa postaju slabiji. Ovakvo ponašanje karakterizira prijelaz tipa red-nered.

Kod sastava $\text{Cu}_{1,981}\text{Se}$ uočena je pojava isčezavanja prvog tipa super-refleksa već kod temperature od oko 50°C bez pojave difuznog kolobara. Kolobar se pojavljuje u difrakcijskoj slici pri temperaturama iznad 80°C , kada difrakcijska slika postaje slična onoj kod sastava $\text{Cu}_{1,995}\text{Se}$. Ovakvo ponašanje ukazuje da prije prijelaza tipa red- nered dolazi do izvjesnih promjena, pri većem odstupanju od stehiometrije, koje će se pokušati objasniti pojačanom dinamikom kationskog podsistema, tj. pretežnim zaposjednućem položaja, odnosno ravnina, odgovornih za drugi tip superrefleksa.

Rendgenska ispitivanja spoja Cu_{2-x}Se su pokazala da se prijelaz između "normalne" α -faze i "superionske" β -faze odvija preko dvofaznog α - β područja. Dvofazno područje je najuže ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) za nominalnu koncentraciju Cu_2Se . Rad se nastavlja.

Tiskani radovi i radovi u tisku:

- 1) M.Stubičar: Microhardness characterization of stability of Fe-Ni base metallic glasses, J.Mat.Sci.14(1979)1245.
- 2) S.Popović, A.Tonejc, B.Gržeta-Plenković, B.čelustka and R.Trojko, Revised and new crystal data for indium selenides, J.Appl.Cryst.12 (1979) 416.
- 3) A.M.Tonejc and A.Bonefačić, X-ray line broadening study of splat-quenched Ag-Sn alloy, J.Mat.Sci., prihvaćeno u tisak.
- 4) V.Franetović, O.Milat, D.Ročak and A.Bonefačić, Quenching efficiency of some splat-cooling devices, J.Mat.Sci.14(1979)498.
- 5) V.Franetović, M.Stubičar and A.Bonefačić, Electron-microscopic study of grain size distribution function in splat-cooled aluminium, J.Mat.Sci., prihvaćeno u tisak.

Sudjelovanje na konferencijama (s tiskanim radovima)

- 6) V.Franetović, M.Stubičar and A.Bonefačić, Logarithmic normal behaviour of grain sizes in splat-cooled aluminium, Zbornik radova: III Congresso Italo-Iugoslavo, Parma 29.5.-1.6.1979, p.155. Izdavač:Assoziacione Italiano di Cristallografia, Parma,1979.
- 7) A.M.Tonejc and A.Bonefačić, Errors arising from the utilisation of different standards and different background levels in an X-rax study of Ag-8.2%Sn alloy, Zbornik radova III Congresso Italo-Iugoslavo, Parma 29.5.-1.6.1979, p.167. Izdavač: Assoziacione Italiano di Cristallografia, Parma,1979.
- 8) D.Kunstelj and O.Milat, Morphology of structure transformations upon crystallization of a binary amorphous alloy, Zbornik radova III Congresso Italo-Iugoslavo, Parma, 29.5.-1.6.1979.,p.175. Izdavač: Assoziacione, Italiana di Cristallografia,Parma,1979.
- 9) O.Milat and D.Kunstelj, Early stages of crystallization of the amorphous Zr-Fe system, Zbornik radova,III Congresso Italo-Yugoslavo, 29.5.-1.6.1979, p.176, Izdavač:Assoziacione Italiano di Cristallografia,Parma, 1979.
- 10) A.Tonejc, S.Popović and B.Gržeta-Plenković, Phases, lattice parameters and thermal expansion of $(\text{Ga}_x\text{Sn}_{1-x})_2\text{Se}_3$ between room temperature and melting point, Zbornik radova, III Congresso Italo-Yugoslavo,Parma, 29.5.-1.6.1979, p.161,Izdavač: Assoz.Italiana di Cristallografia,Parma,1979.
- 11) S.Popović, A.Tonejc and B.Gržeta-Plenković, New crystal data for indium selenide, In_2Se_3 ,Zbornik radova,III Congresso Italo-Yugoslavo, Parma,19.5.-1.6.1979,p.157
- 12) A.Kirin i D.Dužević, Utjecaj strukturnih promjena na magnetska svojstva kobaltnih slitina, Skopje 11-13.6.1979.,Zbornik referata,Bilten XVI, Izdavač: Univerzitet u Skoplju, u tisku.

Doktorski radovi

- 13) D. Dužević, Fizikalna istraživanja brzo kaljenih slitina sistema aluminij-nikal i kobalt-karbid volframa, Disertacija, PMF, Zagreb, 1979.
- 14) D. Kunstelj, Istraživanje strukturnih promjena pri dozrijevanju nekih brzo kaljenih slitina, Disertacija, PMF, Zagreb, 1979.

Diplomski radovi

- 15) J. Šubić; Postavljanje visokotemperaturne komore "HTK10" na difraktometar i promatranje faznog prijelaza $\alpha \rightleftharpoons \beta$ u sistemu Cu_2Se , PMF, Zagreb, 1979.
- 16) I. Jeren: Metode preciznog odredjivanja parametra ćelije kristala, PMF, Zagreb, 1979.

ODJEL FIZIKE METALA II

Rukovodilac odjela:

BORAN LEONTIĆ, doktor fiz.nauka, red.profesor PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - znanstveni savjetnik

Znanstveni suradnici

EMIL BABIĆ, doktor fiz.nauka, izv.profesor PMF-a Sveučilišta u
Zagrebu - v.znan.suradnik

JOHN COOPER, doktor fiz.nauka - znanstveni suradnik

DANIJEL DJUREK, doktor fiz.nauka - znan.asistent

KATICA BILJAKOVIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

AMIR HAMZIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

BOJANA KORIN, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik

RUDOLF KRSNIK, doktor fiz.nauka, asist.PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
- znan.asistent

ŽELJKO MAROJNIĆ, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik

MARKO MILJAK, magistar fiz.nauka - znan.asistent

JAGODA LUKATELA, magistar fiz.nauka - znan.asistent

MIROSLAV OČKO, magistar fiz.nauka - asist.VA KoV - znan.asistent

JASNA B.-RUBČIĆ, doktor fiz.nauka, docent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
znanstveni suradnik

ANTUN RUBČIĆ, doktor fiz.nauka, asist.PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
znanstveni asistent

MLADEN PRESTER, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik

SILVIA TOMIĆ, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik

IGOR ZORIĆ, doktor fiz.nauka, zn.asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
znanstveni asistent

Tehnički suradnik:

MILAN SERTIĆ, v.tehn.suradnik

Pregled istraživačkog rada

1. Fizika metala

1.1. Amorfne slitine

Amorfne slitine a posebno amorfni feromagnetni imaju znatnu mogućnost praktične primjene. To potvrđuju činjenice da tri istaknute tvrtke već komercijalno proizvode amorfne magnetske trake te da su najveća ulaganja u ta istraživanja upravo u industrijski najrazvijenijim zemljama. Amorfne slitine su međutim vrlo značajne i sa čisto znanstvenog stanovišta a šira praktična primjena amorfni slitina ovisiti će uglavnom omjeri do koje su njihova fizikalna svojstva dostupna analizi fizikalnim metodama.

Zbog toga su naša istraživanja pretežno usmjerena na magnetske amorfne slitine te specifičnosti amornog magnetizma u odnosu na onaj u kristalnim slitinama. Istraživanja su vršena korištenjem gotovo svih "makroskopskih" tehnika (električna otpornost, magneto-otpor, Hallov efekt, magnetizacija, termoelektromotorna sila i specifična toplina a uskoro se predviđa i uvođenje toplinske vodljivosti). U suradnji sa Centralnim institutom u Budimpešti i Univerzitetom u Groningenu istraživana su i neka "mikroskopska" svojstva (NMR i Mössbauerov efekt). Istraživanja su proširena i na toplinsku ekspanziju koja je mjerena u Sarajevu u suradnji s tamošnjim institutom.

Proučavani su pretežno amorfni feromagnetski sistemi tipa $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{20}$ i $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{P}_{14}\text{B}_6$ a u toku su istraživanja $(\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x})_3\text{B}$, $\text{Fe}_{1-x}\text{B}_x$, $\text{Fe}_{80-x}\text{Si}_{20-x}$ i $\text{Fe}_x\text{Ni}_{80-x}\text{B}_{18}\text{Si}_2$ slitina. Također je započeto ispitivanje nekih nemagnetskih slitina od kojih su posebno važne one tipa metal-metal kao napr. NbNi, CuZr i ZrFe. Amorfne trake su dijelom proizvedene na institutu a dijelom dobivene od laboratorija s kojima suradjujemo. Rezultati istraživanja su (ili će biti) detaljnije opisani u publikacijama pa ovdje navodimo samo ukratko glavne rezultate ovogodišnjeg i ranijeg rada na tom području.

a) Priroda magnetizma u amorfnim slitinama

Dosadašnja istraživanja kritičnog ponašanja amorfnih feromagneta ukazuju da strukturni nered vjerojatno ne utječe bitno na prirodu feromagnetskog prijelaza. Medjutim postoje znatne razlike u kritičnom ponašanju slitina sa različitim metaloidima (P,B,Si) ili sa njihovim različitim kombinacijama, što ukazuje da "kemijsko" uredjenje kratkog dosega ima vjerojatno odlučujući utjecaj na magnetizam amorfnih slitina. Započeto je istraživanje amorfnih slitina u području koncentracija gdje magnetizam isčezava (granica perkolacije) no rezultati još ne omogućavaju konkretniji zaključak. Što se tiče "pravih" feromagneta po prvi put je pokazana približna proporcionalnost između magnetske specifične topline i temperaturnog koeficijenta otpora u blizini Curieove temperature što podržava zaključak o manjoj važnosti strukturnog nereda u pogledu kritičnog ponašanja. Također su prvi puta dobivene točne vrijednosti kritičnog eksponenta α za tri amorfne slitine. Transportna svojstva na temperaturama znatno ispod Curieove ukazuju na snažan doprinos magnetskih pobudjenja (spinskih valova) električnom otporu što se manifestira u izrazitoj $T^{3/2}$ ovisnosti otpora na nižim temperaturama. Primjećujemo da takva temperaturna ovisnost magnetskog doprinosa otporu je uzrokovana neuredjenošću sistema te se ne javlja u uredjenim metalima i slitinama. Takav doprinos električnom otporu amorfnih feromagneta nije do sada bio uočen, a pripisan je nekoherentnim raspršenjima elektrona na magnonima u neuredjenoj tvari.

b) Priroda minimuma u električnom otporu amorfnih slitina

Novi istraživanja ukazuju da niskoenergetska tunelirajuća stanja vjerojatno nisu uzrok minimuma u električnom otporu koji se javlja u većini amorfnih slitina. Problem minimuma u otporu je posebno interesantan jer on ukazuje na nedovoljno razumijevanje transporta u neuredjenoj tvari. Problemu smo prišli na dva načina, sistematskim mjerenjima čitavih nizova legura (od kojih su posebno značajne $Fe_{1-x}B_x$) te kontroliranom kristalizacijom jedne slitine za koju je prijelaz iz amorfne u konačno (stabilno) kristalno stanje prilično dobro poznat. Pritom su korištene i rendgenska difrakcija i Mössbauerov efekt. Pored opsežnih istraživanja zasad nije moguće ustanoviti pravo porijeklo minimuma u otporu. Naša istraživanja

medjutim ukazuju da se najvjerojatnije radi o složenoj pojavi i strukturnog i magnetskog porijekla te da vjerojatno jedinstveni uzrok te pojave ni ne postoji.

c) Istraživanja nemagnetskih amorfnih slitina

Radi potpunijeg razumijevanja amorfnih feromagneta proučavane su i neke nemagnetske amorfne slitine. Posebno detaljno je istraživana amorfna $\text{Ni}_{80}\text{P}_{14}\text{B}_6$ slitina koja nije magnetska već paramagnetska. Nađeno je da je ta legura nešto pojačani Pauliev paramagnet što je pripisano utjecaju metaloida. Samosuglasni rezultati su dobiveni mjerenjem magnetske susceptibilnosti termoelektromotorne sile i električnog otpora. Posebno zanimljive su metal-metal amorfne slitine od kojih je zasad istraživana samo $\text{Zr}_{76}\text{Fe}_{24}$. Primijećeno je da ta slitina ima relativno visoku temperaturu supravodljivog prijelaza ($T_c \approx 1.5$ K) dok je ponašanje električnog otpora s temperaturom donekle slično onom uočenom u rastavljenim slitinama. Dodatne informacije o tim slitinama dati će tok simultana proučavanja električne otpornosti i termoelektromotorne sile. Posebna zanimljivost ovih slitina proizlazi iz mogućnosti da se donekle odvoje utjecaj "amorfnosti" i kemijskog utjecaja metaloida na fizikalne svojstva amorfnih slitina.

d) Utjecaj viška volumena na svojstva amorfnih slitina

Poznato je da amorfno stanje nije jedinstveno već da postoji veliki broj stanja kojima odgovaraju različiti volumeni a ovisna su o uvjetima pripremanja. Naravno te razlike u volumenu (gustoći) utječu i na fizikalna svojstva. U tom pogledu posebno su korisna istraživanja toplinske dilatacije amorfnih slitina. Zbog toga su započeta opsežna istraživanja toplinske ekspanzije na početku spomenutih amorfnih slitina koja se izvode na Institutu u Sarajevu. Pokazalo se da su promjene u volumenu amorfne $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ slitine prije kristalizacije gotovo jednake onima u toku kristalizacije. To ukazuje na ogromnu razliku između stvarne i "idealne" amorfne slitine i pruža mogućnost objašnjenja niza važnih pojava kao što su promjena magnetskih i mehaničkih svojstava amorfnih slitina do kojih dolazi prilikom zagrijavanja na temperaturama znatno ispod temperature kristalizacije. Pokazalo se također da oslobađanje viška volumena nije samo kontinuirani proces već se javlja u

dva aktivirana stupnja od kojih jedan vjerojatno odgovara vakancijama.

1.2. Kristalne slitine

Intenziviran je rad na proučavanju fizikalnih svojstava kristalnih slitina a odnosio se prvenstveno na istraživanje termoelektričnih struja i električnih otpora spinskih stakala i nehomogenih feromagneta.

a) Raniji rezultati istraživanja termoelektričnih struja spinskih stakala (sistemi AuCr i AuMn) su ponovo analizirani. Pokazano je da postoje dvije aditivne komponente u mjerenoj termostruji od kojih je jedna proporcionalna temperaturi i neovisna o spinu te potječe od strukture virtuelnog vezanog stanja i Kondo član koji potječe od spina 3-d atoma. Kada se ti članovi propisno separiraju (što nije ranije učinjeno) tada se magnetski dio može korelirati sa ostalim svojstvima spinskih stakala. Varijacija u nemagnetskom dijelu kroz niz 3-d elemenata može se povezati sa rascjepom virtuelnog vezanog stanja. Da bi se ova slika upotpunila planirana su dodatna mjerenja na CuMn i AgMn slitinama.

b) Detaljno su istraživane električne otpornosti i termoelektrične struje AuFe slitina sa koncentracijama Fe iznad granice perkolacije. Te slitine su na prijelazu iz područja spinskog stakla u područje feromagneta. Interes ovih istraživanja je bio dvojak tj. da se ustanovi ponašanje kristalnih nehomogenih feromagneta i da se to ponašanje usporedi sa onim opaženim kod nekih amorfnih feromagneta. Preliminarna istraživanja ukazuju veliku kvalitativnu sličnost u ponašanju električnog otpora kod feromagnetskih amorfnih i kristalnih slitina. Medjutim postoje i znatne razlike prvenstveno u iznosu doprinosa spinskog nereda električnom otporu a i u temperaturnoj ovisnosti termoelektrične struje. Stoga zasad nije moguće sa sigurnošću ustanoviti da li je porijeklo magnetizma u tim slitinama isto.

1.3. Galvanomagnetska svojstva i termostruje Pd- i Pt- legura

Završena su sistematska istraživanja magnetootpora (u ovisnosti o temperaturi i koncentraciji) legura PdFe, PdCo, PdMn, PtCo i PtFe. Ovi rezultati su dali uvid u postojanje različitih tipova magnetskih uređenja koja postoje u ovim legurama i koja nisu mogla biti ustanovljena direktnim magnetskim mjerenjima.

- PdFe je tipičan feromagnetski sistem i izotropni magnetootpor je proporcionalan broju magnona,
- u PdMn sistemu povećanjem Mn koncentracije dolazi do promjene magnet-skog uredjenja: kvaziferomagnetsko uredjenje za najniže koncentracije prelazi u "spin glass" uredjenje,
- PtCo sistem je jedini od proučavanih sistema u kojem postoji i Kondo efekt koji zajedno s interakcijama medju primjesama dovodi do pojave magnetootpora proporcionalnog s c^2 za najniža polja,
- legure PdCo i PtFe imaju kvalitativno različito ponašanje, karakterizirano naglom promjenom u slabim poljima te saturacijom za više polja. Usporedbom s temperaturnom ovisnošću električnog otpora može se zaključiti da je strogo feromagnetsko uredjenje u ovim legurama narušeno zbog postojanja slabog kristalnog polja.

Anizotropni magnetootpor ovih istih legura pokazao je postojanje lokalnog orbitalnog momenta za neke od primjesa (Co u Pd i Pt, te Fe u Pt, što je u skladu s Hall efektom, ali ne i sa rezultatima za hiperfina polja PtFe sistema).

Izvršena su mjerenja termostruja nekih PdCo i PtFe legura u temperaturnom intervalu do 35K, i time su upotpunjeni već postojeći rezultati. Iako kvantitativno objašnjenje ponašanja termostruje ovih legura još nije potpuno, dobiveni eksperimentalni rezultati pokazuju da se postojanje orbitalnog magnetskog momenta takodjer značajno manifestira u termostruji.

1.4. Heusler legure

Heusler legure su intermetalici u kojima Mn atomi su nosioci dobro definiranog lokalnog momenta i koji medjusobno interagiraju preko elektrona iz vodljive vrpce. Obzirom da Mn ioni nemaju orbitalni moment, ove legure se mogu smatrati čistim spinskim feromagneticima. Istraživana su dva tipa legura: Pd_2MnSn i Ni_2MnSn i prvi puta su izmjereni Hall efekt, magnetootpor i termostruja.

Za stehiometrijsku Pd_2MnSn leguru ($T_c=189$ K) dobiveno je da se koeficijent anomalnog Hallovog efekta naglo mijenja na T_c , a približno konstantni omjer R_S/ρ^2 za $T < T_c$ ukazuje da su dominantni efekti vrpce. Takodjer, termostruja je tipična za klasični feromagnetski sistem. Anizotropni magnetootpor je mali ($\sim 1\%$). Izotropni magnetootpor je na niskim temperaturama (do $\sim 35\text{K}$) pozitivan i približno linearan s poljem, a porastom

temperature mijenja predznak i postaje $\sim H^2$. Porast magnetootpora je najveći na T_C ($\approx 35\%$), a nakon T_C se opet smanjuje. Pretpostavljajući da je uzrok ovakvom dosta neočekivanom ponašanju eventualni nestehiometrijski sastav uzorka, pripremljen je i izmjeren magnetootpor i termostruja jednog Pd_2MnSn uzorka u koji je dodano 2% viška Mn (koji se orijentira antiferomagnetski). Pokazalo se da je za $T > T_C$ ponašanje za oba uzorka isto, da se T_C nije promijenio, da je "anomalno" ponašanje magnetootpora nestehiometrijskog uzorka na niskim temperaturama ostalo kvalitativno isto (iako po apsolutnoj veličini nešto manje), i da se na niskim temperaturama termostruje ova dva uzorka značajno razlikuju.

Očigledno je da je sa dobivenim rezultatima otvoreno niz novih pitanja, te je ova istraživanja potrebno nastaviti. Takodjer su potrebna detaljnija istraživanja električnog otpora u okolini T_C , kao i na najnižim temperaturama, jer otpor pokazuje temperaturnu ovisnost koja nije karakteristična za klasične feromagnetske sisteme. U slučaju Ni_2MnSn legure (za koju su do sada izmjereni električni otpor i termostruja u okolici T_C) potrebno je izvršiti i sistematska magnetska mjerenja.

2. Fizika nemetala

2.1. Jednodimenzionalni vodiči

Jednodimenzionalni vodiči i dalje zauzimaju veliku pažnju fizičara čvrstog stanja i organskih kemičara u cijelom svijetu. Dva nedavna prodora u tom polju još će više doprinijeti tom interesu: U Danskoj je uspješno sintetizirana klasa kristala tipa $(\text{TMTSF})_2^+ \text{PF}_6^-$ koja pokazuje vodljivosti više od $10^5 (\Omega \text{cm})^{-1}$. Ova vodljivost potječe uglavnom od donorskih (tetrametil tetraselenfulvalen) lanaca. Ispitivanja u Francuskoj pokazala su da ovaj materijal postaje super-vodljiv kod povišenog tlaka i temperature od 0.9K.

Naš rad, kao i u prošlim godinama, odvijao se na području proučavanja magnetske susceptibilnosti i vodljivosti ovih materijala. Krajem godine započeta su i neka druga ispitivanja.

a) Magnetska susceptibilnost

Rezultati eksperimentalnih mjerenja na velikom broju materijala objavljeni su u opširnom radu koji je predat u štampu. U tom radu posebna pažnja je poklonjena niskotemperaturnoj magnetskoj susceptibilnosti. Ovo područje je

dalje ispitivano u $Qn(TCNQ)_2$ i n-propil $Qn(TCNQ)_2$ gdje su defekti i spinska koncentracija sistematski povećani neutronskim ozračavanjem u reaktoru u Budimpešti. Nastavlja se analiza djelovanja zračenja na fazne prelaze u ovom drugom materijalu, što je vidljivo iz mjerenja susceptibilnosti. Rezultati prijašnjih mjerenja susceptibilnosti na TMTSF-DMTCNQ u kojem je Peierlsov prelaz suprimiran i visoko vodljivo stanje stabilizirano tlakom objavljeni su zajedno s mjerenjima ovisnosti tlaka na magnetsku susceptibilnost izvršenih u Bochumu. Nadjeno je da je slabi anomalni diamagnetizam pojačan tlakom i postaje sličan onom u HMTSF-TCNQ.

U drugoj polovini godine pokusi na susceptibilnosti su prekinuti i prešlo se na rekonstrukciju uređaja da bi se poboljšala kontrola temperature i olakšalo rukovanje opremom.

b) Električna vodljivost

Obzirom na veliku količinu postojećih podataka o vodljivosti dio napora posvećen je ove godine problemu teorijskih modela vodljivosti. U suradnji s prof. G.J.Morganom iz Univerziteta u Leeds-u (Vel.Britanija) koji je proveo u Institutu 3 mjeseca korišten je jednostavni model dviju vrpca da bi se procijenila električna otpornost koja nastaje putem elektron-elektron raspršenja u ovim materijalima. Rezultati ukazuju da bi ovaj model davao T ovisnost o temperaturi i vrijednosti oko 10 puta manje od mjerenih. Dakle navedeni mehanizam vjerojatno nema dominantnog utjecaja na proučavanim materijalima kod normalnih tlakova ma da na višim tlakovima gdje otpornost pada taj utjecaj može biti od značaja.

Ispitivani su i drugi modeli kod kojih se otpornost zasniva na tome da elektroni zaobilaze raspore u lancima time da tuneliraju u obližnje lance. Ovaj rad doveo je do potrebe daljnjih eksperimentalnih zahvata kao napr. mjerenje transverzalne vodljivosti što je sada u toku. Ovaj rad takodjer je vezan uz ispitivanja niskotemperaturne magnetske susceptibilnosti.

c) Ostala ispitivanja na organskim vodičima

Krajem godine poduzeta su u suradnji s Odjelom fizike metala I mjerenja mikrotvrdoće na nizu ozračenih uzoraka n-propil $Qn(TCNQ)_2$. Našlo se da nivo defekata od 1% povećava vrijednosti ove veličine za faktor od dva.

Rad je takodjer započet na ispitivanju magnetootpora HMTSF-TCNQ. Rad je u toku da se ustaovi kutna ovisnost magnetootpora što bi vodilo do saznanja

o elektronskoj vrpčanoj strukturi kao i o mogućem povećanju (nasuprot očekivanom smanjenju) temperature Peierlsovog prelaza u magnetskom polju.

d) Kalorimetrijska mjerenja

Mjerena je specifična toplina na kvazijednodimenzionalnom vodiču KCP i potvrđen je raniji rezultat da se fazni prijelaz nalazi na temperaturi od oko 120K. Ostalo je da se objasne razlike prema rezultatima grupe Kaghoshima u Japanu.

Mjeren je specifični toplinski kapacitet na kvazijednodimenzionalnom vodiču NbSe_3 . Pronadjene su veoma slabe anomalije specifične topline na temperaturama od 143K i 57K. Anomalija specifične topline na temperaturi od 145K je popraćena anomalijom termičke vodljivosti. Na tom prijelazu je pronadjena i latentna toplina kada se uzorak veoma sporo hladi. Težište razvoja tehnike mjerenja je prebačeno na istraživanje mogućnosti pouzdanog razlikovanja doprinosa specifičnog toplinskog kapaciteta i termičke vodljivosti anomalijama koje se primijećuju. U relaksacionoj kalorimetriji ta dva doprinosa veoma teško je razlikovati i razradjuju se metode kako bi se tu učinio odredjen napredak.

Završen je uređaj za automatsku akviziciju podataka i rad je pripremljen za štampu.

U okviru primjene fizike je studirana feroelektrična rezonancija kod PZT keramike u ovisnosti o utjecaju elektrostatskog polinga. Nadjeno je da postoji direktna veza izmedju širine rezonancije i napona koji se primjenjuje kod polinga. Rad će biti publiciran.

e) Ispitivanje fenomena pri promjenama agregatnog stanja

Nastavljeno je proučavanje faznih prijelaza čvrsto-tekuće, posebno tvari sa sfernim i linearnim molekulama. Uočena je odredjena korelacija izmedju entropije prijelaza i pripadne promjene volumena, uključujući i taljenje na visokim pritiscima. To je omogućilo, da se entropija prijelaza razdvoji u pojedinačne doprinose, koji odgovaraju posebno specificiranim procesima, na način koji dosad nije dan u literaturi. Razradjeno je moguće teorijsko objašnjenje razlučenih doprinosa entropiji taljenja, što je i objavljeno.

U toku je ispitivanje i kompleksnijih organskih tvari. Posebna pažnja posvećena je proučavanju normalnih parafina sa mogućim intramolekularnim promjenama u tekućini. Te konformacijske promjene molekula uzrokuju dodatni entropijski doprinos taljenju, koji je u literaturi na više načina teorijski

razmatran, ali nije dobiveno slaganje s vrijednostima izvedenim iz eksperimentalnih podataka. Istražuje se odgovarajuća, što općenitija, particiona funkcija za proračun relevantnih termodinamičkih veličina.

Takodjer je, u svrhu ispitivanja faznih prijelaza, teorijski razradjena nova metoda mjerenja specifičnih toplinskih kapaciteta, slabo termički difuzivnih uzoraka, pomoću standardnog sistema diferencijalne termalne analize (DTA). Umjesto da se koristi uobičajeno kao skanirajući instrument, primijenjeno je uzastopno diskretno povećanje temperature uzorka pri čemu je ispitivanje praktički izotermno. Rezultati preliminarnih mjerenja ovom metodom na standardnim uzorcima komercijalnim DTA sistemom (izvršenih u Odjelu fizike poluvodiča) pokazali su odlično slaganje s poznatim ovisnostima toplinskog kapaciteta o temperaturi ispitivanog faznog prijelaza. Rezultati su ukazali na nove mogućnosti ove metode i povećanu točnost mjerenja u odnosu na standardni DTA postupak. Daljnja eksperimentalna razrada je u toku.

3. Razvoj tehnika

Završeni su svi mehanički dijelovi uređaja za ultrabrzo kaljenje i aparatura se nalazi u stadiju montaže. Radovi na radiofrekventnom grijaču takodjer ulaze u završnu fazu. Vakuumska komora priprema se za pokusno ispitivanje.

U prvim fazama upotrebe planira se izrada nekih novih metalnih stakala a zatim će se pokušati proizvesti i neke nove poluvodičke sisteme.

Privodi se kraju i montaža nove argonske lučne peći za proizvodnju master legura. Pokusni pogon peći predviđen je za prvu polovinu 1980.g.

Objavljeni radovi

1. E.Babić, Ž.Marohnić, F.Hajdu, M.Tegze i I.Vincze, Resistivity minima in amorphous and crystalline $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$ alloys, Sol.State Commun., 29(1979)175
2. Ž.Marohnić, K.Šaub, E.Babić and J.Ivkov, Resistivity variation near the critical temperature in some NiFe based amorphous alloys, Sol.State Commun., 30(1979)651
3. A.Rubčić and J.Baturić-Rubčić, On the Fusion of Liquids with Spherical- and Linear-like Molecules, Phys.Lett. 72A, No.1, (1979), 27-30.
4. D.Hardebusch, N.Gerhardt, J.S.Schilling, K.Bechgaard, M.Weger, M.Miljak and J.R.Cooper, The Magnetic Susceptibility of TMTSF-DMTCNQ under pressure, Solid State Comms. 32, 1151(1979)

Radovi prihvaćeni za tisak

5. E.Babić, Ž.Marohnić, M.Očko, A.Hamzić, K.Šaub, B.Pivac, Transport properties of Fe-Ni glasses, J.of Mag.and Magn.Mat.
6. E.Babić, B.Fogarassy, T.Kemeny, Ž.Marohnić i K.Šaub, Curie point anomalies in metallic glasses, J.of Mag.and Magn.Mat.
7. A.Kuršumović, E.Girt, E.Babić, M.Mjuhović and B.Leontić, The investigation of structural relaxation of $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$ metallic glass by the thermal dilatation measurements, J.Non-Cryst.Solids
8. E.Babić, The Electrical Properties of Amorphous Materials, pozv.predav. V Int.Symp.High Purity Materials in Sci.and Techn.Dresden (1980)
9. J.R.Cooper, L.Nonveiller, P.J.Ford and J.Mydosh, Thermopover of concentrated Spin-glasses revisited, J.of Mag.and Magn.Mat.
10. S.Senoussi, A.Hamzić and I.A.Campbell, The Influence of Magnetic Ordering on the Resistivity of PdMn Alloys, J.Phys.F: Metal Physics
11. A.Fert and A.Hamzić, Hall Effect from Skew Scattering by Magnetic Impurities, biti će objavljeno u knjizi posvećenoj 100-godišnjici Hallvog otkrića, Baltimore, USA (1980)
12. M.Miljak, B.Korin, J.R.Cooper, K.Holczer and A.Janossy, Low Temperature magnetic susceptibility of quasi one-dimensional conductors, Journal de Physique

Saopćenja na konferencijama:

13. A.Hamzić, S.Senoussi, I.A.Campbell and A.Fert, Orbital Magnetism of Transition Metals Impurities in Platinum, bit će objavljeno u JMMM (1980), (ICM 79)
14. E.Babić, Ž.Marohnić, M.Očko, A.Hamzić, K.Šaub and B.Pivac, Transport Properties of Fe-Ni Glasses, bit će objavljeno u JMMM (1980). (ICM 79)
15. M.Miljak, B.Korin, J.R.Cooper, K.Holczer, A.Janossy and G.Grüner, Low Temperature magnetic susceptibility of some quasi one-dimensional organic conductors, Procs.Int.Magn.Conf.,Munich,Sept.1979,JMMM.1980.

Stručni radovi:

16. E.Babić, Metalna stakla - materijali budućnosti?
Matematičko-fizički list, Zagreb (1980) bit će publ.

ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA

Rukovodilac odjela:

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

Znanstveni suradnik:

VALERIJA PAIĆ, doktor medic. nauka, izv. profesor u.m. - viši znan. surad.

Tehnički suradnik:

VILKO PETROVIĆ, viši tehn. suradnik

Pregled istraživačkog rada

Veza između faznih prijelaza i optičkih spektara apsorpcije živa (II) jodida.

Relativni spektri difuzne refleksije mikrokristaliničnog HgI_2 praška učinjeni su između 15000 cm^{-1} i 27000 cm^{-1} valnih brojeva pri temperaturama od 5K do 530 K. Ovi spektri transformirani su u spektre Kubelka-Munk funkcije, $F(R_\infty)$, i smatrani su proporcionalni linearnom koeficijentu apsorpcije.

Crveni tetragonalni HgI_2 , stabilan ispod 400K, dao je tipične spektre apsorpcije poluvodiča. Rub apsorpcije vlada se po Urbachovom pravilu i pomiče se od 18000 cm^{-1} pri 5K do 16250 cm^{-1} pri 400 K. Pomak ruba visokog valnog broja je neznan. Logaritam od $A = f(F(R_\infty))$ do između granica vrpce apsorpcije je linearna funkcija od $1/T$

(osim za dvije točke za $T \leq 10\text{K}$) s koeficijentom smjera $s_{\alpha} = -39$ ($\ln \text{cm}^{-1}$)/ K^{-1} . Samo jedna, α -faza, postoji. Opaženi su eksitonski spektri apsorpcije i emisije kao i jaka vrpca luminiscencije pri 17.860 cm^{-1} pri 5K i 18.700 cm^{-1} pri 80K.

Žuti romboedrički β -HgI₂, stabilan iznad 400K, kaljen je od temperatura iznad 400K na 80K i 5K. Kubelka-Munk spektri određeni su u funkciji rastuće temperature. Rezultati su reverzibilni. U intervalu $5\text{K} \leq T \leq 55\text{K}$ oblik vrpce apsorpcije je veoma približno Gaussov. Širina $\sigma_2 - \sigma_1$, ($\sigma_2 > \sigma_1$), vrpce apsorpcije na polovici visine širi se s T, naročito zbog σ_1 . Visina vrpce apsorpcije raste s T. $\sigma_1 = f(T)$ pokazuje neke posebne točke, koje se veoma jasno vide u funkciji $\ln A = f(1/T)$. $\ln A$ je linearna funkcija, s koeficijentima smjera: $s'' = -2.11$ ($\ln \text{cm}^{-1}$)/ K^{-1} između $5\text{K} \leq T \leq 55\text{K}$, $s' = -176$ ($\ln \text{cm}^{-1}$)/ K^{-1} za $55\text{K} \leq T \leq 400\text{K}$, i $s = -4.226$ ($\ln \text{cm}^{-1}/\text{K}^{-1}$) za $400\text{K} \leq T \leq 532 \text{ K}$. Zaključujemo da ispod 55K postoji metastabilna faza β'' koja prelazi, pri 55K, u metastabilnu fazu β' , koja pri 400K, prelazi u stabilnu fazu β . Eksitonski spektri se nisu pojavili. Ogromne razlike u vrijednostima od s traže razjašnjenje. Postojanje γ -faze je potvrđeno.

Rad, M.Paić, V.Paić: "Veza između faznih prijelaza i optičkih spektara apsorpcije živa(II) jodida", Saopćenje na "1980 Annual Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Soc., Antwerpen, Belgija, april 1980.

ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA

Rukovodilac odjela:

VLADIS VUJNOVIĆ, doktor fiz.nauka - viši znanstveni suradnik

Znanstveni suradnici:

GORAN PICHLER, doktor fiz.nauka - znanstveni suradnik

KREŠIMIR ACINGER, doktor elektro-tehn.nauka - profesor Više škole
za cestovni saobraćaj

VLADIMIR RUŽDJAK, doktor fiz.nauka - znanstveni asistent Opservatorija
Hvar Geodetskog fakulteta

MLADEN MOVRE, magistar fiz.nauka - znanstveni asistent

ČEDOMIL VADLA, magistar fiz.nauka - znanstveni asistent

DALIBOR VUKIČEVIĆ, magistar fiz.nauka - znanstveni asistent

VLADIMIR LOKNER, dipl.ing.fiz.- struč.suradnik

DAMIR VEŽA, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik

NAZIF DEMOLI, dipl.ing.fiz: struč.surad.-pripr.

KREŠIMIR PAVLOVSKI, stručni suradnik Opservatorija Hvar

Tehnički suradnik:

ZDENKO VOJNOVIĆ, v.tehn.suradnik

Pregled istraživačkog rada:1. Rezonantna interakcija atoma i širenje spektralnih linija vlastitim pritiskom

Eksperimentalna i teorijska istraživanja širenja spektralnih linija vlastitim pritiskom ušla su 1979.godine u završnu fazu u pogledu interakcija teških alkalijskih atoma, gdje najviše dolazi do izražaja utjecaj fine strukture prvog pobudjenog energetskog nivoa. Eksperimentalno su utvrđene vrlo fine nijanse u pogledu simetrije i nesimetrije bliskih i dalekih kvazistatičkih krila prvih rezonantnih linija cezija i rubidija (ref.1), a detaljna

usporedba sa teorijskim proračunima pokazala je da postoji vrlo zadovoljavajuće slaganje.

Nastavljeno je teoretsko izučavanje rezonantne interakcije atoma iste vrste koje obuhvaća sve alkalijske elemente (ref.10). Na temelju dosadašnjih teoretskih rezultata i poznatih potencijalnih krivulja rezonantne interakcije, objašnjene su neke osobitosti profila krila rezonantnih linija. Uz pomoć potencijalnih krivulja i molekularnih jakosti oscilatora za prijelaze iz osnovnog stanja u prva pobudjena stanja dalekodosežnih alkalijskih homonuklearnih dimera, konstruiran je kvazistatički profil rezonantnih alkalijskih linija. Njime je objašnjena pojava satelita, nesimetrije linija u području iza satelita, kao i mala nesimetrija, nedavno eksperimentalno potvrđena u bliskom krilu prije satelita.

Usko područje oko satelita ne može se adekvatno opisati kvazistatičkim profilom, jer na tom mjestu teoretski profil ima singularitet. Profil linije u području satelita izračunat je stoga s primjenom tzv. jedinstvenog Franck-Condonova oblika linije. Pokazano je da odlučujući utjecaj na oblik satelita imaju doprinosi viših članova u razvoju energije interakcije, tj. članovi tipa van der Waalsove interakcije (ref.11). Primijenjena teorija kvalitativno dobro opisuje oblik i položaj satelita, dok kvantitativni oblik satelita ostaje izvan dometa ovog modela.

Izvršili smo detaljna mjerenja spektra lučne visokotlačne natrijeve svjetiljke, u širokom području oko rezonantnih linija (ref.14). Pažnju smo usredili na ono spektralno područje koje se kod ovih, veoma ekonomičnih rasvjetnih tijela primjenjivanih u širokim ulicama, na mostovima i raskršćima, nalazi u području osjetljivosti oka. Našli smo da je spektar oko difuzne vrpce u zelenom dijelu spektra kod 551,5 nm veoma štur, pa to kvari njena inače dobra optička svojstva. Našli smo da koeficijent emisije eksponencijalno trne prema kratkovalnom području idući do izvjesne granice, nakon čega nastupa blaži pad, ali se emisija nastavlja monotono sve do modrog dijela spektra. Koristeći poznavanje rezonantnog širenja spektralnih linija i najnovije teoretske proračune potencijalnih krivulja interakcija natrijeve molekule, došli smo do jedinstvene interpretacije difuzne vrpce kod 551,5 nm. Budući da je spektar u okolini rezonantnih linija natrija posljedica razlike potencijala gornjeg i donjeg nivoa, to je bilo potrebno provjeriti da li neki od mogućih razlika potencijala posjeduje ekstrem. Našli smo da je to slučaj s tripletnim stanjima, $x^3 \Sigma_u^+ - c^3 \Pi_g$, koja do sada nisu u alkalijskim molekulama bila istražena. Budući da se radi

o maksimumu, razumljivo je da dolazi do izrazitog smanjenja intenziteta svjetlosti prema modrom dijelu spektra.

Ispitivanje rezonantne interakcije prošireno je na barij, predstavnik atoma s dva optička elektrona (ref.18). Utvrđeno je da je rezonantno širenje simetrično i Lorentzova oblika. Mjerenja su izvodjena u toplovodnoj peći na temperaturama nešto višim od 1000°C . Pri obradi rezultata velik je nedostatak netočno poznavanje homogene dužine stupca barijevih para, no nadamo se nedostatak ukloniti primjenom naročite izvedbe toplovodne peći i tada odrediti dužinu stupca.

Kao metoda za mjerenje profila kvazistatičkih krila spektralnih linija posebno je razmatrana sudarna preraspodjela zračenja u spektralnim linijama. Dobiveno je veoma zadovoljavajuće slaganje (ref.2) s drugim metodama, što ukazuje na mogućnost primjene u laserskoj spektroskopiji. Naročito je istaknuta mogućnost apsolutnog mjerenja koeficijenta apsorpcije, jer se odvojeno mjeri fluorescentni i Raman-signal.

U suradnji s Katedrom za optiku Lenjingradskog univerziteta izučavana je teoretski i eksperimentalno difuzija rezonantnog zračenja u parama cezijevih atoma u uvjetima potpune preraspodjele zračenja. Ispitivan je utjecaj gašenja sudarnih procesa Na_2 i H_2 na napućenost rezonantnih nivoa atoma cezija. Pokazano je da je moguće, poznavajući profile rezonantnih linija cezija, točnije odrediti udarne presjke za procese, nego što je to bilo eksperimentalno moguće (ref.16). Gašenje visokih, foto-ekscitiranih nivoa rubidija, ispitivano je eksperimentalno, u uvjetima termalnih sudara u apsorpcijskoj ćeliji. Procijenjena je energija disocijacije molekularnog iona Rb_2^+ i određeni su koeficijenti brzine ionizacije s nivoa 8^2P . Obrada eksperimentalnih podataka pokazuje da do ionizacije dolazi u sudaru jednog pobudjenog i jednog nepobudjenog atoma (kemi-ionizacija). Ovisnost ionizacijskih koeficijenata o kvantnim brojevima podržava rezonantnu izmjenu naboja kao model proučavanog procesa (ref.12 i 19).

Započeta su spektroskopska istraživanja s parama kalija i natrija, kako bi se provjerila teoretska predviđanja sudarno induciranih molekularnih vrpca, koje su eksperimentalno već nadjene u parama cezija i rubidija. Proces apsorpcije jednog fotona u trenutku sudara dva alkalijska atoma - pri čemu se oba atoma pobudjuju iz osnovnih u viša stanja - treba voditi pojavi spektralnih vrpca na frekvencijama višim od granice ionizacije atoma. Početna mjerenja pomoću toplovodne peći nisu dala jasan odgovor zbog nedovoljno visokih koncentracija atoma koja se uredjajem mogu kontrolirati. U slučaju kalija i natrija, vjerojatnosti proučavanih procesa su mnogo manje od vjerojatnosti procesa u ceziju, pa su potrebne i veće koncentracije atoma (100-300 torr) kada toplovodna peć ne radi stabilno. Stoga je razradjena konstrukcija protočne ćelije, koja se bitno razlikuju od toplovodne peći, a omogućuje stvaranje

homogenih alkalijskih para kod viših tlakova i u malom volumenu, koji je povoljniji, jer uvodi malu smetajuću apsorpciju. Preliminarna mjerenja s novim izvorom spektara dala su obećavajuće rezultate.

2. Atomski parametri i termička plazma

Završena su mjerenja relativnih vrijednosti jakosti oscilatora spektralnih linija fluora i parametri širenja linija u vidljivom području spektra. Kao svjetlosni izvor služio je u laboratoriji razvijen oblik zidom-stabiliziranog jakostrujnog električnog luka. S obzirom da su riješena tehnološka pitanja uvođenja čistog fluora u plazmu argona zajedno s vodikom, ostvarena je mogućnost određivanja kompozicije plazme argona u fluoru. Korištenjem optički debelih linija argona u bliskom infracrvenom području spektra kao standarda zračenja, dobiveni su i početni podaci za određivanje apsolutnih vrijednosti jakosti oscilatora fluornih linija. Preliminarno određene vrijednosti jakosti oscilatora dobro se slažu s teorijskim, kao i s rezultatima drugih eksperimenata koji su vodjeni u smjesi argona i sumpornog heksafluorida. Mjerenja u mješavini argona i čistog fluora pokazala su pojavu koja do sada nije opažana u radu s elementima koji su se dodavali argonskoj plazmi. Pošavši od čiste argonske plazme s temperaturom od $t=13900\text{K}$, te s koncentracijom atoma argona od $2,4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ i koncentracijom elektrona $1,5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, postupnim dodavanjem fluora sve do količina kod kojih je koncentracija fluora nadmašivala koncentraciju argona, temperatura se nije bitno mijenjala, dok je čak za faktor 3 smanjena elektronska koncentracija. Kako se struja lukom nije mijenjala, moralo je doći do jake preraspodjele kompozicije u aksijalnom i radijalnom smjeru. Budući da se dobiveni podaci odnose samo na centar luka, morala se povećati koncentracija elektrona izvan osi luka. U toku je izrada luka pogodnog za mjerenja izvan osi, gdje se očekuju otkloni od lokalne termičke ravnoteže. Radi ubrzanja obrade eksperimentalnih podataka i povećanja točnosti, provedena je analiza profila i izveden kompjutorski program za određivanje parametra profila i totalnih intenziteta linija (ref.13).

Privedena je kraju obrada mjerenja raspodjele temperature u argon-aerosol luku interferometrijskom i spektroskopskom metodom. Raspodjele dobivene pomoću obiju metoda slažu se kvalitativno. Objekt istraživanja je aerosol argonski luk u koji se ubacuje aerosol. Plazma luka posjedovala je osnu simetriju, pa je bilo potrebno učiniti Abelovu inverziju kako bi se odredile lokalne vrijednosti temperature i indeksa loma (ref.15).

3. Koherentna optika i holografija

Rad je bio pretežno koncentriran na razvoj metoda i primjenu u fizikalnim, metalurškim i medicinskim istraživanjima, te u mjerenjima u hidrodinamskim poljima. U tom se području intenzivno suradjuje s drugim institucijama, s Brodarskim institutom, s Medicinskim i Stomatološkim fakultetom. Izradjena je jedna doktorska disertacija (ref.36). U njoj je predložena i primijenjena metoda koherentne optičke korelacije za mjerenje trošenja površina uzrokovanog trenjem, te je sintetiziran optičko-elektronički mjerni sistem. Kao objektivni mjerni podatak izveden je integral kvadrata odstupanja trošene površine. Utvrđeno je eksponencijalno opadanje kroskorelacione funkcije u odnosu na trošenje površine. Tehnički postupak je prilagodjen za industrijsku upotrebu i može se automatizirati (ref.20,21,34).

Eksperimentalno je provedeno istraživanje uvjeta za sintetiziranje optimalnog Vander Lugt filtra. Teoretskom je pak analizom tražen općeniti model optičkog Fourierovog ravninskog korelatora, s posebnim naglaskom na težinskoj funkciji kojom se u frekventnoj domeni množi ulazni signal prilikom holografske rekonstrukcije prostornog prilagodjenog filtra. Kao rezultat teorijske analize i navedenih eksperimentalnih postupaka nastalo je saopćenje pod ref.22.

Tijekom ljeta i jeseni 1979. godine razvijena je metoda za dimenzionu statističku analizu pojava na disku Sunca, uključujući i njihovo vremensko ponašanje (ref.25). Specijalno je razmatrana pojava sunčeve granulacije, predložen teoretski model i iznijeti prvi rezultati. Prednost metode je u brzini i lakoći izvodjenja eksperimentalnog postupka, preko optičke koherentne Fourierove analize, u svrhu prikupljanja podataka, a zatim i u obradi dobivenih podataka putem baždarno dobivene konstante.

Snimano je polje kavitacija u volumenu od 8 lit. i detektirani su mjehurići dimenzija većih od $8 \mu\text{m}$. Za snimanje holograma mjehurića pripremana je pulsna tehnika.

U području medicinske primjene, istraživana je funkcija medjukoštane membrane potkoljenice (ref.24), kao i prenosa sile opterećenja ortodontskih aparata na kosti čeljusti i lubanje (ref.23).

Primjenjivana je metoda holografske interferometrije, a posebno tehnike dvostruke ekspozicije i sendvič-holografije. Radi interpretacije interferograma na geometrijski kompleksnim objektima razvija se metoda teoretske kompjutorske simulacije.

Holografska interferometrija (dvostruke ekspozicije, sendvič holografija) korištena je i za "stress-strain" analizu laminarnih struktura, kao i za detekciju razljepljenja, šupljina i inkluzija.

4. Fizika Sunca i zvijezda

Na osnovi sistematskih patroliranja Sunca, nadjeno je nekoliko pojava koje se obradjuju. U složenom gibanju na limbu pojavila se 9. veljače sekundarna prominencija, veoma slična primarnoj i od nje odmaknuta. Izvedena je analiza gibanja mase ove pekulijarne prominencije i procijenjeni su fizički uvjeti (ref.29). Izvještaj o medjunarodnoj suradnji u godini maksimuma Sunčeve aktivnosti, dan je u ref.30.

Teorijska istraživanja odnose se na fizikalne uvjete u kojima se formira vodikov spektar, te na spektroskopsku analizu gibanja u bljeskovima i prominencijama. Konstruiranjem profila spektralnih linija vodika proširenih Stark-efektom, termičkim i turbulentnim gibanjem, određene su za temperaturu od 10000 K i elektronsku koncentraciju od 10^{10} do 10^{12} cm^{-3} posljednje razdvojive linije Balmerova spektra. Empirički je izvedena relacija analogna Inglis-Tellerovoj, a koja pokazuje bitno manji broj razlučivih linija za iste fizičke uvjete, s time što je utvrđeno da fenomen disolucije nema efekta na rezultat (ref.26).

Analiziran je utjecaj gibanja masa na profile spektralnih linija.

Na osnovu pregleda višegodišnjih spektrografskih opažanja Sunca na Opservatoriju Ondrejov, zaključeno je da se nagnute spektralne pruge, koje svjedoče o rotacijskom i helikalnom gibanju mase, javljaju kod svih tipova aktivnih prominencija, dok ih mirne prominencije, ne pokazuju (ref.4).

Slična pojava analizirana je i u slučaju bljeskova (ref.27) gdje je na većem raspoloživom materijalu učinjena statistička kvalitativna analiza pekulijarnih spektralnih pojava. Nadjeni su i analizirani i neki posebni oblici spektralnih grupa (ref.28).

Zvezdani fotometar Opservatorija Hvar, korišten je u medjunarodnoj suradnji s Opservatorijem Ondrejov i u medjurepubličkoj suradnji. Objavljene su analize prethodnih promatranja pekulijarnih Ap zvijezda (ref.5), fotometrijskog vladanja Be zvijezda (ref.6) i instrumentalnog sistema i atmosfere optike (ref.7).

5. Šira djelatnost odjela

Osim u istraživanju, suradnici Odjela intenzivno djeluju u nastavi i širem obrazovnom sistemu, održavaju predavanja i vježbe na dodiplomskom studiju (Uvod u astronomiju I god., Atomska fizika, Praktikum iz atomske fizike,

Atomska i molekularna fizika, Optika, Fizika plazme IV godina PMF-a u Zagrebu, Osnove astronomije - III god. Pedagoškog fakulteta u Rijeci, Opća fizika - I god. Filoz. fak. Zadra, nastavnički studiji Split), u postdiplomskom studiju (Atomska fizika) Sveučilišta u Zagrebu. Publiciran je jedan revijalan prikaz o astrofizičkim aspektima opće teorije relativnosti (ref.35), vršeno je istraživanje u obrazovanju iz astronomije (ref.33), a suradnici odjela učestvuju također i u široj znanstvenoj popularizaciji (napr. u časopisu "čovjek i svemir" Zvezdarnice Zagreb) i u poticanju talentirane omladine (u Komisiji iz astronomije Pokreta Nauku mladima).

Objavljeni radovi:

1. K.Niemax, M.Movre and G.Pichler, Near-wing asymmetries of the Rb and Cs resonance lines, J.Phys.B:12(1979)3503-9
2. M.G.Raymer, J.L.Carlsten and G.Pichler, Comparison of collisional redistribution and emission line shapes, J.Phys.B:12(1979)L119-124
3. Č.Vadla and V.Vujnović, Measurement of broadening parameters of neutral carbon lines in the vacuum ultraviolet, Phys.Rev.A 20(1979)1573-8.
4. V.Ruždjak, Inclined spectral features in prominence spectra taken at Ondrejov Observatory, Bull.Astron.Inst.Czech.30(1979)282-4
5. K.Pavlovski, The light variations of Ap star CQ UMa, Astron.Astrophys.76(1979)362
6. P.Harmanec, J.Horn, P.Koubsky F Ždarsky, S.Križ and K.Pavlovski, Photometric behaviour of Be stars in the light of recent activity of EW Lac. Inf.Bull. Var.Stars No.1555,1979.
7. K.Pavlovski, P.Harmanec, J.Grygar, J.Horn, P.Koubsky, F.Ždarsky and S.Križ. Hvar Observatory, colour system and extinction study, Hvar.Obs.Bull.No.3(1979)1-23
8. D.Vukičević, V.Nikolić, S.Vukičević, J.Hančević and Ž.Šučur, Holographic investigations of mechanical characteristics of the complex leg-foot in conditions of lesion and reconstruction, Holography in Medicine and Biology, Springer Series in optical sciences Springer Verlag Berlin,1979.,p.34-44
9. D.Pavlin, D.Vukičević and Z.Rajić, Strain distribution in the facial skeleton arising from orthodontic appliance activity, idem, p.177-182.

Radovi prihvaćeni za tisak:

10. M.Movre and G.Pichler, Resonance interaction and selfbroadening of alkali resonance lines, II: Oscillator strengths and quasistatic wing profiles, J.Phys.B.
11. D.Veža, M.Movre and G.Pichler, The shape of the inner-wing satellites of self-broadened first resonance lines of cesium and rubidium, J.Phys.B.
12. A.N.Klucharev, A.V.Lazarenko and V.Vujnović, The ionisation rate coefficients of radiatively excited rubidium atoms $Rb(n^2P)+Rb(5^2S)$, J.Phys.B.
13. V.Lokner, and M.Movre, Determination of the true total line intensity and true half-width of the Lorentz component for the class of Voigt profiles from graphical analysis of spectrum, Fizika

Radovi pripremljeni za tisak

14. D.Veža, J.Rukavina, M.Movre, V.Vujnović and G.Pichler, A triplet satellite bands in the very far blue wing of the self-broadened sodium D lines.
15. Lj.Istrefi, M.Žaja, D.Vukičević and G.Pichler, Temperature distribution in the argon-aerosol arc by spectroscopic and holographic interferometric method.
16. N.N.Bezuglov, A.N.Klucharev, B.V.Dobrolez, M.Movre and G.Pichler, A new method of the investigation of the quenching of the excited atoms.

Pozvana predavanja

17. G.Pichler, The resonance interaction and quasistatic resonance broadening of spectral lines, VII Int. Summer School on Quantum Optics, 15-23 Sept., 1979, Wiezyca, Poljska (u tisku).

Saopćenja na konferencijama

18. G.Pichler, Quasi-static broadening of barium resonance lines, Frühjahrstagung, Berlin, Mart 1979, Verhandlungen 2/1979, str.563.
19. A.N.Klucharev, A.V.Lazarenko and V.Vujnović, The ionization rate coefficients for some radiatively excited rubidium states, XIV Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases, Grenoble 9-14 July 1979, Journal de Phys. Coll. C7, Suppl. no. 7, Tome 40, page C7-87/8.
20. K.Acinger, Mjerenje trošenja površina optičkom korelacijom, Zbornik radova JUREMA 24(1979)2. sv. p. 45.
21. K.Acinger, Mjerenje trošenja površine podizača ventila optičkom korelacijom, Simpozij Motorna vozila i motori, Kragujevac, 1979.
22. D.Vukičević, N.Demoli, L.Bistričić, Vander Lugt Filter Optimization for the Metrology in Industrial and Scientific Research, Optics Photonics & Iconics Engineering Meeting, Strasbourg - France, 26-30 Nov. 1979.
23. Z.Rajić, D.Vukičević, D.Pavlin and V.Nikolić, Primjena holografske interpretacije u stomatologiji za biomehanička ispitivanja, Stomatološki dani Hrvatske, 17-18. V 1979, Zagreb.
24. S.Vukičević, R.Štern-Padovan, P.Keros and D.Vukičević, Biomechanical characteristics of the tibio-fibular interosseous membrane, V Congressus Anatomicus Europensis, Prag, 10-14. IX 1979.
25. N.Demoli, D.Vukičević and V.Ruždjak, Solar granulation metrology via coherent optical Fourier analysis, IV Nac. konf. jugoslavenskih astronoma, Sarajevo, oktobar 1979 (u tisku).
26. V.Ruždjak and V.Vujnović, Merging of hydrogen spectral lines near the Balmer limit, idem.
27. H.Božić, V.Ruždjak, Inclined spectral features in flare spectra taken at Ondrejov Observatory, idem
28. V.Ruždjak and B.Vršnak, Internal mass motions in prominences indicated by special spectral features, idem

29. V. Ruždjak and V. Vujnović, The prominence of February 8, 1979. idem
30. V. Ruždjak, Hvar Observatory Report on FBS/SERF trial period May 1979, idem
31. K. Pavlovski, Numerically stimulated transformation between close photometric systems, idem
32. K. Pavlovski, T. Knežević, M. Muminović, Photometry of the asteroid 5 Astraea, idem
33. M. Šuveljak and V. Vujnović, Astronomical topics in primary School, idem.
34. K. Acinger, Analogni optički prilagodjeni filter za korekciju kompleksnih signala, I Simp. mjerenja u komunik. sustavima, Dubrovnik, 24-26.9.1979, Zbornik radova, JUREMA, 24(1979)5. sv. p. 111.

Stručni radovi

35. V. Vujnović, Some aspects of general relativity in the development of astrophysics and physical cosmology, Dijalektika, Beograd 1979.

Doktorska disertacije

36. K. Acinger, Metoda za ispitivanje trošenja mehaničkih dijelova stroja mjerenjem optičke korelacione funkcije površina. Doktorska disertacija, Elektrotehnički fak. Zgb. 1979.

ODJEL FIZIKE POLUVODIČA

Rukovodilac odjela:

ZVONIMIR OGORELEC, doktor fizičkih nauka, izv.profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - viši znanstveni suradnik

Znanstveni suradnici:

VLASTA BLEČIĆ, dipl.ing.fizike - struč.suradnik, pripr.

ZLATKO VUČIĆ, magistar fizičkih nauka - znanstveni asistent

Pregled istraživačkog rada1. Neobično ponašanje bakar selenida pri prijelazu u superionsku fazu.

Za bakar selenid $Cu_{2-x}Se$ ($0 \leq x \leq 0.25$) se vjerovalo da pri prijelazu u superionsku fazu doživljava strukturni fazni prijelaz prvog reda karakterističan za mnoge superionske vodiče te da kao posljedicu nove strukturne forme anionske rešetke (fcc) treba smatrati kvazi tekući kationski podsistem.

Eksperimentalno smo pokazali da se prijelaz normalna faza - superionska faza sastoji, zapravo, od dva prijelaza znatno odvojena na temperaturnoj skali, međjutim, čini se, ipak indirektno povezana. Neobičnost ove pojave je u tome što u grijanju prvo nailazimo na red-nered prijelaz kationskog podsistema, a zatim na transformaciju anionske rešetke, karakteristične za većinu superionskih vodiča. Ako u nekom materijalu ovih karakteristika postoje dva fazna prijelaza, oni pri grijanju obično nailaze obrnutim redom.

Osim navedenih zajedničkih karakteristika koje vrijede za cijelo koncentracijsko područje postoje dva kvalitativno različita područja

koncentracija. Prvo je između Cu_2Se i $\text{Cu}_{1.955}\text{Se}$, u kojem je temperaturna razlika između faznog prijelaza drugog reda kationskog podsistema i faznog prijelaza prvog reda anionske rešetke, koncentracijski gotovo neovisna. Elektronski sistem prati promjene kationske podrešetke (indiciira se karakteristični fazni prijelaz drugog reda u električnoj vodljivosti) tako da nakon faznog prijelaza drugog reda nastaje znatna redukcija slobodnih nosilaca naboja (šupljina) koja je vjerojatno posljedica relativnog pomicanja Fermijevog nivoa u okolini vrha valentne vrpce. Nakon što koncentracija dosegne izvjesnu kritičnu vrijednost, sistem doživi fazni prijelaz prvog reda pri kojem se apsorbira određena latentna toplina i "oslobode" se nosioci naboja koji su u tom temperaturnom intervalu bili reducirani. Zanimljivo je napomenuti da se latentna toplina smanjuje s devijacijom od stehiometrije i potpuno nestaje na graničnoj koncentraciji $\text{Cu}_{1.955 \pm 0.005}\text{Se}$.

S druge strane područje koncentracije između $\text{Cu}_{1.955}\text{Se}$ i $\text{Cu}_{1.75}\text{Se}$ ima kvalitativno drukčije značajke. Fazni prijelaz red-nered se ne odvija u jednoj točki već se ostvaruje u širokom temperaturnom intervalu čija je visokotemperaturna granica jako koncentracijski ovisna. Početak red-nered prijelaza je negdje oko -50°C za sve koncentracije, a završetak od $+120^\circ\text{C}$ (za $\text{Cu}_{1.950}\text{Se}$) do -30°C (za $\text{Cu}_{1.775}\text{Se}$). Taj tip faznog prijelaza je poznat kao Faradayev prijelaz.

Zahvaljujući mjerenjima NMR-a (Institut "Jožef Stefan", grupa prof. Blinca - I. Burgar, Res. Rep. IJS, DP-1620, 1978, Ljubljana) pokazano je da temperaturi od oko -50°C odgovara početak pojačane dinamike Cu^+ iona. Daljnjim podizanjem temperature broj "tekućih" Cu^+ iona se stalno povećava sve do završetka faznog prijelaza. I ovdje elektronski sistem prati promjene kationskog podsistema, samo što pojava završava faznim prijelazom drugog reda koji se odnosi na anionsku rešetku. Osim toga NMR-om je otkrivena prisutnost stalnog broja Cu^{2+} iona koji su fiksno ugrađeni u anionsku rešetku i predstavljaju centre strukturnih transformacija.

Kao što je vidljivo, problem razumijevanja ovog neobičnog fenomena faznih prijelaza lokaliziran je na razumijevanju ponašanja elektronskog sistema koji, čini se, veže dva na oko neovisna fazna prijelaza.

Rad je predan u štampu i uskoro će biti publiciran u časopisu Philosophical Magazine.

2. Magnetska svojstva nestehiometrijskog bakar selenida

Odavno je poznato da nestehiometrijski bakar selenid Cu_{2-x}Se pri hlađenju pokazuje fazni prijelaz na oko -80°C . Ranijim smo istraživanjima pokazali da se radi o induciranom prijelazu čiji se uzrok pojavljuje ranije, no oko -50°C . U okolini te temperature dešava se jasno izražen magnetski prijelaz iz diamagnetskog u paramagnetsko ponašanje. Eksperimentalno je pokazano da prijelaz isčezava za područje koncentracija između Cu_2Se i $\text{Cu}_{1.955}\text{Se}$. Nuklearna magnetska rezonancija (NMR) je pokazala da je za uzroke koncentracije između $\text{Cu}_{1.955}\text{Se}$ i $\text{Cu}_{1.750}\text{Se}$, pojava paramagnetskog momenta povezana s nestajanjem mobilnih, Cu^+ iona. Dakle, u okolini -50°C prestaje podsystem Cu^+ iona biti tekuć i dolazi do lokalnih deformacija rešetke s centrom na Cu^{2+} ionu. One rezultiraju formiranjem magnetskog momenta na Cu^{2+} ionu. Takva distorzija zadovoljava gotovo sve kriterije da se nazove Jahn-Tellerovom. Posljedice lokalnih distorzija, gdje okolina Cu^{2+} mijenja simetriju iz visoke kubične u nisko tetragonsku je strukturni fazni prijelaz na oko -80°C gdje nastaje separacija dviju faza: faze nestehiometrijskog sastava $\text{Cu}_{1.955 \pm 0.005}\text{Se}$ nepoznate strukture i tetragonske faze u literaturi poznate kao superstruktura kubične faze. Mjerenjima magnetske susceptibilnosti i NMR pokazali smo indirektno, upotrebom Wiedemannovog zakona za susceptibilnost da je potonja faza, u stvari, Cu_3Se_2 .

Rad je izložen na Internacionalnoj konferenciji o magnetizmu (ICM'79) u Münchenu, te nakon recenzije prihvaćen za štampu u supplementu časopisa J. Magn. and Magn. Mat.

3. CdS-Cu_xS solarna ćelija

Pored superionskih vodiča, koji su momentano osnovna orijentacija istraživanja na ovom zadatku, izvršena su u okviru jednog diplomskog rada početna ispitivanja s područja primijenjene fizike poluvodiča. Radi se o fotonaponskom efektu u diodi s $\text{CdS-Cu}_x\text{S}$ heterospojem. Kao što je poznato, ona je jedan od vrlo ozbiljnih kandidata za jeftinu konverziju sunčeve energije. Budući da su i kadmij sulfid i nestehiometrijski bakar sulfid bili predmetom naših istraživanja već i u prethodnim razdobljima, smatrali smo istraživanje

CdS-Cu_xS heterospoja prirodnim nastavkom. Za preparaciju dioda korištena je najjednostavnija metoda raspršivanja kompleksnih otopina na staklenu podlogu, dakle, metoda s najvećom perspektivom primjene u širim razmjerima. Rezultati mjerenja na dobivenim diodama pokazuju da se one još ne mogu usporediti s najboljim diodama prepariranim ovom tehnikom poglavito zbog ulaznih materijala vrlo niske čistoće. Oni, međutim, pokazuju da je metoda preparacije vrlo jednostavna, lako primjenljiva i u skromnije opremljenim laboratorijima i da može, uz ne tako znatne investicije, dati ćelije znatno boljih svojstava. Rad je inače prihvaćen za tisak u časopisu Elektrotehnika.

Znanstveni radovi

1. Z.Vučić and Z.Ogorelec, The Unusual Behaviour of Nonstoichiometric Cuprous Selenide at Phase Transition to Superionic Phase. Phil.Mag. (u štampi)
2. Z.Vučić and Z.Ogorelec, Magnetic Properties of Nonstoichiometric Cu_{2-x}Se, J.Magn.Mater. (u štampi)
3. Z.Vučić, Z.Ogorelec and A.Tonejc, Critical Phenomena at Phase Transition to Superionic State, Fizika 10,Suppl.2(1979)77.*

Stručni radovi

1. Z.Ogorelec, Superionic Conductors, Fizika 10,Suppl.2(1978)11.*
2. D.Gracin i Z.Ogorelec, CdS-Cu_xS solarna ćelija, Elektrotehnika (u štampi)
3. Z.Ogorelec, Staklo, skripta interfakultetskog studija P.T.O. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb,1979.
4. Z.Ogorelec, Fizika poluvodiča i poluvodička tehnologija u suvremenom obrazovanju. Zbornik savjetovanja "Prirodne znanosti i suvremeno obrazovanje". Zajednica prirodoslovnih društava SRH,Zagreb,1979,p.86
5. M.Stubičar, Z.Krečak, B.Nižić, A.Švarc, Z.Vučić i I.Zorić, Riješeni zadaci iz fizike, školska knjiga, Zagreb,1979.

*Navedeno u prošlogodišnjem izvještaju kao referat ili uvodno predavanje na konferenciji.

Radovi izloženi na konferencijama

1. Z.Vučić and Z.Ogorelec: Magnetic Properties of Nonstoichiometric Cu_{2-x}Se International Conference on Magnetism, München, 1979.

Diplomski radovi

1. V.Blečić: Elektronska vodljivost sistema Cu-Se, PMF, Zagreb, 1979.
2. D.Gracin: CdS-Cu_xS sunčana ćelija, PMF, Zagreb, 1979.

ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA

U ovom Odjelu rade suradnici radne organizacije RIZ - OOUR
Tvornica poluvodiča.

Stručni suradnici:

VLATKA RADIĆ, dipl.ing.kem. - šef Odjela
ELIZABETA HASENBAŠIĆ, dipl.ing.kem.
DRAGO IVČEK, dipl.ing.fiz.
ZORAN MIKIĆ, dipl.ing.elek.
SREČKO MUŠTRA, dipl.ing.fiz.
DUBRAVKO PARADIS, dipl.ing.elek.
RENATA SINOVIČEVIĆ, dipl.ing.kem.
MILAN VUKELIĆ, tehnolog za maske

Tehnički suradnici:

VIŠNJA DUNAT, kem.tehničar
MIROLJUB KOVAČ, radiomehaničar
VLADIMIR STUDEN, VKV strojar
BERNARDA PAVLIČEVIĆ, pom.radn.

Pregled rada

Općenito

Naš rad na području silicijeve planarne tehnologije nastavili smo
i u 1979.godini na:

1. Razvoju tehnoloških procesa
2. Razvoju elektroničkih elemenata i integriranih sklopova
3. Pokusnom procesiranju tranzistora i pripremi za proizvodnju.

Zbog opsežnog programa rada a zastarjele opreme i skromnog mjernog instrumentarija u našem laboratoriju, neophodna je suradnja s ostalim odjelima u Institutu i Tvornici poluvodiča. Tako su nam iz Tvornice pružili konkretnu podršku suradnici Elektroničkog laboratorija, Konstrukcionog odjela, Kontrole kvalitete, te Proizvodnje tranzistora i Proizvodnje optoizolatora a iz Instituta Odjel fizike metala I.

1.1. Dopirane emulzije

Nastavljena su istraživanja na pripremi tekućih izvora dopiranja te ispitivanju njihovih svojstava. Na bazi tetraetilortosilikata pripremljeno je sedam različitih sustava s dopantima: borom, cinkom, zlatom, platinom, arsenom, fosforom i bor-fosforom. Takodjer je riješen problem nestabilnosti emulzija i postignuta dobra adhezija na podlogu.

Zlatna i platinska emulzija kvantitativno su ispitane na prekidačkim tranzistorima. Difuzijom jednog ili drugog od ova dva elementa smanjuje se vrijeme života nosilaca naboja u siliciju što direktno utječe na prekidačke karakteristike. Platina ima prednost u odnosu na zlato, zbog uniformnije difuzije i većeg utjecaja na vrijeme života nosilaca naboja. Ovim tehnološkim postupcima uspješno je zamijenjen skuplji standardni proces naparavanja u vakuumu.

Za emulziju dopiranu fosforom razvijen je tehnološki proces primjene za zaštitu poluvodičkih elemenata od vanjskih utjecaja tzv. pasivacija elemenata.

1.2. Priprema i primjena legure Al-Cu-Si

Sa svrhom da zamijeni aluminijsku metalizaciju na elementima koji su u radnim uvjetima opterećeni gustoćama struje većim od 10^5 A/cm^2 i temperaturama višim od 125°C , radilo se na dobivanju legure sastava 95%Al 4%Cu 1%Si i naparavanju sloja debljine cca $1 \mu\text{m}$. Legura je priredjena u uređaju za indukciono taljenje, a naparena metodom trenutnog isparavanja (Suradnja s Odjelom fizike metala I). Za ispitivanje kvalitete legure obzirom na pouzdanost, konstruirana je i izradjena maska za fotolitografiju testne konture. U toku su električna mjerenja i statistička obrada podataka.

1.3. Elektronska mikroskopija

Radilo se na ispitivanju mogućnosti i razvoju metode za skeniranje elektronsko mikroskopiranje na uređaju za elektronsku ekspoziciju maski. Princip rada uređaja JEBX-2B identičan je skeniranju elektronskom mikroskopu no postoji i relativno dosta razlika. Naš uređaj ima samo poluvodički detektor sekundarnih reflektiranih elektrona, nema elektronski sklop za razdvajanje topografskog kontrasta od kontrasta koji potiče od atomskog broja, nema mogućnosti detekcije emitiranih elektrona, Augerovih elektrona, X-zraka i fotona, uzorak se ne može grijati ili hladiti. Prednosti u odnosu na SEM je mogućnost generiranja različitih geometrijskih oblika elektronskim snopom i kontrolirani pomak nosača uzorka koji je povezan s elektroničkim računalom. Nakon nekoliko manjih adaptacija napravljena je serija fotografija iz kojih se vidi:

da je moguće snimati uzorke pri povećanjima do 1000x s razlučivanjem $1 \mu\text{m}$,

da kontrast potiče od dva uzroka, topografije i atomskog broja uzorka,

da je slika nastala pomoću apsorbirane struje lošije kvalitete zbog velikog šuma.

Prema tome uređaj se u svom sadašnjem stanju može koristiti za dopunsko ispitivanje samo topografije uzoraka. Međutim postoji mogućnost da se odredjenim zahvatima uz pomoć proizvođača (JEOL) postigne kvalitet SEM-a.

2.1. Integrirani sklopovi

Projektiran je tehnološki proces i izradjeni uzorci pokusne strukture za ispitivanje linearno kompatibilnog I^2L (Integrated Injection Logic). Pokusna struktura sklopa ima pet grupa elemenata: pojedinačne ćelije, prstenasti oscilator, pnp lateralne tranzistore, N^+P^+ diode, NPN linearni tranzistor.

Kao početni materijal upotrijebljene su silicijeve epitaksijalne pločice slojnog otpora $0,55 \Omega \text{ cm}$ i debljine epi sloja $6,5 \mu\text{m}$. Proces je optimiran obzirom na višestruke temperaturne tretmane tako, da se zadrže što strmiji profili koncentracija primjesa na p-n i n-n⁺ prijedlozima.

Na procesiranim uzorcima izvršena su detaljna ispitivanja statičkih i dinamičkih električkih parametara.

Na pokusnim elementima sa smanjenim dimenzijama ustanovljeno je da se za slijedeće radove može reducirati medjukolektorski razmak I^2L ćelije (s $10 \mu\text{m}$ na $8 \mu\text{m}$) kao i razmak maske kolektor - emiter pnp tranzistora. Razmak maski p⁺n⁺ difuzija može se reducirati na nulu jer je u tom slučaju probojni napon spoja minimalno 5 V što je daleko iznad naponskog područja rada ćelije. Ta redukcija dimenzija dovodi do djelomičnog povećanja faktora strujnog pojačanja i povećanja gustoće pakiranja, a ne umanjuje pouzdanost elemenata.

2.2. Visokofrekvencijski tranzistori snage

Rad na razvoju ovog specifičnog područja diskretnih silicijevih elemenata odvijao se u dva dijela: projektiranje i pokusno procesiranje tranzistora 2N 3866, maksimalne izlazne snage 1 W na frekvencijama 400-500 MHz.

Projektiranje obuhvaća analizu i izbor geometrije elemenata uzevši u obzir električke i termičke zahtjeve, te zahtjeve pouzdanosti i specifičnosti primjene.

Tehnologija izrade elemenata obuhvaća postizanje kontroliranih profila raspodjele primjesa, pasivaciju i zaštitu površine, te metalizaciju.

Prvi uzorci tranzistora napravljeni su difuzijom bora (baza) i fosfora (emiter) u silicijeve epitaksijalne pločice, s aluminijskom metalizacijom bez pasivacije površine. Budući da je ovo proizvod za rad na relativno malim snagama, može se upotrijebiti aluminij i izostaviti pasivaciju gotove strukture, bez loših posljedica. To su potvrdili i rezultati mjerenja statičkih i dinamičkih električkih parametara tranzistora koji su u dobrom slaganju sa zahtjevima.

2.3. Visokonaponski npn tranzistor ($BV_{CBO} \approx 150 \text{ V}$)

Analizirani su uzorci komercijalnog tranzistora sličnog tipa. Na osnovu proračuna i mjerenja,

- specificiran je početni materijal
- određena površinska koncentracija primjesa u bazi
- projektiran pokusni tehnološki proces
- konstruirana je maska za fotolitografski proces i priredjena za procesiranje master maske na uređaju JEBX-2B.

Tehnološki proces je provjeren na kontrolnim silicijevim pločicama i testnim strukturama. Rad se kontinuirano nastavlja u sljedećoj godini.

3. Fototranzistori

Pripremljena je tehnološka dokumentacija za proizvodnju, izradjeni i ispitani uzorci dva tipa silicijevih fototranzistora:

- fotodarlington tranzistor osnovnih električnih karakteristika

$$V_{CBO} \geq 40 \text{ V}$$

$$V_{CEO} \approx 25 \text{ V}$$

$$V_{EBO} = 7 \text{ V}$$

$$I_{CEO} < 100 \text{ nA}$$

- visokonaponski npn fototranzistor osnovnih električkih karakteristika:

$$V_{CBO} = \text{min } 300 \text{ V}$$

$$V_{CEO} = 250 \text{ V}$$

$$V_{EB} = 7 \text{ V}$$

$$I_{CEO} = 1 \text{ nA tipično}$$

Fototranzistori su sastavni dio optoizolatora ili optocouplera koji se rade u Tvornici poluvodiča. Optoizolatori su potpuno elektroničke komponente koje prenose električni signal bez električne veze. Sastavljene su od para emiter svjetlosti (GaAs) - detektor svjetlosti (Si-dioda ili Si-tranzistor) u zajedničkom kućištu.

Naša dva tipa fototranzistora zamijeniti će odgovarajuće tipove uvoznih.

Popis radova:

1. D.Paradis, V.Radić, V.Ružić, S.Ursić, M.Vukelić, Linearno- kompatibilna I²L ćelija, VII.Jug.savjetovanje o mikroelektronici,Beograd,svibanj 1979.
2. R.Ročak, R.Sinovčević, Nove emulzije za poluvodičku tehnologiju, Posvetovanje SD-79 Ljubljana, listopad 1979.
3. R.Ročak, R.Sinovčević, Postupak pripremanja nedopirane emulzije, Jug.patentni zahtjev 16833 (1979)
4. R.Ročak, R.Sinovčević, Postupak pripremanja emulzije za zaštitu fotomaski, Jug.Patentni zahtjev 16834 (1979)
5. R.Ročak, R.Sinovčević, Postupak pripremanja borom dopirane emulzije, Jug.patentni zahtjev 16387 (1979)
6. R.Ročak, R.Sinovčević, Postupak pripremanja fosforom dopirane emulzije, Jug.patentni zahtjev 16386 (1979)

Diplomski rad

Zlatko Čukelj, Odredjivanje fizikalnih parametara procesa za izradu bipolarnih komponenata pomoću mjerenja struje dioda, Zagreb, 1979. (Elektrotehnički fakultet).

ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU

Rukovodilac odjela:

SLAVEN BARIŠIĆ, doktor fiz.nauka - redovni profesor PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - znanstveni savjetnik

Znanstveni suradnici:

IVO BATISTIĆ, dipl.ing.fizike, struč.suradnik, pripr.

ALEKSA BJELIŠ, doktor fiz.nauka - znanstveni suradnik

TOMISLAV IVEZIĆ, doktor fiz.nauka, docent Vojne Akademije u Zagrebu
- znan.asistent

BRANKO GUMHALTER, doktor fiz.nauka - znan.suradnik

BERISLAV HORVATIĆ, dipl.ing.fizike, struč.surad., pripr. (od 1.3.1979.)
(od 10.9.1979. u JNA)

KREŠIMIR SAUB, dipl.ing.fizike - znan.asistent

KATARINA UZELAC, magistar fiz.nauka - znan.asistent
(na spec.u Orsayu, od 15.9.1977)

MARIJAN SUNJIĆ, doktor fiz.nauka - izv.profesor PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - viši znan.suradnik

VELJKO ZLATIĆ, doktor fiz.nauka, - znan.suradnik
(od 15.10.1979. na spec.u Frankfurt-u n/M)

Pregled istraživačkog rada

U toku 1979.g. Odjel je nastavio djelovati u već tradicionalnim područjima istraživanja, fizici lančastih vodiča, fizici površina i fizici primjesa u metalima. U skladu s razvojem eksperimentalnih istraživanja na Institutu, počinje se razvijati i teorijska djelatnost na neuredjenim sistemima. U zajednici s Odjelom fizike metala II poduzeti su pak ozbiljni koraci za razvoj eksperimentalne fizike površina na Institutu.

U rad Odjela uspješno su se uključili pripravnici I. Batistić i B. Horvatić. K. Uzelac produžila je svoj boravak u Laboratoire de Physique des Solides, Orsay, Francuska, a krajem godine V. Zlatić je otišao raditi na Institut für Theoretische Physik Frankfurt/M, SR Njemačka. M. Šunjić je boravio kao Visiting Professor dva mjeseca na Chalmers University of Technology, Švedska.

Pored nekoliko kraćih posjeta inozemnih teorijskih fizičara (Tosi, Tosatti, Lundqvist, Plakida, Comes, Fedyanjin, Aksionov, Pick) Odjel su na nešto duže posjetili G. Theodorou iz Grčke (dva tjedna) i J. Przystawa iz Poljske (jedan tjedan). Pored toga suradjivalo se s posjetiocem Odjela odjela fizike metala II, J. Morganom, za vrijeme njegove tromjesečne posjete Institutu. Pored toga suradjivalo se s posjetiocem Odjela odjela fizike metala II, J. Morganom, za vrijeme njegove tromjesečne posjete Institutu.

Može se dakle izraziti zadovoljstvo općom razinom djelatnosti Odjela, jer se povoljno razvija unatoč općim financijskim i organizacionim teškoćama koje ipak, na duži rok, ugrožavaju takav razvoj.

1. Niskodimenzionalni sistemi

Metodom funkcionalne integracije nadjeni su strukturni faktori, koji opisuju otapanje jednodimenzionalne rešetke solitona na niskim temperaturama. Istaknuta je razlika medju strukturnim faktorima za epitaksijalni problem i problem Peierlsove nestabilnosti kristalne rešetke.

Odredjena je uloga faznih i amplitudnih fluktuacija, tj. nadjena korekcija gore spomenutim rezultatima, koje potječu od amplitudnih fluktuacija. Te korekcije, male u režimu solitonske rešetke faze, postaju važne u komenzurabilnoj granici, kad je faza konstantna.

Započeto je istraživanje uloge medjulančanog vezanja u stabiliziranju solitonske rešetke na konačnim temperaturama.

Iskustvo stečeno na rješavanju modela s jednom fazom i jednom amplitudom, primijenjeno je na znatno kompliciraniji slučaj nelinearnog problema s dvije faze i amplitudom, koji se pojavljuje pri objašnjavanju strukturne histereze kod faznih prijelaza u TTF-TCNQ-u. Taj rad je još u toku. Istaknuto je medjutim da se složeno ponašanje transverzalnog uredjenja u TSeF-TCNQ-u može objasniti unutar harmoničke teorije, tj. bez efekata nelinearnosti.

Studiran je i jedno-dimenzionalni kvantni Isingov model u realnom poprečnom i imaginarnom longitudinalnom magnetskom polju, upotrebom metode

renormalizacione grupe u direktnom prostoru. Rezultati su ekvivalencijom povezani s ponašanjem slobodne energije klasičnog Isingovog modela u dvije dimenzije.

Taj rad proširen je na slučaj kad poprečno polje uzima dvije vrijednosti na slučajan način. Dobiveni rezultati slažu se s poznatim egzaktnim rezultatima, a tako provjerena metoda renormalizacione grupe će se poopćiti na složenije probleme, nerješive egzaktnim putem. Time se pravi važan korak prema fizici neuredjenih sistema.

2. Fizika površina

Dana je generalna teorijska formulacija procesa fotoemisije (XPS), pomoću korelativne funkcije, koja obuhvaća jako raspršenje u konačnom stanju.

Ispitivani su problemi vezani uz elektronsku spektroskopiju vibracijskih pobudjenja atoma i molekula adsorbiranih na površinama metala.

Konstruirani su efektivni elektronski potencijali blizu površina, koji uključuju dinamičke efekte.

Započet je rad na teoriji kemijskih reakcija na površinama, posebno na mehanizmu disipacije energije pri adsorpciji.

Konstruiran je analitički model nelinearnog zasjenjenja protona u metalu (problem nečistoće) i na površini metala (problem kemisorpcije). Rad je baziran na ne-ortogonalnom Andersonovom hamiltonijanu i analitički daje elektronsku gustoću sličnu onoj dosad dobivenoj numerički iz Kohn-Shamove formulacije. Prednost ovakvog pristupa je i u jednostavnoj interpretaciji rezultata preko stvaranja valentnih kemijskih veza s kemisorbiranim atomom.

Nastavlja se studija elektronskih spektara uzoraka adsorbiranih na metalnim površinama.

Razno

Pored spomenutog rada na jedno-dimenzionalnim neuredjenim sistemima razvija se interes za amorfne sisteme, odnosno metalna stakla, u suradnji s Odjelom fizike metala II, u čijem izvještaju su opširnije spomenute odgovarajuće publikacije.

Takodjer je nastavljeno ispitivanje ranije razvijenog "hopping" modela tuneliranja kroz izolatorsku barijeru s magnetskim primjesama detaljnom usporedbom s eksperimentalnim rezultatima za anomalije struje oko nultog napona. Pokazalo se da se ti rezultati ne mogu uskladiti s perturbacionim računom uticaja magnetskih nečistoća.

Objavljeni radovi i objavljena pozvana predavanja

- 1) I.Batistić, S.Barišić, Soliton Lattice Melting - Functional Integral Method, J.Phys.Lettres 40, 613, 1979.
- 2) I.Batistić, S.Barišić, On the Role of Amplitude Fluctuations in the $d=1$ Landau Model Sol.St.Comm.33, 603, 1980.
- 3) A.Bjeliš, S.Barišić, Short Range Ordering in TSeF-TCNQ, Sol.St.Comm. 33, 1041, 1980.
- 4) K.Uzelac, P.Pfeuty, R.Jullien, Yang-Lee Edge Singularity From a Real-Space Renormalization Group Method, Phys.Rev.Letters 43, 805, 1979.
- 5) K.Uzelac, K.A.Penson, R.Jullien, P.Pfeuty, The 1d Ising Model With a Random Transverse Field at $T=0$ From a Real Space Renormalization Group, J.Phys.A.12, L295, 1979
- 6) M.Šunjić, R.Brako, Z.Lenac, D.Šokčević: Theory of Low-Energy Electron Spectroscopy of Adsorbed Molecule Vibrations, Int.J.Quantum Chem.XII, Suppl.2,59 (1977)
- 7) Z.Lenac, M.Šunjić, D.Šokčević, R.Brako, Low-Energy Electron Scattering by Molecules Adsorbed on Metal Surface, Surface Sci.80,602(1979)
- 8) B.Gumhalter, V.Zlatic, Analytical Model of Non-Linear Screening of a Proton in a Free Electron Gas, J.Phys.C13,9,1980
- 9) B.Gumhalter, Effects of Many-Body Processes on the Spectra of Adsorbates Proc.4th Seminar of Surface Physics 1979, Acta Universitatis Wratislaviensis

Postojeći preprinti

- 1) I.Batistić, G.Theodorou, S.Barišić, Soliton Lattice Stability in a Coupled Linear Chain System.
- 2) K.Uzelac, R.Julien, P.Pfeuty, One dimensional Ising Model With Complex Longitudinal Field From Real Space Renormalization Group Method.
- 3) B.Gumhalter and V.Zlatic, Analytical model of nonlinear screening of a proton in a free electron gas.

Edicija: Proceedings of the International Conference on Quasi One-Dimensional Conductors, Springer Verlag Lecture Notes in Physics, Vols.95,96, editori, S.Barišić, A.Bjeliš, J.R.Cooper, B.Leontić.

Objavljena konferencijska saopćenja

- 1) D.Šokčević, M.Šunjić; Dispersion and Lifetime Effects on the Strengths of Intrinsic Phonon Satellites in XPS , Fizika 10, Suppl.2,464(1979)
 - 2) Z.Lenac, M.Šunjić: Low-Energy Electron Scattering by Molecules Adsorbed on Metal surfaces, Fizika 10, Suppl.2,474 (1979)
 - 3) K.Uzelac, P.Pfeuty, R.Jullien, One Dimensional Ising Model in Longitudinal real and complex field. Proceedings of the ICM 79, Conference, München 1979, J.Magn.Materials,u tisku.
 - 4) K.Uzelac, R.Jullien, K.Penson, P.Pfeuty, Real Space Renormalization Group Method for Quantum System: Yang-Lee Singularity, INTERMAG, J.of Appl.Phys., u tisku.
 - 5) B.Gumhalter, Shake-up and relaxation Effects in Core level spectroscopy of adsorbates, Fizika 10,Suppl.2,472(1979)
- Pozvana predavanja bez teksta

- 1) M.Šunjić, Nobel Symposium on Many-Body Theory of Atomic Systems, Aspen ägarden, Švedska,1979.
- 2) M.Šunjić, Symposium on Core and Surface Processes in Condensed Matter, ICTP, Trieste,1979.
- 3) M.Šunjić, Conference on the Chemisorption Bond-Electronic Structure and Formation Mechanisms Aspenäsgarden, Švedska 1979.
- 4) S.Barišić, 4th European Meeting on Ferroelectricity,Portorož,Yugoslavia,1979.
- 5) B.Gumhalter, Symposium on Core and Surface Processes in Condensed Matter, ICTP, Trieste, 1979.

III Seminari održani u IFS-u u 1979. godini

Dr S. BOSANAC, IRB, Zagreb, "TEORIJA ATOMSKIH SUDARA"	11. 1. 1979.
Dr R. ROČAK, Tvornica poluvodiča RIZ-a Zagreb, "FIZIČAR U ELEKTRONIČKOJ INDUSTRIJI - NJEGOVI ZADACI I PROFIL"	8. 2. 1979.
Dr D. KOTNIK-KARUZA, Rijeka, "ODREDJIVANJE PARAMETRA Rb ₂ MOLEKULE"	1. 3. 1979.
Prof. S. LUNDQVIST, Chalmers Univ. Göteborg, "SCREENING EFFECTS AT METAL SURFACES"	9. 3. 1979.
Ing. Ž. MAROHNIC, IFS, "TRANSPORTNA SVOJSTVA AMORFNIH FEROMAGNETA"	15. 3. 1979.
Prof. dr D. CAPLIN, Imperial College, London, "ELEMENTARY IDEAS ABOUT TRANSPARENT SEMICONDUCTORS"	29. 3. 1979.
Dr. S. STAMENKOVIĆ, Institut "Boris Kidrič", Vinča, "RAZVREDJENJE, TUNELIRANJE I FONONI U DINAMICI STRUKTURNOG FAZNOG PRELAZA"	19. 4. 1979.
Dr. V. VELJKOVIĆ, Institut "Boris Kidrič", Vinča, "KORELACIJA IZMEDJU POTENCIJALA ELEKTRON-JON INTERAKCIJE I KANCEROGENA AKTIVNOST ORGANSKIH JEDINJENJA"	20. 4. 1979.
Prof. Dr. K. KRANOLD, Univ. of Rostock, DDR, "SMALL ANGLE X-RAY SCATTERING OF GLASSES"	10. 5. 1979.
Prof. Dr. J. P. TORNNIES, Max Planck Institute, Göttingen, "OBSERVATION OF RESONANCES IN ATOMIC COLLISIONS"	21. 5. 1979.
Dr. P. HARMANEC, Astronomy Inst. Czech Acad. of Sciences, ČSSR, "PRESENT STATUS OF OUR KNOWLEDGE ABOUT BLUE (HOT) STARS"	31. 5. 1979.
Prof. J. BASS, Univ. of Illinois, USA, "ELECTRON-PHONON MANY-BODY EFFECTS IN THERMOELECTRICITY IN METALS"	7. 6. 1979.
Dr. R. COMES, Orsay, France, "DIFFUSE X-RAY AND NEUTRON SCATTERING STUDIES OF ONE DIMENSIONAL CONDUCTORS"	14. 6. 1979.
Dr. G. THEODOROU, Univ. of Crete, Greece, "STATICS AND DYNAMICS OF MODULATED STRUCTURES"	28. 6. 1979.
Prof. V. K. FEDJANJIN, Inst. for Nuclear Res., Dubna, SSSR, "NON LINEAR EFFECTS IN ONE DIMENSIONAL MAGNETIC SYSTEMS"	5. 7. 1979.
Dr. B. ALASCIO, Centr. Atomico Berilocke, Argentina, "LATTICE DYNAMICS IN FLUCTUATING VALENCE COMPOUNDS"	12. 7. 1979.
Prof. R. PICK, Paris, "ANOMALOUS DYNAMICS OF THE TRANSVERSE OPTICAL PHONONS IN CuCl"	4. 10. 1979.
Dr. W. L. WEISE, NBS, Washington, USA, "SPECTROSCOPIC DATA FOR HIGHLY IONIZED ATOMS"	5. 10. 1979.
Dr. V. ZLATIC, IFS, "PERTURBATIVNI PRISTUP ANDERSONOVOM MODELU"	11. 10. 1979.
Dr. J. DURAND, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, "NMR EXPERIMENTS IN METALLIC GLASSES"	18. 10. 1979.
Prof. Dr. G. J. MORGAN, Univ. of Leeds, U.K., "ELECTRON-ELECTRON SCATTERING IN TRANSITION METALS- COMPARISON WITH R.F. SIZE EFFECT MEASUREMENTS IN TUNGSTEN"	25. 10. 1979.

- Dr.K.ROZSA, Central Res.Inst.for Physics, Budapest, "HOLLOW CATHODE DISCHARGE LASERS" 1.11.1979.
- Dr.S.MARČELJA, Australian Nat.Univ., Canberra, "NERVNA ORGANIZACIJA VIZUELNIH PUTEVA" 8.11.1979.
- Prof.B.GOODMAN, Univ.of Cincinnati USA i ICTP, Trieste, "DYNAMICS OF THE DEGENERATE ELECTRON GAS- A MEMORY FUNCTION APPROACH" 15.11.1979.
- Ing.D.PAVUNA, Univ.of Leeds, U.K., "RASPRŠENJE NEUTRONA NA AMORFNIH METALIMA" 3.12.1979.
- Prof.G.J.MORGAN, Univ.of Leeds, U.K. "COMPUTER SIMULATION OF ELECTRON DIFFUSION AND CONDUCTIVITY in 2 AND 3 DIMENSIONAL AMORPHOUS METALS" 6.12..1979.

IV S L U Ź B A D O K U M E N T A C I J E

Voditelj biblioteke:

MARICA FUČKAR, dipl.filozof, bibliotekar

Stručni suradnik:

MLADEN MOVRE, magistar fizičkih nauka - znan.suradnik

Prikaz rada

Biblioteka je tokom 1979. godine, nastavila aktivnošću u okviru institutskih mogućnosti i zahtjeva.

FOND BIBLIOTEKE

1. knjige 2405
2. periodika 153 naslova
3. diplomske radnje 403
4. magistarske radnje 85
5. disertacije 55
6. katalozi periodike 18

NABAVNA POLIKA

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

U 1979. godini biblioteka je primala 153 domaća i strana časopisa. Kao dar pristizalo je 27, a na članstvo 37 naslova časopisa.

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

U toku 1979. godine, nabavljeno je 224 nove knjige.

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 ući u same procese studijskog i znanstveno-istraživačkog rada.

Biblioteka nastoji slijediti svojom politikom nabave, katalogizacijom, režimom posudbe, informativnom službom, potrebe znanstvenog-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 popis 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 vođenje 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 Zagreb, 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 fizike, elektrotehnike i elektronike i kompjutora i kontrole.

KATALOGIZACIJA I KNJIGA INVENTARA

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

Biblioteka vodi dvije vrste kataloga: abecedni i naslovni a predmetni katalog je u izradi.

Izrada dodatka prvom tiskanom katalogu periodike Instituta za fiziku Sveučilišta u Zagrebu (1977) planira se u 1980. godini. Dodatak će obuhvaćati 1978, 1979 i 1980. godinu.

TEHNIČKA OBRADA BIBLIOTEČNE GRADJE

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

OTPIS KNJIGA

U skladu s odredbama Zakona o bibliotečnoj djelatnosti i bibliotekama, pripremljen je otpis onih knjiga koje se smatraju izgubljenim jer ih se ni na koji način nije moglo pronaći.

Broj otpisanih knjiga iznosio bi 169 knjiga.

Financijski taj otpis nije prikazan jer se još uvijek nadamo da će se neke knjige pronaći.

RADNO VRIJEME I POSUDBA BIBLIOTEČNE GRADJE

Biblioteka radi od 8,30 do 15 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 a neuvezane na tjedan dana.

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

SURADNJA SA STRUČNIM SURADNIKOM BIBLIOTEKE

U rješavanju stručnih i svih važnijih pitanja za rad biblioteke redovno je ostvarivana suradnja sa stručnim suradnikom biblioteke mr Mladenom Movre.

FINANCIJSKI POKAZATELJ VRIJEDNOSTI BIBLIOTEKE IFS-a do zaključno 31.12.1979.godine.

- do 31.12.1979. godine, za knjige i periodiku utrošeno je ukupno 2,284.613,20 dinara.

U toku 1979. godine, utrošeno je u biblioteci za uplatu članarina znanstvenih radnika, za nabavu knjiga i periodike 489.673.35 dinara.

V. T A J N I Š T V O

Tajništvo obavlja sve administrativne, financijske, materijalne, tehničke i razne pomoćne poslove Instituta.

Tajnik:

ZDRAVKO FRANČIĆ, dipl. pravnik	1 (1)	(do 1.3.1979)
OSVIT DVORŽAK, dipl. pravnik	1 (1)	(od 15.3.1979)

Struktura i sastav:

- Služba općih poslova
- Služba računovodstva
- Nabavno-skladišna služba
- Knjižnica
- Radionica

Brojno stanje na dan 31.12.1979.

služba općih poslova	6
služba računovodstva	2
nabavno-skladiš. služba	2
knjižnica	1
radionica	2

Brojevi u zagradi označuju broj radnika od ukupnog broja koji rade s radnim vremenom kraćim od punog radnog vremena.

Program znanstvenog rada Instituta u 1979. godini financirali su:

a) Samoupravna interesna zajednica za znan. rad - SIZ-I	6,625.148,00	7.225.112,80
- SIZ-III	135.555,00	164.185,00
b) Sufinanc. znan. programa od Sveučilišta	4,069.800,00	4.721.000,00
c) PMF u Zagrebu	419.628,70	628.301,65
d) Financ.-učešće RIZ-Tvor. poluvod.	372.237,15	445.680,00
e) Ostali prihodi - NEK	1,764.523,50	2.739.718,10
- VFI (u Suduht. p. Koučar ^o) 1980.g.	454.672,95	681.300,00
- ostali	660.601,25	763.036,00
Ukupno	14,502.166,55	17.705.496,55