

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

ZAGREB

1.1. - 31.12.1981.

S A D R Ž A J

Strana

Predgovor	I
I ORGANI UPRAVLJANJA	1
II IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA	
ODJEL FIZIKE METALA I	2
Pregled istraživačkog rada	3
Popis radova	5
ODJEL FIZIKE METALA II	7
Pregled istraživačkog rada	8
Popis radova	12
ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA	15
Pregled istraživačkog rada	15
ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA	16
Pregled istraživačkog rada	17
Popis radova	23
ODJEL FIZIKE POLUVODIČA	27
Pregled istraživačkog rada	27
Popis radova	35
ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA	36
Pregled istraživačkog rada	37
ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU	41
Pregled istraživačkog rada	42
Popis radova	43
III Seminari održani u IFS-u u 1981.godini	46
IV Služba dokumentacije	48
V Tajništvo	52

PREDGOVOR

Nastavljajući plodonosan znanstveno-istraživački rad naš je Institut u 1981. godini unatoč znatno otežanim uvjetima ostvario niz zapaženih rezultata u području fundamentalnih istraživanja. Ta istaknuta aktivnost u fundamentalnoj znanosti predstavlja ujedno garanciju i polaznu osnovu, kako bismo u svakom trenutku bili u stanju okrenuti se prema potrebama primjene. Postali smo svjesni da je uz jasnije izraženu orijentaciju prema strateški važnim ciljevima razvoja društva, i neposredna korist od primjene naših osnovnih istraživanja veća. Sudeći po elanu i razboritosti s kojom znanstveni radnici prilaze istraživanjima i njihovoj primjeni, možemo s optimizmom da očekujemo povoljne rezultate već u ovom srednjoročnom razdoblju. U čestim kontaktima sa našim znanstvenim radnicima uočio sam jedan sasvim novi stav koji je u ranijim razdobljima bio nedovoljno izražen. Riječ je ukratko o tome, da svatko pri svojim istraživanjima sada postavlja sebi pitanje o konačnom cilju istraživanja i o njegovoj eventualnoj primjenljivosti. Mislim da ovako programski orijentirano istraživanje neće ugušiti potrebnu iskonsku slobodu znanstvenog istraživanja. Čak što više, povratni efekti primjene i neposrednih kontakata s industrijom zapažaju se već sada, u ponovnom oživljavanju nabave osnovnih i pratećih instrumenata za znanstveni rad. Bolja opremljenost omogućit će nam sa svoje strane da s većom efikasnošću obavljamo nimalo lake zadatke koje društvo u cjelini postavlja pred nas.

Goran Pichler

I ORGANI UPRAVLJANJA INSTITUTA

ZBOR RADNIKAPredsjednik Zbora radnika

KREŠIMIR ŠAUB, dipl.ing.fiz. - znan.asistent

SAVJET

Predsjednik Savjeta: mr ZLATKO VUČIĆ, znan.asistent

Članovi Savjeta:

BRANKO GUMHALTER, dr fiz.nauka - znan.suradnik
 MARIJAN MARUKIĆ, VKV kovinotokar
 OGNJEN MILAT, mr fiz.nauka - znan.asistent
 MLADEN PRESTER, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik (od 30.9.1981)
 SILVIA TOMIĆ, mr fiz.nauka - znan.asistent (do 30.9.1981)
 ZLATKO VUČIĆ, mr fiz.nauka - znan.asistent
 MILAN VUKELIĆ, viši tehn.suradnik
 DALIBOR VUKIČEVIĆ, mr fiz.nauka - znan.asistent

ODBOR ZNANSTVENOG VIJEĆA (do 21.11.1981)

dr SLAVEN BARIŠIĆ, znan.savjetnik - rukovodilac Odjela teor.fizike
 dr ANTUN BONEFAČIĆ, znan.savjetnik- rukovodilac Odjela fizike metala I
 dr JOHN COOPER, v.znan.suradnik - voditelj zadatka
 dr DANIJELO DJUREK, znan.suradnik - voditelj zadatka
 dr BRANKO GUMHALTER, znan.surad. - voditelj zadatka
 dr BORAN LEONTIĆ, znan.savjetnik - rukovodilac Odjela fizike metala II
 dr ZVONIMIR OGORELEC, znan.savjetnik - rukov.Odjela fiz.poluvodiča
 dr MLADEN PAIĆ, znan.savjetnik - rukov.Odjela optička svojstva kristala
 dr GORAN PICHLER, viši znan.suradnik - rukovodilac Odjela fiz.ioniz.plinova
 dr MARIJAN ŠUNJIĆ, znan.savjetnik - voditelj zadatka
 dr VLADIS VUJNOVIĆ, viši znan.suradnik - voditelj zadatka
 mr DALIBOR VUKIČEVIĆ, znan.asistent - voditelj zadatka

PREDSJEDNIK ZNANSTVENOG VIJEĆA

dr ZVONIMIR OGORELEC, znan.savjetnik - do 21.11.1981.
 dr VLADIS VUJNOVIĆ, viši znan.suradnik-od 21.11.1981.

DIREKTOR INSTITUTA

dr GORAN PICHLER, viši znan.suradnik

II IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA

ODJEL FIZIKE METALA I

Rukovodilac odjela:

ANTUN BONEFAČIĆ, doktor fiz.nauka, redovni profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik,
- do 1.12.1981.

OGNJEN MILAT, magistar fizičkih nauka - znanstveni asistent,
- v.d. od 1.12.1981.

Vanjski znanstveni suradnici:

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

DAVOR DUŽEVIĆ, doktor fiz.nauka, znanstveni suradnik
Elektrotehnički institut "R.Končar"

VJEKOSLAV FRANETOVIC, magistar fiz.nauka, asistent Farmac.fakulteta

ANKICA KIRIN, doktor fiz.nauka, docent Medicinskog fakulteta

KATARINA KRANJC, doktor fiz.nauka, redovni profesor PMF-a

DRAGAN KUNSTELJ, doktor fiz.nauka, asistent PMF-a

MIRKO STUBICAR, magistar fiz.nauka, asistent PMF-a

ANDJELKA TONEJC, doktor fiz.nauka, asistent PMF-a

ANTON TONEJC, doktor fiz.nauka, docent PMF-a

Tehnički suradnici:

Darinka Coc-Štokić, v. tehnički suradnik

Vilim Lepčičin, v. tehnički suradnik

Pregled istraživačkog rada

Istraživan je utjecaj ozračivanja na kristale n-propil Qn (TCNQ)₂ u ovisnosti o dozi, mjerenjem mikrotvrdoće po Vickersu kao i mjerenjem konstanti rešetke Weissenbergovom metodom. Promatrane su promjene u ovisnosti o dozi: od 0 sati do 20 sati zračenja brzim neutronima. Ozračeni uzorci karakterizirani su znatnim promjenama u mikrotvrdoći od oko $2 \times 10^{-8} \text{Nm}^{-2}$ za nezračene kristale do oko $6 \times 10^{-8} \text{Nm}^{-2}$ za kristale zračene 20 sati. Ponašanje i otpornost površine kristala prema jetkanju acetonitrilom slično je ponašanju mikrotvrdoće u ovisnosti o dozi. Nasuprot uočljivim promjenama mikrotvrdoće i rezistentnosti na jetkanje, nikakve promjene nisu uočene u iznosima konstanti rešetke (ref.1).

Istraživana je pojava kompozicijski induciranog cijepanja faznog prijelaza u bakar selenidu. Priroda degeneriranog faznog prijelaza u stehiometrijskom bakar selenidu analizirana je istraživanjem strukturnih promjena s temperaturom kod uzoraka s kontroliranom devijacijom od stehiometrije. Priroda faznog prijelaza prvog reda interpretirana je pomoću formiranja modulirane ionske distribucije u niskotemperaturnoj fazi duž [111] kubične osi rešetke visokotemperaturne faze.

Rad je objavljen u Physical Review B, 24(1981), 5398 (vidi ref.1, Odjela FPV).

Istraživana je kristalna rešetka i struktura niskotemperaturne faze stehiometrijskog bakar selenida tehnikama elektronske mikroskopije i difrakcije tehnikama rendgenske difrakcije na prašku i monokristalu. Potvrđeno je postojanje superstrukture u nisko-temperaturnoj fazi i određeni su parametri monoklinske superćelije. Rad je pripremljen za slanje u štampu.

Istraživan je fazni prijelaz iz niskotemperaturne normalne faze u visokotemperaturnu superionsku fazu u sistem Cu_{2-x}Se za ($1.75 < 2-x < 2.01$) tehnikom rendgenske difrakcije. Ustanovljeno je postojanje širokog dvofaznog područja između niskotemperaturne normalno vodljive faze i visokotemperaturne superionske faze. Čak i za stehiometrijski sastav Cu_2Se nadjeno je područje dvofazne ravnoteže. Revidiran je fazni dijagram (ref.2).

Istraživana je $\alpha \rightarrow \beta$ fazna granica stehiometrijskog bakar selenida na osnovu ovisnosti intenziteta Debyeovih linija i temperaturom. Iako ovisnost intenziteta pokazuje ponašanje uobičajeno za fazni prijelaz drugog reda ustanovljeno je da je isti prvog reda (ref.3).

Nastavljeno je istraživanje Moiré efekta. Dinamička teorija elektronske difrakcije primijenjena je na paralelni moiré efekt uzrokovan troslojnim kristalima kada je srednji sloj drugačije kristalne strukture. Raspodjela intenziteta duž Moiré linija je periodička funkcija sastavljena od prva dva člana Fourierovog reda pa je moguća pojava raznih profila linija. Diskutiran je utjecaj anomalne apsorpcije.

Usporedjeni su teorijski profili linija simulirani kompjuterski, s eksperimentalnim rezultatima dobivenim na elektronskim mikrografijama precipitata η -faze u obliku diska unutar matrice Al-Ni i Al-Ni-Sn . Paralelni moiré efekt studiran je i na epitaksijalnim filmovima SnTe-Sn-SnTe . Svi tipovi profila moiré linija koje predviđa teorija nadjeni su eksperimentalno a njihovo ponašanje pod raznim uvjetima, kvalitativno je potvrđeno.

Rad je objavljen u dva članka (ref.4 i 5).

Istraživani su efekti ukaljene metastabilne heksagonalne γ faza u stabilnoj kubičnoj fazi srebrom bogate slitine Ag-Sn brzo kaljene iz tekućeg stanja.

Rad je prihvaćen za objavljivanje u Journal of Materials Science u decembru 1981.god. (ref.6).

Studij međusobne veze u orijentaciji precipitata η faze u slitini Al-Ni kaljene iz tekuće faze analizom Moiré efekta na elektronskim mikrografijama saopćen je na 4 Internacionalnoj konferenciji brzo kaljenih metala (ref.7).

Uvid u neke magnetske pojave sinteriranih metalnih prašaka saopćen je na 5. Internacionalnom Okruglom Stolu o Sinteriranju (ref.8,9).

Proučavani su poluvodički materijali $(\text{A}_x\text{In}_{1-x})_2\text{C}_3$, $\text{A}=\text{Al, Ga}$, $\text{C}=\text{S, Se}$, u području bogatijem indijem, tehnikom rendgenske difrakcije. Rezultati su saopćeni na XVI Konferenciji jugoslavenskog centra za kristalografiju (ref.10).

U suradnji s RIZ-om OOUR TPV radjeno je na projektu Istraživanje i razvoj VF tranzistora snage a po točki 1. čl.2 SAS-a o suradnji IFS-RIZ.

U tu svrhu pripremljeni su uzorci slitina Au-Sb (0.4tež.% i 0.7 tež%Sb). Tehnikama rendgenske difrakcije ispitana je homogenost uzoraka i ustanovljeno je da nema faza bogatijih antimonom što je bio preduvjet za korištenje slitine za naparavanje kontaktnih filmova na silicij u cilju izrade VF tranzistora snage.

O radu je napisan Izvještaj pod brojem 177/2-1981. i predan OOUR-u TPV RIZ (ref.11)

Objavljeni radovi:

1. M.Stubičar, M.Miljak, O.Milat, J.Cooper and S.Muštra, Microhardness and X-ray diffraction studies of n-propil Qn(TCNQ)₂ in Recent Developments in Condensed Matter Physics ed.by J.I.Devreese, L.F.Lemmens, V.Evan Doren, J.van Royen (Plenum Press, New York, 1981) vol.4, p.219.
2. A.Tonejc, Phase transition from low-temperature normal phase to high temperature superionic phase in the Cu_{2-x}Se system studied by means of X-ray diffraction, in Recent Developments in Condensed Matter Physics, ed by J.T.Devreese, L.T.Lemmens, V.E.van Doren, J.van Royen (Plenum Press, New York, 1981), vol.4, p.337
3. A.Tonejc and A.M.Tonejc, X-ray diffraction study on $\alpha \rightarrow \beta$ phase transition of Cu₂Se, Journal of Solid State Chemistry, 39(1981), 259
4. K.Kranjc, D.Kunstelj, V.Marinković, Parallel Moiré efect in electron micrographs of crystal sandwiches: I Moiré patterns as predicted by the theory, Physica Status Solidi (a) 67(1981), 543
5. K.Kranjc, D.Kunstelj, V.Marinković, Parallel Moiré efect in electron micrographs of crystal sandwiches: II Comparison of theory and experiment Physica Status Solidi (a) 68(1981), 363

Radovi u tisku:

6. V.Franetović, D.Kunstelj and A.Bonefačić, The investigation of metastable ζ HCP phase in the Ag rich FCC region of Ag-Sn alloys rapidly quenched from the melt, u Journal of Materials Science, december 1981.

Sudjelovanje na konferencijama:

7. A. Bonefačić, K. Kranjc and D. Kunstelj, Study of orientation relationship of η -phase precipitates in Al-Ni alloys quenched from the melt, by using Moiré effect in electron micrographs, 4th International RQM Conference, Sendai, Japan, 24-28.VIII 1981.
8. D. Dužević, A. Kirin, A. Bonefačić, Some magnetological insight in sintering of metal powders, 5th International Round Table Conference on Sintering, Portorož, 6-10.9.1981.
9. D. Dužević, A. M. Tonejc, M. Krašovec, Metallographic and Structural Investigations of Levitation Splat Cooled Cobalt Base Cobalt Refractory Carbide Alloys, idem.
10. S. Popović, B. Gržeta-Plenković, B. Čelustka and A. Tonejc, On the X-ray diffraction study of the semiconducting compounds $(A_x In_{1-x})_2 C_3$, A=Al, Ga, C=S, Se in the In rich region, XVI Konferencija jugoslavenskog centra za kristalografiju, Skopje, 10-13.VI 1981.
11. O. Milat, Izvještaj o radu na istraživanju i razvoju VF tranzistora snage, IFS (br. 177/2-1981. od 10.2.1982).

ODJEL FIZIKE METALA II

Rukovodilac odjela:

BORAN LEONTIĆ, doktor fiz.nauka, red.profesor PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - znanstveni savjetnik,
- do 1.12.1981.

DANIJEL DJUREK, doktor fiz.nauka - znanstveni suradnik
- od 1.12.1981.

ZNANSTVENI SURADNICI:

JOHN COOPER, doktor fiz.nauka - viši znanstveni suradnik

DANIJEL DJUREK, doktor fiz.nauka - znanstveni suradnik

KATICA BILJAKOVIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

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

ZELJKO MAROHNIC, magistar fiz.nauka - znan.asistent

MARKO MILJAK, magistar fiz.nauka - znan.asistent

JAGODA LUKATELA, magistar fiz.nauka - znan.asistent

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

SILVIA TOMIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

VANJSKI ZNANSTVENI SURADNICI:

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

AMIR HAMZIĆ, doktor fiz.nauka, znan.asistent PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - znan.asistent

RUDOLF KRSNIK, doktor fiz.nauka, doc.PMF-a Sveučilišta u Zagrebu

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

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

JASNA BATURIĆ-RUBČIĆ, doktor fiz.nauka, izv.profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - viši znan.suradnik

ANTUN RUBČIĆ, doktor fiz.nauka, doc.PMF-a Sveučilišta u Zagrebu,
- znan.suradnik

IGOR ZORIĆ, doktor fiz.nauka, znan.asist.PMF-a Sveučilišta u Zagrebu,
znan.asistent

TEHNIČKI SURADNIK:

MILAN SERTIĆ, v.tehn.suradnik

Pregled istraživačkog rada

1. Amorfne slitine

a) Amorfne slitine prelaznih metala (Fe, Co, Ni) s metaloidima (BP, Si)

Mjereni su električni otpor, magnetootpor, magnetska susceptibilnost i magnetizacija. Otpor na niskim temperaturama pada kako temperatura raste, prolazi kroz minimum a zatim raste. U slitinama s manjim koncentracijama magnetskog metala (Fe, Co) nadjena je ovisnost dubine i položaja minimuma u ovisnosti o magnetskom polju. To ukazuje na jaki magnetski doprinos pojavi minimuma u tim slitinama. Rast otpora s daljim povećanjem temperature do približno jedne trećine kritične temperature feromagnetskog prijelaza u skladu je s predodžbom o nekoherentnom raspršenju vodljivih elektrona na magnonima. Daljim rastom temperature otpor je vezan s magnetizacijom onako kako to tumači teorija srednjeg polja. U okolini kritične temperature koeficijent otpora slijedi specifičnu toplinu pa je analizom rezultata mjerenja otpora dobi- ven njen kritični eksponent. U cilju upotpunjavanja slike o feromagnetskom prijelazu izradjen je uređjaj za mjerenje magnetske susceptibilnosti i izvršeno mjerenje susceptibilnosti i magnetizacije na sistemima $Fe_xNi_{80-x}B_{18}Si_2$. Dobi veni su odgovarajući kritični eksponenti u ovisnosti o koncentraciji željeza (ref.28).

b) Amorfne slitine Zr-Fe, Zr-Co, Zr-Ni, Zr-Cu

Mjeren je električni otpor u ovisnosti o temperaturi: sastavu, kritična temperatura supravodljivog prijelaza u ovisnosti o sastavu i magnetska suscep- tibilnost. U nekim slitinama Zr-Ni ista su mjerenja izvršena i nakon dopiranja vodikom. U tu svrhu izradjen je uređjaj za dopiranje vodikom (i u principu, s deuterijem).

Osnovna osobina električnog otpora tih sistema je negativni temperaturni koeficijent otpora. Veza izmedju vrijednosti otpora i temperaturnog koeficijenta otpora uglavnom je u skladu s tzv. Movij-evom korelacijom. Opadanjem iznosa otpora opada i apsolutna vrijednost koeficijenta.

Supravodljive kritične temperature Zr-Cu, Zr-Ni slitina opadaju linearno s koncentracijom 3d-metala što ukazuje na dominantan utjecaj Zr-d-elektrona. Mjerenja magnetske susceptibilnosti istih slitina doista su pokazala dominantan utjecaj Zr-d elektrona na gustoću stanja na Fermijevom nivou. Ustanovljeno je da je supravodljiva kritična temperatura viša u amorfim nego u odgovarajućim kristalnim slitinama.

U sistemima dopiranim vodikom rezultati mjerenja su pokazali da vodik formira virtualno vezano stanje koje u znatnoj mjeri mijenja elektronsku strukturu materijala. Izradjeni su i korišteni uređjaji za volumetrijsku analizu i rezultati se slažu s mjerenjima električnog otpora. U suradnji s Univerzitetom u Sussexu (Vel. Britanija) vršena su termodinamička promatranja mehanizma kristalizacije sa zanimljivim rezultatima (ref. 12, 2931).

c) Promatran je utjecaj asimetrije na svojstva Andersonovog hamiltonijana. Pokazano je da asimetrija reducira efekte kulonske korelacije. Drugim redom računa smetnje izračunate su specifična toplina, susceptibilnost, otpor, magnetootpor i termalna struja. Teorijski rezultati kvalitativno objašnjavaju ponašanje razrijeđenih metalnih otopina (ref. 6, 7 i 16 u Odjelu TF).

d) Promatrani su fazni prijelazi u sistemu opisanom hamiltonijanom izmjene koji vodi računa ne samo o spinskim nego i u orbitalnim stupnjevima slobode.

2. Kristalne legure

Nastavljena su istraživanja magnetskih svojstava sistema PtFe (0.6 - 3%) i AuFe (15-28%), koji su na niskim temperaturama karakterizirani prijelazom iz feromagnetskog (F) u "spin glass" (SG) uređenja. Na osnovu rezultata izotropnog magnetootpora i magnetske susceptibilnosti dobiven je uvid u koncentracijsku ovisnost tog prijelaza.

Za PtFe legure pokazano je da prijelaz F-SG nije direktan: snižavanjem koncentracije javlja se kvaziferomagnetsko uređenje (u njemu ni na najnižim temperaturama svi spinovi nisu uređeni), a prijelaz u SG uređenja je drugog reda za $c=1\%$. U AuFe sistemu, za $c=15\%$, javlja se miješana faza M_1 karakterizirana koegzistencijom spontane magnetizacije (tj. F uređenja) i SG uređenja transverzalne komponente spinova. Izotropni magnetootpor i magnetska susceptibilnost pokazali su postojanje M_1 faze te prijelaz F - M_1 za $c=17\%$.

Analizirani su takodjer eksperimentalni rezultati za električni otpor i specifičnu toplinu AuFe, AuCr, CuMn, AgMn i AuMn legura. Koristeći model baziran na numerički odredjenoj gustoći pobudjenih stanja za spinska stakla, dobivena su vrlo dobra slaganja za sve promatrane sisteme, a pokazana je i jednostavna veza izmedju električnog otpora i specifične topline "spin glass" legura.

3. Kvazi jednodimenzionalni organski vodiči

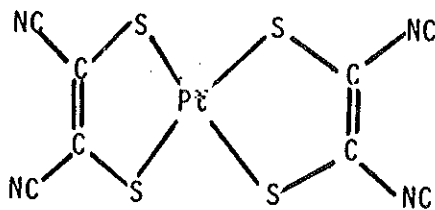
Kao i prethodnih godina nastavlja se korištenje visoko osjetljive Faradayeve aparature za mjerenje susceptibilnosti kvazi jednodimenzionalnih vodiča u području od 2-450 K.

Mjerena je magnetska susceptibilnost niza TTF-TCNQ uzoraka koji su sadržavali različite koncentracije defekata uvedenih Co^{60} γ -zračenjem. Dobiven je T^{-1} zakon u magnetskoj susceptibilnosti karakterističan za slabo neuredjene jednodimenzionalne vodiče kao što je bio i slučaj sa uzorcima zračenih neutronima. (ref.25)

Takodjer je mjerena susceptibilnost n-propyl Qn/TCNQ/2 spoja sa prenosom naboja i njegovu leguru sa n-ethyl Qn. Metal-poluvodič prelaz je potisnut od 220 do 150 K kod legiranja ali prelaz ostaje oštar. Usporedba mjerenja vodljivosti i susceptibilnosti u poluvodičkom području pokazuje veliku razliku u aktivacionoj energiji vodljivosti i magnetskih pobudjenja. Metalno ponašanje iznad prelaza (220K) je neobično za kristale gdje su TCNQ molekule grupirane u tetrade. To se pripisuje utjecaju pozitivnog naboja donora. U ovom materijalu položaj donorskih molekula favorizira nisko pokretljivo metalno ponašanje. (ref24)

Mjerena je takodjer susceptibilnost organskog supervodiča $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ i uspoređen je sa $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ koji pokazuje antiferomagnetsko uredjenje ispod 12K. Ova mjerenja u usporedbi s optičkom širinom vrpce daju informaciju o važnosti Kulonske interakcije u normalnoj metalnoj fazi. Takodjer je detektirana slaba nelinearnost funkcije - magnetizacija-polje kod PF_6 spoja od 12-18K iznad faznog prelaza a sličan efekt za ClO_4 spoj bio je jedva vidljiv ispod 5K. (ref.19)

Počela se mjeriti susceptibilnost materijala novog tipa lančastih spojeva sintetiziranih u Engleskoj. To su spojevi metal-organski kompleks baziran na slijedećoj molekuli



koji je "mješavina" između TTF molekule i Pt planarnog kompleksa.

Mjerenja magnetske anizotropije započeta su na PF_6 i ClO_4 spojevima korištenjem nove torzione kvarcne aparature. Preliminarni rezultati za PF_6 spoj jasno pokazuju antiferomagnetski spin-flop prelaz a dobivena je i angularna ovisnost

do 1.8 K. Korištenjem iste aparature pokazano je da je anomalni dijamagnetizam u HMTSF-TCNQ ekstremno anizotropan. (ref.27)

Gornji rezultati su prezentirani na CNRS-SRC-DFG konferenciji u Bad Honnef u Maju i na Boulder konferenciji u Augustu. Sada smo u procesu poboljšavanja temperaturne kontrole da se dobiju podaci između 4.2 i 40K prije slanja ovog rada za publiciranje.

Korištenjem torziona aparature jednostavna mjerenja na sobnoj temperaturi za bilo kakav anizotropni (ne kubični) kristal odmah će pokazati dali je uzorak pravi monokristal. Ova tehnika može biti korisna kod proučavanja drugih fizikalnih svojstava kao što su struktura X-zrakama i električni otpor.

U suradnji sa V.Zlaticem (OTF) računali smo frekventnu (tj. polje) ovisnost NMR relaksacionog vremena T_1 za model "metalnih segmenata" koji se može primijeniti za izvjesne lančaste vodiče specijalno one koji sadržavaju defekte od oko 1% i neke vodljive polimere. (ref.20)

Pokazano je da uz izvjesne pretpostavke diskretno elektronska energetska struktura metalnih segmenata uzrokuju da je T_1 ovisan o polju. Ovakvo ponašanje može biti prisutno gdje god su elektronska stanja lokalizirana i prema tome može biti važno za proučavanje lokalizacije u tankim metalnim filmovima.

Pri kraju godine počelo se sa mjerenjima NMR relaksacionog vremena u nekim organskim vodičima koristeći spektrometar na IFS-u koji pripada Imunološkom zavodu.

Krajem 1980. vršena su mjerenja toplinskog kapaciteta na lančastom vodiču TaS_3 kao i lančana obrada rezultata mjerenja (objavljenih u proljeće 1980) toplinskog kapaciteta i latentne topline na lančastom vodiču $NbSe_3$. Mjerenja su izvršena u temperaturnom području od 50K do 160K. Ustanovljeno je postojanje dviju anomalija i to na 145K i 58K. Utvrđeno je postojanje latentne topline za oba prijelaza i histereza od približno jednog stupnja na donjem prijelazu (58K). Objavljena su na osnovu toga dva rada, a jedan će uskoro biti objavljen. (ref.1-3)

U proljeće 1981. S.Tomić je obranila magistarski rad pod naslovom: Kalorimetrijska ispitivanja faznih prijelaza u lančastom vodiču indij triselenidu $NbSe_3$.

Tokom 1981.god. vršena su mjerenja toplinskog kapaciteta i latentne topline na lančastom vodiču TMTSF-DMTCNQ. Namjera je utvrditi utjecaj ozračivanja na oblik faznog prijelaza. Uz to se upotpunio instrumentarij za mjerenje toplinskog kapaciteta i izgradjen je uređaj za temperaturnu stabilizaciju i linearno hladjenje.

Predložen je novi način asignacije spektra dobivenih inelastičnim elektronskim tuneliranjem (IET). u metal-izolator-metal-sendvičima dopiranim s malom količinom organskih molekula. Korelacija između IET spektra TCNQ molekula i anomalna infracrvena aktivnost kompleksa koji sadrže TCNQ jaka je potvrda predloženog modela (ref.21).

Objavljeni radovi:

1. S.Tomić, K.Biljaković, D.Djurek, J.R.Cooper, P.Monceau and A.Meerschaut, Calorimetric Study of the Phase Transitions in Niobium Triselenide $NbSe_3$, Solid State Commun.38, 109, (1981)
2. S.Tomić, Fraction of Condensed Electrons and CDW Correlation Length from specific heat data for $NbSe_3$, Solid State Commun.40, 321, 1981.
3. D.Djurek, S.Tomić, Thermal conductivity of $NbSe_3$, PhysLett.85A,155,1981
4. A.Hamzić and I.A.Campbell, The ferromagnetic to spin glass transition, J.Physique-Lettres, 42, L-17, 1981.
5. G.Creuzet, A.Hamzić and I.A.Campbell, Shape magnetostriction in Pd based alloys and in Pd metal, Solid State Commun. 47, L-17, 1981.
6. A. Hamzić and I.A.Campbell, The spin glass to ferromagnetic order transition in $AuFe$ alloys, J.Physique-Lettres, 42, L-309,1981.
7. B.Korin, J.R.Cooper, M.Miljak, A.Hamzić and K.Bechgaard, Magnetoresistance Studies of HMTSF-TCNQ, Chemica Scripta, 17, 45 1981
8. A.Hamzić, R.Asozoza and I.A.Campbell, The transport properties of Heusler alloys: ideal local moment ferromagnets, J.Phys.F.Metal Phys. 11, 1441,1981
9. J.R.Cooper, M.Miljak and B.Korin, Magnetic susceptibility measurements in organic conductors, Chemica Scripta 17, 1981, 79
10. G.J.Morgan and J.R.Cooper, Electron-electron scattering in a model one-dimensional metal, J.Phys.F.11, 2091, 1981
11. M.Stubičar, M.Miljak, O.Milat, J.R.Cooper and S.Muštra, Microhardness and X-ray diffraction studies of n-propyl $Qn/TCNQ/2$ crystals after neutron irradiation, Recent Developments in Condensed Matter Physics,4,219,1981. Plenum New York.
12. E.Babić, R.Ristić, M.Miljak, M.G.Scott, G.Gregan, Superconductivity in t Nb-Zr alloys, Sol.St.Comm.39, 139,1981
13. A.Fert, A.Friederich and A.Hamzić, Hall effect in Dilute Magnetic Alloys, J.Mag.Mat.24, 231, 1981

Radovi u tisku:

14. D.Djurek, M.Prester and S.Tomić, Electric field dependent dielectric function in NbSe_3
15. D.Djurek, D.J rome and C.Weyl, Accurate thermal conductivity measurements of thin brittle samples under high pressure
16. D.Djurek, D.J rome and K.Bechgaard, Thermal conductivity of $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ under high pressure
17. D.Djurek, M.Prester, D.J rome and K.Bechgaard, Magnetic field dependent thermal conductivity in the organic superconductor $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$
18. I.A.Campbell, P.J.Ford and A.Hamzić, The resistivity of spin glasses
19. J.R.Cooper, B.Korin-Hamzić, M.Miljak and K.Bechgaard, Magnetic susceptibility of the organic superconductor $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$
20. J.R.Cooper and V.Zlati , Frequency/field dependent NMR T_1 in the interrupted metallic strand model, Solid State Comm.
21. J.R.Cooper, T.Ivezi  and I.Zori , Comparison of Iets and optical spectra of TCNQ charge transfer salts, J.Phys.C Letters 1982.

Sudjelovanje na konferencijama:

22. D.Djurek, D.J rome and C.Weyl, Thermal conductivity of $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ under high pressure, International Conference on Low Dimensional Conductors, Boulder, Colorado, USA, 1981
23. D.Djurek, M.Prester and S.Tomić, Nonlinear dielectric properties of NbSe_3 , International Conference on Low Dimensional Conductors, Boulder, Colorado, USA, 1981.
24. A.Janossy, G.Mihaly, L.Forro, J.R.Cooper, M.Miljak and B.Korin-Hamzić, Metal-Insulator transition in the charge transfer organic alloys $(n\text{-propyl}/_{1x}/n\text{-ethyl}/_x$ Quinolinium $(\text{TCNQ}/_2$, International Conference on Low Dimensional Conductors, Boulder, Colorado, USA, 1981.
25. B.Korin-Hamzi , M.Miljak and J.R.Cooper, Magnetic susceptibility of gamma-irradiated TTF-TCNQ, International Conference on Low Dimensional Conductors, Boulder, Colorado, USA, 1981.
26. J.R.Cooper, Frequency /field/ dependent NMR relaxation rate in the interrupted metallic strand model, International conference on Low Dimensional Conductors, Boulder, Colorado, USA, 1981.
27. M.Miljak and J.R.Cooper, Anisotropy in Magnetic susceptibility using a torsion method, International Conference on Low Dimensional Conductors,

- Boulder, Colorado, USA, 1981. Takodjer prezentirano na CNRS-SRC-DFG Workshop on Organic Conductors, Bad Hannef, West Germany, 1981.
28. E.Babić, M.Očko, Ž.Marohnić, H.A.Davies, I.W.Donald, Electrical resistivities of amorphous $\text{Fe}_x\text{Co}_{78-x}\text{B}_{12}\text{Si}_{10}$ and $\text{Co}_x\text{Ni}_{78-x}\text{B}_{12}\text{Si}_{10}$ alloys, International Conference on Rapidly Quenched Metals, Sendai, Japan, 1981.
 29. E.Babić, B.Leontić, J.Lukatela, M.Miljak, M.G.Scott, Transport properties of some hydrogen doped Zr-Ni metallic glasses, International Conference on Rapidly Quenched Metals, Sendai, Japan, 1981.
 30. E.Babić, B.Leontić, J.Lukatela, M.Miljak and M.G.Scott, Some transport properties of hydrogen-doped metal-metal glasses, Trends in Physics, 5th General Conference of the EPS, Istanbul, 1981.
 31. E.Babić, R.Ristić, M.Miljak, M.G.Scott, Electronic and magnetic properties of Zr-3d glasses, Proc. 4th Int. Conf. Rapidly Quenched Metals, Sendai, Japan, Aug. 24-28, 1981.

Diplomski i magistarski radovi

32. Silvia Tomić, Kalorimetrijska ispitivanja faznih prijelaza u lančastom vodiču niobij triselenidu NbSe_3 , Sveučilište Zagreb, 1981.
33. Drobac Djuro, Mjerenje inicijalne susceptibilnosti nekih amorfnih feromagneta u slabim izmjeničnim poljima, Diplom.rad, PMF, Zagreb, 1981.
34. Lučić-Lavčević Magdy, Mjerenje električnog otpora hidriranih metalnih stakala cirkonija i nikla, Diplom.rad, PMF, Zagreb, 1981.
35. Pervan Petar, Tehnika postizanja visokih vakuuma i metal-izolator-supervodič tuneliranje, Diplom.rad, PMF, Zagreb, 1981.
36. Vanpot Davorka - Uticaj vodika na transportna svojstva metalnog stakla Zr_2Ni , Diplom.rad, PMF, Zagreb, 1981.

ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA

Rukovodilac odjela:

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

Znanstveni suradnici:

VALERIJA PAIĆ, doktor medic.nauka, izv.profesor u m.
viši znanstveni suradnik

Tehnički suradnik:

VILKO PETROVIĆ, viši tehn.suradnik

Pregled istraživačkog rada

Detaljno su istraživani spektri Kubelka-Munk funkcije u ovisnosti o temperaturi i to od $\sim 5\text{K}$ do 400K spoja Ag_2HgI_4 . Pritom je uzet u obzir ciklus temperatura grijanja $293\text{K} \rightarrow 400\text{K}$, hladjenje $400\text{K} \rightarrow 5\text{K}$, hladjenje $293\text{K} \rightarrow 5\text{K}$. Dobiven je veoma opsežan eksperimentalni materijal koji treba računski obraditi, srediti i interpretirati.

Rad:

M.Paić and V.Paić, Diffuse Reflectance Spectra and Polymorphism of Mercury (II) Iodide, Phys.Stat.Sol.(a) 68 (1981) 447-455.

ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA

Rukovodilac odjela:

GORAN PICHLER, doktor fizičkih nauka, viši znanstveni suradnik
do 1.12.1981.

DALIBOR VUKIČEVIĆ, magistar fizičkih nauka, znan.asistent
v.d. od 1.12.1981.

Znanstveni suradnici:

ROBERT BEUC, dipl.ing.fizike - stručni suradnik

NAZIF DEMOLI, dipl.ing.fizike "

SLOBODAN MILOŠEVIĆ, dipl.ing.fiz. struč.surad., pripravnik

MLADEN MOVRE, magistar fizičkih nauka - znanstveni asistent

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

ČEDOMIL VADLA, magistar fizičkih nauka - znanstveni asistent

DAMIR VEZA, dipl.ing.fizike, stručni suradnik

VLADIS VUJNOVIĆ, doktor fiz.nauka - viši znanstveni suradnik

DALIBOR VUKIČEVIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

Vanjski znan.suradnici:

KREŠIMIR ACINGER, doktor elektro-tehn.nauka, Fakultet prometnih znanosti

LAHORIJA BISTRIČIĆ, dipl.ing.fiz., asist.Elektrotehnički fakultet

HRVOJE BOŽIĆ, dipl.ing.fiz., struč.suradnik Geodetskog fakulteta

VLADIMIR LOKNER, magistar fiz.nauka, struč.surad., Klinika za nukl.
medicinu, Bolnica "Dr.M.Stojanović"

KREŠIMIR PAVLOVSKI, dipl.ing.fiz., struč.surad. Geodetskog fakulteta

JADRANKA RUKAVINA, dipl.ing.fiz., istraživač, TEŽ

VLADIMIR RUŽDJAK, doktor fiz.nauka - znan.suradnik, Geodet.fakultet

BOJAN VRŠNAK, dipl.ing.fiz., struč.surad.pripr., Geodetski fakultet

Tehnički suradnik:

ZDENKO VOJNOVIĆ, viši tehnički suradnik

Pregled istraživačkog rada

1. Interakcija atoma i širenje spektralnih linija

a) Istovrsni atomi

U području međudjelovanja istovrsnih alkalijskih atoma i s tim povezanim širenjem rezonantnih spektralnih linija proteklih godina učinjen je značajan napredak u teorijskom i eksperimentalnom pogledu. U želji da proširimo naša saznanja započeli smo s istraživanjima difuznih vrpce i širenja drugog rezonantnog dubleta.

Istraživanja apsorpcionog spektra dobivenog u čistim kalijevim parama provedena su u posebnim toplovodnim pećima u namjeri da se ispitaju određene difuzne vrpce i utjecaj raznih plemenitih plinova na pogranične zone. Ustanovljeno je da se maksimum kalijeve difuzne vrpce nalazi na 5750 nm u apsorpcijskim mjerenjima, dok sva emisiona mjerenja daju maksimum kod 572,5 nm. Primijećeno je da se difuzne vrpce ovog tipa javljaju na kratkovalnom kraju B-X vrpce. U spektru su kod velikih gustoća atoma nadjene i neke druge vrpce difuznog karaktera, također nepoznatog porijekla. Od svih plemenitih plinova samo je helij ostvarivao relativno mirnu pograničnu zonu, dok su se kod primjene neona, argona, kriptona i ksenona javljale turbulencije kvaziperiodičkog karaktera što se lijepo opažalo u apsorpcijskim spektrima kod većih tlakova plemenitog plina i kalija (ref.6).

Apsorpciona mjerenja u čistim parama cezija i rubidija izvršena su sa svrhom da se odredi omjer van der Waalsovih konstanti širenja u drugom dubletu u funkciji spin-orbit interakcije. Primijenjena je standardna tehnika s kivetama od pyrex stakla. Utvrđeno je da je omjer van der Waalsovih konstanti jake i slabe linije drugog dubleta 0,7 za cezij i 0,9 za rubidij, što je vjerojatno posljedica veće spin-orbit interakcije atoma cezija u odnosu na atom rubidija. Kod većih koncentracija cezija ($>10^{16}$ atoma/cm³) na kratkovalnoj strani jake komponente javlja se zanimljiva difuzna vrpca nepoznatog porijekla. Predloženo je tumačenje pomoću modela u kojem se uslijed ionsko-kovalentne interakcije stvara izbjegnuto presjecanje potencijalnih krivulja. Pri tome se formira minimum u potencijalnoj krivulji ionskog karaktera, koji je odgovoran za stvaranje difuzne vrpce. Rad je dovršen i pripremljen za štampu (ref.12).

Prvi dio istraživanja širenja litijevih i natrijevih linija uslijed rezonantne interakcije je dovršen i pripremljen za štampu (ref.13), a o početku tog istraživanja bilo je izvješteno na konferenciji u Berlinu 1980.godine (ref.2)

Pregled dosadašnjih teorijskih i eksperimentalnih radova na području vlastitog širenja spektralnih linija metalnih para dan je u ref.1. U ref.3 prikazan je eksperiment i objašnjenje pojave plavih satelita u dalekim krilima prvih rezonantnih linija alkalijskih para. U ref.4 prikazan je eksperiment i teorijsko objašnjenje strukturiranog kontinuuma koji se pojavljuje u laserom induciranoj fluorescenciji na cezijevim parama. Premda je ovdje na zadovoljavajući način objašnjen nastanak strukturiranog kontinuuma kod 610nm, tri blisko smještene difuzne vrpce kod 710 nm i dalje ostaju velika zagonetka cezijevog spektra. Difuzne vrpce kod 710 nm u cezijevom spektru srodne su sa difuznom vrpcom kod 575 nm u kalijevom spektru, jer se takodjer javljaju na kratkovalnom kraju B-x vrpce.

b) Raznovrsni atomi

U okviru spektroskopskih istraživanja u parama alkalijskih mješavina, posebno je istraživano širenje rezonantnih linija alkalijskih atoma jedne vrste pod utjecajem alkalijskih atoma druge vrste. Mjerenja su vršena u područjima udarne i kvazistatičke aproksimacije, pri čemu je obuhvaćeno i prelazno područje.

Apsorpcionom metodom kvantitativno je određeno udarno i kvazistatičko širenje prvih rezonantnih linija kalija širenih rubidijevim atomima. U dalekim krilima kalijevih linija, uz satelite koji su posljedica K-K i Rb-Rb interakcije, identificirani su i sateliti koji su uzrokovani K-Rb interakcijom (ref.26). Kvalitativno je određeno širenje u kvazistatičkom području cezijevih linija rubidijem.

Metodom laserske fluorescencije (radjeno na Institutu za eksperimentalnu fiziku u Kielu, SR Njemačka - Č. Vadla) ispitana su oba tipa širenja natrijevih linija cezijem, rubidijem i kalijem i ustanovljeno je odstupanje od teorijskih proračuna provedenih u aproksimaciji, koja u slučaju mješavina težih alkalija daje vrlo dobro slaganje s eksperimentom.

U izgradnji je eksperimentalna postava, čija je osnovna namjena interferometrijsko određivanje koncentracija atoma u mješavinama alkalijskih para, što će omogućiti bolje kvantitativno mjerenje profila spektralnih linija.

Izračunate su potencijalne krivulje dalekodosežne interakcije za sistem kalij-cezij. Kao smetnja je uzeta elektrostatska dipol-dipol interakcija, a račun je proveden do drugog reda računa smetnje, uz zanemarivanje efekata prekrivanja. Odgovarajuća sekularna determinanta je reda 24×24 , a kao baza su odabrani produkti atomskih valnih funkcija koji odgovaraju slijedećim energetskim nivoima razdvojenih atoma: $K(4^2P_{3/2}) + Cs(6^2S_{1/2})$, $K(4^2P_{1/2}) + Cs(6^2S_{1/2})$, $K(4^2S_{1/2}) + Cs(6^2P_{3/2})$ i $K(4^2S_{1/2}) + Cs(6^2P_{1/2})$.

Izračunate su i odgovarajuće molekularne apsorpcione jakosti oscilatora i konstruiran je apsorpcioni profil kvazistatičkih krila kalijevih rezonantnih linija širenih cezijem. Izračunate efektivne C_6 konstante su $1,78 \times 10^{-29} \text{s}^{-1} \text{cm}^6$ za jaku i $2,35 \times 10^{-29} \text{s}^{-1} \text{cm}^6$ za slabu komponentu i vrlo dobro se slažu s odgovarajućim eksperimentalnim vrijednostima koje su: $(1,5 \pm 0,3) \times 10^{-29} \text{s}^{-1} \text{cm}^6$, odnosno $(2,4 \pm 0,5) \times 10^{-29} \text{s}^{-1} \text{cm}^6$ (ref.5 i 14).

Isti račun primijenjen u slučaju interakcije natrija s kalijem, rubidijem i cezijem ne daje slaganje s eksperimentom. Preliminarni računi, koji uključuju i elektrostatsku dipol-kvadrupol interakciju daju kvalitativno slaganje s eksperimentom. Pokazuje se da je za objašnjenje satelita opaženih u apsorpcionom spektru mješavine kalijevih i rubidijevih para (ref.26) osim dipol-dvadrupol interakcije potrebno uključiti i interakciju izmjene.

U toku su računi matičnih elemenata elektrostatske interakcije koji daju korektnu rezultate na malim međuatomskim udaljenostima. Naime, razvoj elektrostatske interakcije po multipolima daje za male međuatomske udaljenosti divergentan rezultat.

Radovi na mješavinama različitih alkalija nastaviti će se u svrhu što boljeg upoznavanja međudjelovanja raznovrsnih alkalijskih atoma i mogućnosti da se osnovni rezultati istraživanja mogu konkretno primijeniti na primjer u rasvjeti.

Izvršena su mjerenja na toplovodnoj peći u smjesi kalijevih para i plemenitih plinova u namjeri da se odrede točne pozicije plavih satelita uz prve i druge rezonantne linije kalija. Svrha ovog rada bila je da se pomoću točnih položaja satelita odredi dodatni parametar u teorijskim računima modelpotencijala za interakciju, primjerice kalij-argon atomskog para. Dio ovih istraživanja bit će publiciran u ref.10. Opsežnije o tome napisan je rad, koji je pripremljen za štampu (ref.11).

c) Procesi ionizacije i fotoplazma

Izučavanje primarnih procesa ionizacije koji od neutralnog plina ili metalne pare stvaraju plazmu oduvijek je bilo značajno za područje fizike plazme. Primjenom laserskog svjetla ili nekog drugog snažnog nekoherentnog izvora svjetlosti atomi se mogu prevesti u pobudjena stanja. Pri sudarima tako pobudjenih atoma može nastupiti ionizacija pa se govori o stvaranju fotoplazme. U svrhu što boljeg upoznavanja s ovim problemom studirani su procesi ionizacije koji se javljaju pri atom-atom sudaru, u ioniziranom plinu i u metalnim parama, optički ekscitiranima. Obavljen je pregled parametara atoma i dvoatomskih molekula alkalija (ref.32). U suradnji s Univ.Lenjingrad ispitivana je ionizacija u parama žive, s dušikom kao dodatkom (ref.15).

Odredjen je koeficijent reakcije za asocijativnu ionizaciju pri sudaru dva atoma žive na medjustabilnom stanju 6^3P_0 . Do vrlo velike populacije tog stanja doveli su neelastični sudari druge vrsti s molekulama dušika.

d) Spektroskopija plazme

Mjerenje atomskih parametara u relativno nisko-temperaturnoj plazmi spada u red standardnih ispitivanja u našem odjelu.

Na osnovi višegodišnjih mjerenja u termičkom luku u mješavini F_2 -Ar- H_2 , sa spektroskopski odredjenom temperaturnom i elektronskom koncentracijom, odredjene su relativne vjerojatnosti prijelaza 34 linija FI (uključujući 6 multiplleta) i parametri širenja za 28 linija FI. U analizi totalnih intenziteta i širina Voigtovih profila korištena je grafička metoda razradjena u odjelu. Poluširine spektralnih linija kod elektronske koncentracije od $1,5 \times 10^{23} m^{-3}$ veoma se dobro podudaraju s teoretskim vrijednostima. Rezultati rada pripremljeni su u dvije publikacije (ref.16 i 17).

2. Koherentna optika i holografija

U proteklom razdoblju glavni rezultati istraživanja pokazali su upotrebljivost blok defokusiranog sfernog Fabry-Perot interferometra za analizu spektralnih (modalna struktura) karakteristika pulsnih izvora koherentnog zračenja. Takodjer pokazana je upotrebljivost BDSFP-a za mjerenje transverzalne (prostorne) koherencije laserskog zračenja. Analizirano je zračenje rubinskog lasera. Trajanje istraživanog pulsa mjereno je ultrabrzim detektorom. Razvijen je uređaj koji kao detekcioni sistem koristi BDSFP te digitalizator slike koji u on-line sprezi s miniračunalom daje "trenutačnu" analizu upadnog zračenja. Ispitivana su i svojstva BDSFP interferometra obzirom na kut upada koherentnog zračenja (ref.18 i 19).

Završeno je istraživanje trošenja površine optičkom korelacionom metodom (ref.20).

Ustanovljen je egzaktni postupak za optimizaciju optičkog prilagodjenog filtera Vander Lugt-ovog tipa (ref.21).

Razvijen je teoretski model za optimizaciju optičkog prilagodjenog filtera obzirom na nelinearne karakteristike fot.materijala (ref.22).

Ostvarena je značajna suradnja s institutom za biomehaniku ortopedske klinike u Münchenu na projektu "Redefinicija biomehanike sakroiliacalnog sklopa" (ref.33).

Nastavljeno je istraživanje bitnih biomehaničkih funkcija sklopova ljudskog skeleta (ref.34 i 45).

Završen je rad na komparativnom ispitivanju plazme slobodno gorećeg luka Marinkovićeovog tipa (ref.23).

3. Neposredna razmjena rada s privredom

Osim toga nastavljen je značajan rad na industrijskoj primjeni optike koherentnih polja kroz neposrednu razmjenu rada. Za "SOKO" Mostar izvršena su preliminarna ispitivanja i izradjen elaborat o ispitivanju bez razaranja sačastih struktura koje se koriste u zrakoplovnoj industriji (ref.35).

Za "Industragradnju" Zagreb, usavršen je Hololab uređaj za navodjenje klizne oplata, posebno s obzirom na korištenje u teškim klimatskim uslovima (ref.46).

Za "INU" razvijen je laserski daljinar za male udaljenosti za trajno praćenje nivoa tekućina s točnošću od 1-10 mm na udaljenostima od 130 m (ref.47).

Za RSUP SRH i SSUP izvršena su preliminarna istraživanja i izradjen idejni projekt uređaja za automatsku identifikaciju otisaka. Postupak je zasnovan na primjeni optičke korelacione metode (ref.48)

Istraživanje atomskih sudarnih procesa i širenja spektralnih linija metalnih para našlo je svoju prirodnu podršku u suradnji s Tvornicom električnih žarulja u Zagrebu, posebno u okviru razvoja visokotlačnih natrijevih i metal-halogenih lampi. Potpisan je samoupravni sporazum o dugoročnoj suradnji i posebni godišnji dodatak sa zadacima za tekuću godinu. Ovo je potaklo svojevrsnu orijentaciju naših fundamentalnih istraživanja kako bi se rezultati mogli primjenjivati u konkretnijim problemima, koji dijelom zahvaćaju i tehnologiju proizvodnje. Konkretno su istražene nove mogućnosti sastavljanja visokotlačnog natrijevog žiška, razmatrane su razne kombinacije punjenja u svrhu dobivanja što kvalitetnijeg spektra. Nadalje su istraživane specijalne metal-halogene lampe promjenjivog sastava punjenja u žišku od kvarca. Budući da metal-halogene lampe predstavljaju relativno novi proizvod koji se na svjetskom tržištu nije stabilizirao, ovdje se otvaraju mnoge nove mogućnosti za povećanje efikasnosti i kvalitete tih lampi. Radili smo na ostvarenju unašanja u žižak nekih alkalijskih elemenata u svrhu obogaćivanja siromašnijih dijelova vidljivog spektra. U okviru plodne suradnje s TEŽ-om realizirani su i neki drugi zadaci manjeg opsega i izvan poslova opisanih u sporazumu o suradnji. Ovom suradnjom započet je važan proces povezivanja fizičara u neposrednoj proizvodnji i fizičara u znanstvenim institucijama, koji

mного obećava ukoliko će biti trajno održavan.

4. Fizika Sunca i zvijezda

U području fizike Sunca nastavljeno je istraživanje prominencija. Detaljno je istražena petljasta prominencija od 26. rujna 1963. na podlozi spektrografskih materijala Astronomskog instituta čehoslovačke akademije nauka u Ondrejovu (ref.7). Utvrđeno je da materija petljastih prominencija pada duž tijela prominencija slobodnim padom pod utjecajem Sunčeve gravitacije. Iz linija H-beta i D3 je određena kinetička temperatura i mikroturbulentna brzina u nogama prominencije. Pored toga ocijenjena je i gustoća H atoma. U ref.37 nastavljeno je istraživanje dinamike eruptivnih prominencija te popratni efekti prilikom pojava erupcije. Korišteni su opažački materijali sa Opservatorija Hvar (Halfa filtergrami) te podaci o radiovalnom zračenju Sunca u vrijeme erupcije (Opservatorij Trst i Solar Geophysical Data). U trenutku početka akceleracije tijela prominencije uočeno je povećanje radiovalnog fluksa (bura šumova tipa I). Neposredno nakon maksimuma akceleracije u decimetarskom području započela je velika aktivnost tipa III, što je čest slučaj prilikom pojava erupcija prominencija. Dva dana nakon erupcije kondenzirala se nova prominencija iznad iste neutralne linije fotosferskog magnetskog polja. Procijenjeni su razni fizikalni uslovi u prominenciji iz čega je određen intenzitet magnetskog polja. Rezultati su u skladu sa dosadašnjim promatranjima.

Dan je pregled promatranja i detaljan opis opaženih bljeskova u periodu međunarodnih akcija Godine Sunčevog maksimuma (SMY) i post-SMY (ref.40 i 41). Detaljne analize najzanimljivih pojava su u toku i bit će objavljene kasnije.

Pregled i planovi solarnih istraživanja u Jugoslaviji u bližoj budućnosti dani su u ref.38.

Analizirani su podaci za tri bljeska opaženih sa tla. Glavni zaključci su da povećanje sjaja u H- α iji započinje nekoliko minuta prije impulzivnih, pojavala u tvrdim X-zrakama, da se zagrijavanje prije samog bljeska i impulzivnih faza odvija u petljastim strukturama čiji je promjer oko 7000 km i da je nakon impulzivne faze prisutna plazma bljeska u mnogo većem volumenu (oko 200 puta većem). Postoje indikacije da su elektroni energije od 100-500 keV ubačeni u taj veći volumen i koronu za vrijeme impulzivne faze (ref.8).

U području zvijezdane astrofizike nastavljena su istraživanja Be zvijezda, tj. zvijezda ranih sp. tipova sa omotačem. Tokom godine na Opservatoriju Hvar fotometričano je sistematski oko 40 odabranih Be zvijezda. Cjelokupan promatrački materijal je reduciran i priredjen za daljnju analizu. Nakon višegodišnjih

fotometrijskih i spektroskopskih mjerenja analizirana je o Andromedae (ref.36). Ta sjajna Be zvijezda, inače promatrana je već preko 90 godina i u više navrata je pokazala spektralne i fotometrijske promjene. U radu su analizirana sva raspoloživa spektroskopska i fotometrijska mjerenja u cilju nalaženja periodičnosti njenih promjena. Jedini pozitivni rezultat u analizi radijalnih brzina je 25,9-godišnji period. Iz fotometrijskih podataka pomoću filtriranja odstranjen je taj dugogodišnji period, ali ni tada nije nađen neki kraći period. Izgleda da su promjene neperiodičnog karaktera.

Izuzetno jaka korelacija između svjetlosnih promjena i dugogodišnjih spektralnih promjena nađena je za Be zvijezdu V1294 Aql koja je sistematski na Opservatoriju Hvar mjerena 1979, 1980. i 1981. godine. U minimumu radijalnih brzina zvijezda je najsjajnija i vice versa. To je svojstvo karakteristično za zvijezde tipa cefeida i ne slaže se sa hipotezom prema kojoj bi Be zvijezde imale izduženi prstenasti omotač. Uočena je sličnost sa zvijezdama 28 Tau i 88 Her (ref.24).

Transformacija kvarskog fotometrijskog sistema na standardni širokopojasni fotometrijski sistem, ranije dobivena eksperimentalno, provedena je numeričkim simulacijama (ref.9 i 42). Konvolucijom funkcije odziva fotometrijskog sistema, koja je konstruirana iz laboratorijskih vrijednosti, i energetskih raspodjela zvijezda, mogu se odrediti transformacijski koeficijenti. Rezultati numeričkih simulacija su u skladu sa ranijim eksperimentalnim vrijednostima. Diskutirani su efekti koji mogu utjecati na funkciju odziva fotometrijskih sistema i na takve proračune.

Objavljeni radovi:

1. G.Pichler, Self-broadening in metal vapors, "Spectral Line Shapes", 1981 Walter de Gruyter and Co. Berlin, Editor: B.Wende, p.827
2. D.Veža and G.Pichler, Quasistatic self-broadening of Li and Na first resonance lines "Spectral line shapes", ibid. p.845
3. M.Movre, D.Veža, G.Pichler and K.Niemax, Triplet satellite bands in the very far blue wings of the self-broadened alkali D lines "Spectral line shapes", ibid, p.851
4. R.J.Exton, G.Pichler and J.Tellinghuisen, Structured continuum in the fluorescence spectrum of Cs₂, "Spectral line shapes", ibid p.983
5. Č.Vadla, R.Beuc and M.Movre, Quasi-static wings of K spectral lines broadened by Cs, Spectral line Shapes, ibid. pp 751
6. S.Milošević and G.Pichler, Investigation of absorption spectra of pure dense potassium vapor, Fizika 13 (1981) 377-81

7. V. Ruždjak, The loop prominence of September 26, 1963, Bull. AstrohInst. Czechosl., 32, (1981) 144-147
8. D.M. Rust, A. Benz, G.J. Rurford, G. Nelson, M. Pick and V. Ruždjak, Optical and Radio Observations of the 29 March, 30 April and 7 June 1980 flares recorded by the Solar Maximum Mission, Astrophys.J., 244, (1981), L179
9. K. Pavlovski, Simulated Numerical Transformation Between Similar Wide Band Photometric Systems, Hvar Obs. Bull 5 (1981) 1-23

Radovi u tisku:

10. D. Düren, E. Hasselbrink, S. Milošević, G. Pichler and H. Tischer, On the $\frac{1}{2}$ potentials for the interaction of K(4P) and K(5P) with Argon.
11. S. Milošević and G. Pichler, The locations of the satellite bands of the potassium broadened by noble gases.
12. I. Krajcar and G. Pichler, Van der Waals constant ratios for the Rb and Cs self-broadened second resonance doublets
13. D. Veža and G. Pichler, Emission measurements in the wings of self-broadened lithium and sodium resonance lines,
14. R. Beuc, M. Movre and Č. Vadla, Blue asymmetry of potassium resonance lines broadened by caesium atoms
15. V. J. Sepman, V. A. Ševerev, V. Vujnović, Asocijativnaja ionizacija pri parnyh stolknovenij 6^3P_0 Vozbuždehnyh atomov rtuti
16. V. Lokner, Č. Vadla, V. Vujnović, Relative transition probabilities of FI spectral lines in the visible
17. Č. Vadla, V. Lokner, V. Vujnović, Half-widths of the FI spectral lines in the visible
18. Džubur A, Peršin A, Vukičević D, Spectrum and transversal Coherence Analyser of Pulsed Laser Radiation. Quasi-Confocal Fabry-Perot Interferometer II
19. D. Vukičević, Block Defocused Spherical Fabry-Perot Interferometer II, A reliable instrument for the application in pulsed holography
20. K. Acinger, D. Vukičević, The Tappet's wear investigation by measuring optical correlation function of the surface.
21. L. Bistričić, N. Demoli, K. Acinger, D. Vukičević, Influence of the non-linear behaviour of foto-sensitive material on the Vander-Lugt's filter optimization
22. N. Demoli, M. Movre, D. Vukičević, The non-linear theory of the VanderLugt filter synthesis
23. M. Sekulić, Lj. Istrefi, D. Vukičević, G. Pichler, Investigation of the free burning arc by two methods, by Spectroscopy and by Holographic Interferometry
24. J. Horn, H. Božić, P. Harmanec, P. Koubsky, K. Pavlovski, Fždarsky, Properties and Nature of Be and Shell Stars, 11. A Notable Correlation between Long-term Spectral and Photometric Variations of V1294 Aql (HD 184279)
25. L. Krivsky, M. Karlicky, A. Tlamicha, V. Ruždjak, H. Urbarz, The Flare on March 28, 1980 and its coronal Radio and Transient Effects

Sudjelovanje na konferencijama:

26. Č.Vadla, R.Beuc, M.Movre and G.Pichler, Satellite bands in K^{Rb} mixture, European Conference on Atomic Physics, April 6-10, 1981, Heidelberg, Book of Abstracts, p.360
27. G.Pichler, Laserska spektroskopija difuznih vrpca u alkalijskim parama II Jugosl.simpozij o fizici atomskih sudarnih procesa, St.Toplice 8-10.6.1981.
28. M.Movre, Elektrostatska interakcija alkalijskih dimera, ibid
29. R.Beuc, Daleka kvazistatička krila kalijevih rezonantnih linija širena cezijem i rubidijem, ibid
30. S.Milošević, Interakcija K-K i K-plemeniti plinovi, ibid
31. I.Krajcar, Utjecaj fine strukture na dalekodosežnu interakciju Cs 7P+Cs 6S, ibid
32. V.Vujnović, Neki procesi ionizacije optički pobudjenih atoma, ibid.
33. S.Vukičević, W.Peitz, D.Vukičević, I.Vinter, M.Bergmann, Holographic Study of the Stresses in the Normal Pelvis with Particular Reference to the Movement of the Sacrum, Abstract published in: J.Biomechanics, 1982. Paper published in Proc.3rd Conf.on EuropSoc.rom. Ed.R.Hupskes, Martines Nijhgff publ.Netherlands, 1982.
34. D.Vukičević, S.Vukičević, I.Vinter, K.Sanković, Holographic Investigations of the Human Pelvis, "Optics in Biomedical Sciences", Springer-series in Optical Sciences, Eds. G.von Bally and P.Greguss, Proc.of the XII ICO Congress Sattelit Meeting, held in Graz Sept.1981, Berlin,Heidelberg, New York, 1982.
35. D.Vukičević, S.Demirović, Primjena holografske interferometrije za ispitivanje bez razaranja sačastih struktura, Zbornik kongresa JADA, Beograd,Nov.1981.
36. J.Horn, P.Koubsky, J.Arsenijević, J.Grygar, P.Harmanec, S.Križ, Fždarsky, K.Pavlovski, Radial-velocity and Photometric Variations of α And:Critical Evaluation of Possible Periods, u "Be Stars", IAU Symp.98 (eds.M.Jaschek and H.G. Groth), D.Reidel Publ.Co., Dordrecht (1981)
37. V.Ruždjak, B.Vršnak, The eruptive prominence of August 18, 1980,Pročof Intern.Workshop "Solar Maximum Year", Soviet Academy of Sciences,Moscow, p.236
38. A.Kubičela, V.Ruždjak, Near future research in solar physics in Yugoslavia Proc.Workshop "Near future plans for solar research", Oxford,(1981) p77
39. V.Vujnović, Associative ionization and sodium in the atmosphere of planetary system bodies, VI European Regional meeting in astronomy,Dubrovnik,19-23.10.1981.

Stručni, diplomski, magistarski radovi i inovacije:

40. V.Ruždjak, B.Vršnak, N.Novak, Observations carried out at Hvar Observatory during SMY, Hvar Obs.Bull. 5 (1981) 31-40
41. V.Ruždjak, B.Vršnak, N.Novak, Post SMY observations at Hvar Observatory May-June 1981, Hvar Obs.Bull.5,(1981) 41

42. K.Pavlovski, Transformacije širokopojasnih fotometrijskih sistema, Sveučilište u Zagrebu, 1981. (dipl.rad)
43. I.Krajcar, Odredjivanje van der Waalsovih konstanti dalekodosežne interakcije iz drugog dubleta glavne serije Rb i Cs, PMF, Zagreb, 1981, (dipl.rad)
44. S.Milošević, Istraživanje interakcije K-K i K-plemeniti plinovi, PMF, Zagreb, 1981 (dipl.rad)
45. D.Pavlin, Analize naprezanja i deformacija na skeletu lubanje kod djelovanja srodnih ortodontijskih naprava temeljene na metodi holografske interferometrije Magistarski rad, Stomat. fakultet, Zagreb, 1981.
46. Projektna dokumentacija (pripremljeno za patentnu prijavu)
47. Projektna dokumentacija (pripremljeno za patentnu prijavu)
48. a) Projektna dokumentacija
b) Tri elaborata koji analiziraju različite aspekte primijenjivosti metode
c) "Hololab" uređaj za automatsku identifikaciju otisaka prstiju
6,5 minuta color-TV program koji demonstrira primjenu "Hololab" uređaja (prilog projektnoj dokumentaciji)

ODJEL FIZIKE POLUVODIČA

Rukovodilac odjela

ZVONIMIR OGORELEC, doktor fizičkih nauka, redovni profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik,
- do 1. 12. 1981.

ZLATKO VUČIĆ, magistar fizičkih nauka - znanstveni asistent,
v.d. od 1. 12. 1981.

Znanstveni suradnici:

Ivica Aviani, dipl.ing.fizike - stručni suradnik
Vlasta Horvatić, dipl.ing.fizike "
Marijan Ilić, dipl.ing.fizike "
Zlatko Vučić, magistar fiz.nauka - znan.asistent

Vanjski znanstveni suradnici:

Zvonimir Ogorelec, doktor fizičkih nauka, redovni profesor PMF,
Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik

Pregled istraživačkog rada:

1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja superionskih vodiča prije svega je fazni prijelaz (i) u superionsku fazu. Spoznajom prirode faznog prijelaza na odredjenom pogodnom a iznad svega jednostavnom sistemu omogućuje postavljanje parametara za generalizaciju rješenja prirode faznih prijelaza složenijih, ali zato za primjenu pogodnijih sistema. Stoga je orijentacija na bakar selenid upravo rukovodjena ovim principima imajući kao podlogu slijedeće razloge:

- a) to je jednostavan dvokomponentni spoj kojega grade jeftine i tako dostupne komponente
- b) tehnologija sinteze je jednostavna
- c) spoj je vrlo stabilan i resistentan na vanjske utjecaje

Po orijentaciji Cu-Se sistem je miješani elektronsko-ionski vodič što ga ističe kao kandidata za elektrodu u komercijalnim baterijama s bakrom kao vodljivim ionom. Svojstvo miješane vodljivosti rezultat je sposobnosti sistema da egzistira u širokom području nestehiometrije Cu_{2-x}Se . Upravo ova komponenta - nestehiometrija omogućila je bolji uvid u prirodu ion-ion interakcije i njen utjecaj na fazni prijelaz.

Istraživanja su provedena upotrebom dostupnih eksperimentalnih tehnika koje omogućuju realizaciju postavljenih ciljeva:

- a) strukturna mjerenja (rendgenska i elektronska difrakcija)
- b) električna mjerenja (elektronska i ionska vodljivost)
- c) termičke mjerenja (DTA, specifični termički kapacitet, termička dilatacija).

Rezultati istraživanja detaljnije su obradjeni po cjelinama koje su ili publicirane ili predane u štampu za publiciranje.

2. Kompozicijski inducirano cijepanje faznog prijelaza u bakar selenidu

Ovo istraživanje poduzeto je s ciljem da se ustvrdi kakav utjecaj imaju stehiometrijske devijacije na karakter faznog prijelaza iz niskotemperaturne nevodljive u visokotemperaturnu, vodljivu fazu bakar selenida. Taj spoj odabran je zbog toga što se može preparirati s relativno vrlo različitim sastavima. Mjerilo je termička ekspanzija uzroka, elektronska difrakcija i elektronska vodljivost. Za stehiometrijske uzorke, Cu_2Se , utvrđeno je da im niskotemperaturna faza predstavlja superstrukturu romboedarski deformirane FCC podstrukture visokotemperaturne faze. Superstruktura nije ništa drugo nego uredjeni kationski podsistem unutar tzv. kaveza kojeg čine nepokretni Cu i Se ioni. Na $T_c=140^\circ\text{C}$ zbiva se fazni prijelaz prvog reda na kojem kationski podsistem doživljava uneredjenje, a kavez se transformira iz romboedarske u kubičnu simetriju. Premda kavez doživljava relativno male promjene na faznom prijelazu, latentna toplina je velika. Važan podatak o superstrukтури nisko-temperaturne faze je i to da ona ima dvostruku periodičnost u smjeru (111)

bazične kubne rešetke: iza para b-d ravnina s manjom gustoćom iona slijedi par b-d ravnina s većom gustoćom iona. Ovu periodičnost nazvali smo Modulirana ionska distribucija. Romboedarska deformacija kaveza vjerojatno je posljedica takve distribucije.

Za nestehiometrijske uzorke, između sastava Cu_2Se i $\text{Cu}_{1,988}\text{Se}$, utvrđeno je cijepanje faznog prijelaza. Prijelaz na nižim temperaturama je drugog reda i odgovara tipu red-nered prijelaza. Visokotemperaturni prijelaz, međutim, zadržao je sve karakteristike prijelaza nadjene u stehiometrijskim uzorcima. Modulirana ionska distribucija nestaje tek na tom prijelazu, a ostaje potpuno sačuvana pri niskotemperaturnom prijelazu. Unaredjenje kationskog podsistema je "dvodimenzionalno" i zbiva se u ravninama okomitim na smjer (111).

Na kraju, za nestehiometrijske uzorke sa sadržajem bakra manjim od $\text{Cu}_{1,988}\text{Se}$ primijećuje se i cijepanje niskotemperaturnog prijelaza u dva nedegenerirana prijelaza. Najniži prijelaz na temperaturnoj skali odgovara uneredjenju drugog dosega.

Nadjeni fazni dijagram novi je doprinos fizici superionskih vodiča. On pokazuje da su stehiometrijske devijacije bitan parametar koji određuje prirodu faznih prijelaza. Vrlo je vjerojatno da se zaključci mogu primijeniti i na druge superionske vodiče s mnogo užim područjem stehiometrijskih devijacija (ref.1). Važno je napomenuti da su navedeni rezultati i zaključci proizašli iz istraživanja monokristalnih uzoraka, nasuprot praškastim uzorcima u istraživanju drugih autora. Ovo je koliko nam je poznato prvo cjelovitije istraživanje strukture bakar selenida koji se osniva na ispit. makroskopskih monokristala (ref.2).

3. Struktura niskotemperaturne faze bakar selenida

Naši raniji rezultati istraživanja Cu_{2-x}Se (ref.1) tehnikom ED ukazali su na novu sliku o prirodi i strukturi niskotemperaturne faze.

Istraživanja polikristalnih praškastih uzoraka tehnikom X-ray difrakcijom potvrdila su ranije rezultate drugih autora. Na osnovu tih rezultata ranije autori su predložili koncept mješavine stehiometrijske faze β Cu_2Se i zaostale VT nestehiometrijske kubične faze α Cu_{2-x}Se . Međutim, rezultati ED ukazivali su da je niskotemperaturna β Cu_2Se homogena na sobnim temperaturama do $x=0.02$.

Naši novi rezultati dobiveni su istraživanjem monokristalnih uzoraka Weissenberg tehnikom. Potvrđeno je postojanje superrešetke u β Cu_2Se . Superrešetka je monoklinska s parametrima ćelije a b c β . Superrešetka sadrži podrešetku romboedarski deformiranog skeleta Cu-Se iona. Izvršeno je kompjutersko modeliranje superstrukturnog uredjenja unutar monokl. ćelije. Nadjeni je model koji najbolje opisuje eksperimentalne rezultate. Analiza eksperimen-

mentalnih rezultata u okviru ovog modela omogućila je slijedeće zaključke:

1. Skupina refleksa koju su drugi autori pripisivali postojanju VT kubične faze α Cu_{2-x}Se na sobnim temperaturama mogu se interpretirati kao svojstveni refleksi niskotemperaturne β faze Cu_2Se .

2. Struktura niskotemperaturne faze β Cu_2Se može se ostvariti i za nestehiometrijske sastave Cu_{2-x}Se .

3. Osnovni element strukture niskotemperaturne faze je dvosloj gusto pakovanih ravnina Cu-Se skeleta, sloj ravnina s viškom iona kationskog podsistema slijedi iza sloja ravnina s manjkom istih.

4. Dvosloj kao dvodimenzionalni element strukture β Cu_{2-x}Se omogućava definiranje dvodimenzionalne nadstrukture u bakar selenidu, slično kao i kod nekih drugih superionskih materijala (npr. β alumina).

Navedeni rezultati ukazuju da naš rad vodi k oblikovanju cjelovitije i općenitije slike o prirodi i strukturi niskotemperaturne faze bakar selenida kao superionskog materijala.

4. Utjecaj kationskog uneredjenja na elektronsku vodljivost superionskog bakar selenida

U mjerenom području sastava (od Cu_2Se do $\text{Cu}_{1.960}\text{Se}$) i temperatura (od 20°C do 200°C) bakar selenid pokazuje miješanu elektronsku i ionsku vodljivost. Struktura mu se može uzeti kao da se sastoji od čvrstog kaveza, kojeg čine svi Se ioni i dio Cu iona, te preostalog dijela Cu iona, koji čine kationski podsistem. Kationski podsistem je uredjen na niskim temperaturama, a neuredjen na visokim temperaturama gdje se ponaša kao kvazi-tekućina. Između ta dva stanja postoji niz faznih prijelaza koji su direktna posljedica uneredjenja kationskog podsistema (ref.1).

Ova jednostavna strukturalna slika nas navodi na pretpostavku da struktura elektronskih vrpca u Cu_{2-x}Se ne bi smjela bitno razlikovati od one kod degeneriranih poluvodiča. Takvim se, naime smatra Cu_{2-x}Se budući da devijacija od stehiometrije ima za posljedicu sve dublje uranjanje Fermijevog nivoa u valentnu vrpcu.

Mjerenja elektronske vodljivosti su pokazala anomalno ponašanje u temperaturnoj ovisnosti. σ_e je linearno padajuća funkcija temperature sve do temperature prijelaza u visokotemperaturnu kubičnu - superionsku fazu. Na temperaturi uneredjenja kationskog podsistema, koji se dešava nekoliko desetaka stupnjeva

ispod prijelaza u superionsku fazu. σ_e samo mijenja nagib linearne ovisnosti. Osim toga ponaša se identično temperaturnoj ovisnosti koncentracije nosilaca naboja koja mjeri lokalizaciju nosilaca naboja s porastom temperature. U prikazu σ/σ_0 prema T/T_{c1} gdje su σ_0 , residualna vodljivost na $T=0K$, a T_{c1} temperatura uneredjenja kationskog podsistema, pokazuje se da se σ_e ponaša ispod T_{c1} identično za sve sastave i da je jedina konstanta koja određuje linearni nagib i apsolutnu vrijednost energija interakcije kationskog podsistema $K_B T_{c1}$. Činjenica je dakle da je lokalizacija nosilaca naboja direktna posljedica porasta nereda kationskog podsistema. Predložen je i fenomenološki model koji dobro opisuje ponašanje vodljivosti u niskotemperaturnoj fazi.

Ovo je prvi put da se jedna konvencionalna metoda koristi za ispitivanje statičkog kationskog nereda u superionskim vodičima. Ona daje dovoljan broj informacija za karakterizaciju tipa nereda u miješanim superionskim vodičima (ref.3).

5. Mjerenje toplinskog kapaciteta na instrumentima za diferencijalnu termičku analizu

Diferencijalna termička analiza (DTA) je dobro poznata metoda za ispitivanje termičkih svojstava materijala. Analiza se vrši promatranjem razlike između temperatura ispitivanog uzorka i referentnog uzorka za vrijeme dok se temperatura njihovog zajedničkog toplinskog spremnika mijenja konstantnom brzinom. Ova razlika temperatura ovisi o brzini zagrijavanja uzoraka, o njihovim toplinskim kapacitetima, njihovoj termičkoj vodljivosti, te o toplinskim reakcijama u uzorcima. Zbog toga je toplinski kapacitet moguće relativno točno mjeriti samo u rijetkim slučajevima kada je ostale doprinose moguće odijeliti. U blizini faznog prijelaza, gdje se termička svojstva ispitivanog uzorka značajno mijenjaju, to najčešće nije moguće jer, zbog konačne termičke vodljivosti uzorka, dolazi i do promjena brzine zagrijavanja pojedinih njegovih dijelova.

U ovom radu uvedena je nova metoda kojom se toplinski kapacitet mjeri i na uzorcima niske termičke vodljivosti u okolini faznog prijelaza. Velika prednost metode je što se može sasvim primijeniti na komercijalni DTA uređaj, te na taj način osposobiti ovaj uređaj za mjerenje toplinskog kapaciteta u za njega inače nepovoljnim uvjetima. Za ovo je potrebno promijeniti samo način mjerenja DTA uređaju. Naime, umjesto da se temperatura toplinskog spremnika mijenja linearno u vremenu, ona se mijenja nizom skokova malog izvora, tako da i ispitivani uzorak

i referentni uzorak, nakon svake skokovite promjene temperature toplinskog spremnika, poprima njemu jednaku temperaturu. U intervalu između dva stanja jednake temperature, koja prethode odnosno slijede iza skokovite promjene temperature spremnika, temperature uzoraka se općenito razlikuju. Toplinski kapacitet ispitivanog uzorka dobiva se iz površine opisane ovom razlikom temperatura kao funkcijom vremena i vremenskom osi. U radu je dana teorijska analiza ove metode, a rezultati analize su eksperimentalno ovjereni na komercijalnom uređaju za DTA. Pokazuje se da termička vodljivost uzorka ne utječe na dobivanje toplinskog kapaciteta. Mogućnosti metode pokazane su mjerenjem toplinskog kapaciteta $\text{Cu}_{1,981}\text{Se}$ u intervalu od 300K do 450K u kojem ovaj uzorak pokazuje fazni prijelaz u kubičnu fazu koja se odlikuje svojstvima superionskog vodiča (ref.4).

6. Odnos superionske vodljivosti i karaktera kemijske veze

Ovaj rad predstavlja razradu empirijskih kriterija za pojavu superionske vodljivosti unutar $\text{A}^{\text{N}}\text{B}^{8-\text{N}}$ klase kristala i uklapa se u brojna nastojanja da se glavne karakteristike superionskih vodiča povežu s njihovim strukturnim svojstvima, s karakterom kemijske veze u njima, s veličinom ionske polaronske energije itd. Čini se da je pojava superionske vodljivosti u uskoj vezi s BCC strukturom anionskog podsistema, da se javlja u kristalima koji imaju miješani ionsko-kovalentni karakter i da je njen nužni uvjet vrlo niska polaronska energija. Ako se karakter kemijske veze u kristalima izrazi Phillipsovom ioničnošću, a ionska polaronska energija Mahan-Pardeejevim izrazom, kriterij superionske vodljivosti može se izraziti pomoću samo dva parametra: pomoću statičke i elektroničke permitivnosti. Jednostavan račun pomoću eksperimentalnih vrijednosti dviju permitivnosti pokazuje da superionska svojstva unutar grupe $\text{A}^{\text{N}}\text{B}^{8-\text{N}}$ mogu imati samo AgI i CuBr. Kod njih su ta svojstva i pronađena. Zbog pomanjkanja podataka o dielektričnim svojstvima kristala račun za sada nije moguće provesti i za druge, kompliciranije spojeve sa superionskim svojstvima (ref5).

7. Neposredna razmjena rada s privredom

a) Ispitivanja za tvornicu "TEŽ"

Osim rada na zadatku s predviđenim planom istraživanja, suradnici Odjela započeli su suradnju sa Tvornicom TEŽ Zagreb. U okviru suradnje izvršena su ispitivanja nekolicine proizvoda tvornice TEŽ:

a) Ispitivanje električnih i fotometrijskih karakteristika i trajnosti žarulja tipa svijeća 220-230V, 40W E-14.

b) Ispitivanje električnih i fotometrijskih karakteristika i trajnosti žarulja tipa svijeća 220-230V, 25W E-14.

c) Ispitivanje napona proboja kondenzatora za startere (kondenzatori tipa KSK-2,4-5M) prema JUS N.R.2.306.

d) Ispitivanje tipa tinjavih startera za fluorescentne -cijevi SF-8, 4-65W.

e) Ispitivanje tipa tinjavih startera za fluorescentne cijevi SF-2 i SF-4.

f) Ispitivanje tipa kondenzatora za tinjave startere KSK-2,4-5M, $6nF \pm 20\%$.

Predviđeno je proširenje suradnje u 1982.godini vezano uz ispitivanje uzroka nedovoljne efikasnosti rada tinjalica.

b) Razvoj silicijevog temperaturnog senzora

U okviru suradnje s Tvornicom poluvodiča u Zagrebu projektirana je i izradjena prva serija silicijevih temperaturnih senzora. Senzor se odlikuje visokom osjetljivošću te pozitivnom temperaturnom karakteristikom, koja se može jednostavno linearizirati u temperaturnom području od -55°C do 150°C . Jednostavna izrada u planarnoj silicijevoj tehnologiji daje mogućnost integriranja s ostalim poluvodičkim sklopovima, a njegove male dimenzije i brzi odziv otvaranju široke mogućnosti primjene.

Senzor vodi u temperaturnom području u kojem su dopandi u siliciju potpuno ionizirani, a intrinzična vodljivost još ne dolazi do izražaja. Zbog toga ovo područje karakterizira konstantan broj nosilaca naboja te pad pokretljivosti s porastom temperature što rezultira porastom otpornosti dopiranog silicija. Za pažljivo odabranu koncentraciju i tip dopanda otpornost je takva funkcija temperature da se može jednostavno linearizirati u temperaturnom području od -55°C do 150°C . Visoka osjetljivost od pribl. $10 \Omega/\text{k}$ dobiva se

povoljno odabranom geometrijom što ujedno daje i visoki otpor senzora približno 1 k ohm. Povoljna geometrija podrazumijeva malu površinu ($\sim 100 \mu\text{m}^2$) kontakta metal-silicij tako da najveći dio otpora otpada na otpor širenja (spreading resistance). Jakim pak dopiranjem ($\sim 10^{18} \text{cm}^{-3}$) području kontakta osigurava se njegov omski karakter.

Mjerenja na prvoj seriji ovako pripremljenih senzora pokazale su dobre karakteristike na višim temperaturama, ali i značajna odstupanja od očekivane karakteristike na nižim temperaturama. Odstupanje je karakterizirano dodatnim otporom koji znatno opada s porastom temperature. Pokazalo se da senzori jednakih karakteristika, izradjeni pod jednakim uvjetima imaju različito izražena odstupanja. Odstupanje je to jače izraženo što je veća nesimetrija u strujno-naponskoj karakteristici, što navodi na zaključak da nije ostvaren dobar omski kontakt.

Da bi se dobio kvalitetan senzor treba dakle ostvariti dobar omski kontakt metal-silicij. Prvi korak je u preispitivanju karaktera potencijalne barijere na kontaktu u svrhu njenog definitivnog uklanjanja. Moguće uzroke neidealnosti karakteristike treba tražiti i u kvaliteti tehnološkog procesa.

Ova su ispitivanja prezentirana stručnim radom na Simpoziju o elektronskih sastavnih delih in materijalih, Ljubljana 1981, a publicirana u Zborniku simpozija (ref.6).

8. Sažetak rezultata istraživanja

Rezimirajući znanstvene rezultate istraživanja u proteklom periodu može se reći da su mjerenja strukturnih, električnih i termičkih svojstava, izvršenih na uzorcima bakar selenida varijabilne stehiometrije, dali dublji uvid u strukturu pojedinih njegovih faza i u prirodu njegovih faznih prijelaza. Nadjeno je da se fazni prijelaz stehiometrijskog uzorka cijepa promjenom stehiometrije na tri fazna prijelaza različitog karaktera. Po prvi put je utvrđen fazni prijelaz red-nered u niskotemperaturnoj fazi. Za fazni prijelaz prvog reda iz niskotemperaturne u visokotemperaturnu fazu odgovorno je formiranje tzv. Modulirane ionske distribucije duž smjera (111) bazične kubne rešetke. Mjerenje elektronske vodljivosti pokazalo se kao dobra metoda detekcije kationskog uneredjenja. Njena temperaturna ovisnost daje, dapače, vrlo relevantne podatke o mehanizmu uneredjenja.

Dosta značajnim treba smatrati i doprinos razrješenju problema strukture niskotemperaturne faze bakar selenida. On se kao neriješen provlačio kroz više od pedeset godina istraživanja tzv. prosječnih kristala iz grupe $A_2B^{I}VI$.

Veliku pomoć u istraživanju faznih prijelaza pružila je i nova metoda mjerenja toplinskog kapaciteta uzoraka. Metoda je razvijena u našem laboratoriju i koristi komercijalni uređaj za diferencijalnu termičku analizu.

Izvan užeg područja istraživanja bakar selenida postignut je napredak u formiranju empiričkih kriterija za superionsku vodljivost. Čini se da se ona javlja u materijalima s određenom medjuzavisnošću obiju permitivnosti.

Na kraju, u suradnji s Tvornicom poluvodiča u Zagrebu projektirana je i izradjena prva serija silicijskih temperaturnih senzora izradjenih planarnom tehnologijom. Rad na tom problemu nastavit će se i u slijedećem periodu.

Objavljeni radovi:

1. Z.Vučić, O.Milat, V.Horvatić and Z.Ogorelec, Composition-induced Phase Transition Splitting in Cuprous Selenide, Phys.Rev.B 24 (1981) 5398-5401.

Radovi u tisku:

2. O.Milat and Z.Vučić, Superstructural ordering in low temperature phase of stoichiometric Cu_2Se , J.Phys.C,(1982) submitted for publication
3. Z.Vučić, V.Horvatić and Z.Ogorelec, Influence of the Cation Disordering on the electronic Conductivity of Superionic Copper Selenide, JPhys.C.15(1982)
4. I.Aviani, J.Baturić-Rubčić, Z.Vučić and Z.Ogorelec, Accurate Heat Capacity, Measurements Using Differential Thermal Analysis Instrumentation, J.Phys.E: Sci.Instr.(1982) to be published

Sudjelovanje na konferencijama:

5. Z.Ogorelec, Superionic Conductivity versus Ionicity, 5th General Conference of EPS, Istanbul 1981.
6. M.Ilić, V.Radić, Z.Ogorelec, I.Aviani i Z.Vučić, Silicijev temperaturni sensor, Zbornik referatov simpozija o sastavnih delih in materijalih, Ljubljana 1981.

ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA

U ovom Odjelu rade suradnici radne organizacije RIZ-KOMEL -00UR
Tvornica poluvodiča.

Stručni suradnici:

VLATKA RADIĆ, dipl.ing.kemije - rukovodilac razvoja tehnologije čipa

ELIZABETA HASANBAŠIĆ, dipl.ing.kemije

DUBRAVKA LJUBIĆ, dipl.ing.kemije

RENATA SINOVČEVIĆ, dipl.ing.kemije

VLADIMIR RUŽIĆ, dipl.ing.elektrotehnike - rukovodilac razvoja
integriranih sklopova

DUBRAVKO PARADIS, dipl.ing. elektrotehnike

TOMISLAV POKRIVAČ, dipl.ing.elektrotehnike

DRAGO GERIĆ, dipl.ing.elektrotehnike

MILAN VUKELIĆ, tehnolog za maske - rukovodilac razvoja maski

Tehnički suradnici:

Višnja Dunat

Stjepan Frančić

Mirosljub Kovač

Jadranka Mežnarić

Vesna Milinović

Vera Paležac

Pregled istraživačkog rada

1. Razvoj tehnoloških procesa

1.1. Dopirane emulzije

Nastavljena su istraživanja emulzija sa dopiranjem silicija arsenom. Kvantitativnim određivanjem sastava arsenskog filma na siliciju spektroskopijom Augerovih elektrona pokazalo se da je film uniforman obzirom na sadržaj arsena po površini i dubini do granice Si-As film. Film sadrži 6,0 at% arsena te osim silicija i kisika i relativno mnogo ugljika (5,2 at%) koji vjerojatno potječe od radikala u tetraetilortosilikatu (jedna od komponenti As emulzije). Nečistoća (Na, Cu, Fe i sl.) nema.

Za homogenu i reproducibilnu difuziju arsena u silicij trebalo je postići dobru adheziju As-filma na površinu Si-pločice. Pretpostavljen je jednostavan kemijski model na granici Si/AsDE (arsenom dopirana emulzija) koji je omogućio izbor adekvatne pripreme površine uzorka. Nakon pripreme površina postaje hidrofilna i između OH grupa na površini i funkcionalnih grupa polimera iz AsDE, uspostavlja se vodikova veza. Zagrijavanjem na 150-200°C otpuštanjem vode i alkohola nastaju nove intra- i intermolekularne veze u filmu i između filma i površine silicija. Ova struktura kemijski je stabilna i pogodna za difuziju arsena u podlogu.

1.2. Difuzija fosfora u silicij iz krutog izvora $\text{Si}_2\text{P}_2\text{O}_7$

Kruti izvor u obliku tankih pločica istih dimenzija kao i silicijska pločica sastoji se od aktivne komponente $\text{Si}_2\text{P}_2\text{O}_7$ dispergirane u inertoj matrici. Na temperaturi difuzije isparava fosfor-pentoksid (P_2O_5) a kao nusprodukt ostaje samo silicij-dioksid (SiO_2). Pare P_2O_5 kreću se spontano uslijed gradijenta koncentracije u prostoru između fosforne i silicijske

pločice, te za njihov prijenos nije potreban protok plina. Ipak za vrijeme procesa protječe dušik, da se osigura predtlak u difuzionoj cijevi i tako spriječi nekontrolirani ulazak nečistoća zraka u cijev. Površinska koncentracija fosfora u siliciju ograničena je čvrstom topivošću fosfora u siliciju. Tehnološki postupak je relativno jednostavan i jeftin, a naročito interesantan za dobivanje nižih koncentracija fosfora koje se postupkom iz tekućeg izvora fosfor-oksiklorida (POCl_3) teško mogu postići. Eksperimenti su pokazali da se određena površinska koncentracija fosfora u siliciju postigne difuzijom iz $\text{Si}_2\text{P}_2\text{O}_7$ na 1000°C , dok je za istu koncentraciju potrebna temperatura 1100°C ako se radi s POCl_3 . Na nižoj temperaturi nastaje manje površinskih defekata u siliciju što pozitivno utječe na neke od električnih parametara i tako povećava prinos.

1.3. Pasivacija silicijskih poluvodičkih elemenata poliimidom

Za povećanje pouzdanosti poluvodičkih elemenata jedna od vrlo efikasnih metoda je polaganje zaštitnog dielektričnog filma na gotovu poluvodičku strukturu. U tu svrhu razvijen je tehnološki postupak zaštite tranzistorskog čipa poliimidom. Poliimid je tipičan predstavnik organskih polimernih dielektrika koji sve više ulazi u industrijsku primjenu. Odabran je zbog dobrih zaštitnih svojstava i relativno jednostavnog načina pripreme koji ne zahtijeva dodatnu procesnu aparaturu. Polazi se od otopine poliamidne kiseline, koja se u tankom sloju pomoću centrifuge nanese na silicijsku pločicu sa strukturama tranzistora, i termičkom polimerizacijom prevodi u sloj poliimida.

2. Razvoj diskretnih elemenata

Razvijena su dva tipa fotodetektorskih silicijskih tranzistora koji će se u sljedećoj godini uvesti u redovnu proizvodnju. NPN silicijski fototranzistor s električnim karakteristikama: $BV_{CEO} = 30V$, $BV_{CBO} = 70 V$, $BV_{EBO} = 5V$, $I_C = 100 \text{ mA}$; i NPN silicijski foto-darlington tranzistor s električnim karakteristikama: $BV_{CEO} = 100V$, $BV_{CBO} = 100V$, $BV_{EBO} = 7V$, $I_C = 150 \text{ mA}$.

Nastavljen je rad na procesiranju silicijskih jednospojnih tranzistora. Verificiran je tehnološki proces preko mjerenih električnih parametara gotovih elemenata. U sljedećoj godini postaviti će se pokusna proizvodnja.

Visokonaponski PNP tranzistor srednje snage (BFW 43, 44) uveden je u redovnu proizvodnju Tvornice poluvodiča.

U suradnji s Odjelom fizike poluvodiča projektiran je silicijski temperaturni senzor, razvijen tehnološki proces, te procesirani i preliminarno ispitani uzorci. Rezultati su pozitivni i rad se nastavlja u sljedećoj godini.

3. Razvoj integriranih sklopova

Nastavljen je rad na ćelijama i sklopovima linearno kompatibilne I^2L tehnologije. Procesiran je sklop 7-segmentnog konvertora koda. Izmjereni su parametri tog sklopa, analizirani rezultati i ispravljene greške u projektiranju. Napravljena je poboljšana verzija tog sklopa.

Razradjen je sklop i tehnološki postupak za izradu visokonaponskog relejnog upravljača sa zaštitom. Izvršena je višekratna verifikacija tog postupka. Rezultati ispitivanja izvedenih sklopova su zadovoljavajući. Električni parametri su u granicama projektnog zahtjeva.

Započet je rad na sklopovskoj analizi linearnih integriranih sklopova i na definiranju tehnološkog procesa za realizaciju takvih sklopova. Analiza je bazirana na sklopu jednostavnog pojačala s dodatnim probnim elementima.

Započet je rad na analizi sistemskih, sklopovskih, topoloških i tehnoloških rješenja integriranih sklopova visokog stupnja integracije. Analizirani su kriteriji za projektiranje, pravila projektiranja, metode i uređaji za topološko projektiranje te interakcije projektiranje-ispitivanje. Taj rad je dugoročan i treba rezultirati osposobljavanjem kadrova za projektiranje integriranih sklopova visokog stupnja integracije i formiranjem potpuno opremljenog laboratorija za projektiranje VLSI sklopova.

4. Razvoj i izrada mikrofotolitografskih maski

U suradnji sa Zavodom za elektroniku Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu razvijen je program za kontrolu digitaliziranih podataka maski i konverziju na magnetsku traku. Podaci s magnetske trake obradjuju se pri izradi master-maske u Laboratoriju za mikroelektroniku na Elektrofakultetu u Ljubljani. Koristeći ovaj program pripremljene su i izradjene maske za sve diskretne i integrirane elemente na kojima je radjeno tokom godine. Osim maski za razvoj izradjene su i sve potrebne maske za redovnu proizvodnju.

5. Sudjelovanje u nastavi

U nastavljenoj suradnji sa Zavodom za elektroniku ETF-a u Zagrebu, održane su vježbe s 35 studenata. U praktičnom radu u našim laboratorijima studenti su izradili silicijske diode velike površine za konverziju sunčeve energije u električnu.

ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU

Rukovodilac odjela:

SLAVEN BARIŠIĆ, doktor fizičkih nauka, redovni prof. PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik,
- do 1.12.1981.

VELJKO ZLATIĆ, doktor fizičkih nauka - znanstveni suradnik,
- od 1.12.1981.

Znanstveni suradnici:

IVO BATISTIĆ, magistar fizičkih nauka - znan.asistent

ALEKSA BJELIŠ, doktor fizičkih nauka - znan.suradnik

BRANKO GUMHALTER, doktor fizičkih nauka - znan.suradnik

BERISLAV HORVATIĆ, dipl.ing.fizike - stručni suradnik

ZLATKO PENZAR, dipl.ing.fizike - "

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

KATARINA UZELAC, doktor fizičkih nauka - znan.suradnik

VELJKO ZLATIĆ, doktor fizičkih nauka - znan.suradnik

Vanjski znanstveni suradnici:

SLAVEN BARIŠIĆ, doktor fizičkih nauka - redovni prof.PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik

TOMISLAV IVEZIĆ, doktor fizičkih nauka - docent Vojne akademije

MARIJAN ŠUNJIĆ, doktor fizičkih nauka - redovni prof.PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - znanstveni savjetnik

Pregled istraživačkog rada

U Odjelu teorijske fizike radilo se na slijedećim problemima:

Istraživan je nelinearni model za temperaturnu histerezu u transverzalnoj periodičnosti TTF-TCNQ-a. Taj rad uvodi nove koncepte u teoriji faznih prijelaza prve vrste i nesumjerljivog uređivanja, povezujući separatrise između različitih tipova rješenja nelinearnog problema u topološkim barijerama između različitih domenskih struktura promatranog materijala, kao što je detaljnije opisano u preprintima.

Primjenom grupno-simetrijskih metoda konstruiran je model za skup strukturnih faznih prijelaza II. vrste u TTF-TCNQ, koje prethode spomenutom faznom prijelazu I vrste.

Izučavani su fazni prijelazi u neuredjenim i kvantnim sistemima primjenom metode renormalizacije grupe u direktnom prostoru. Tom metodom tretiran je Yang-Lee-ev singularitet, dvodimenzionalni kvantni sistem sa frustracijom, te magnetizacija nečistoće u Isingovom lancu s transverzalnim poljem. Nadalje, primjenom nove metode koja se zasniva na renormalizaciji sistema konačne veličine, nastavljeno je izučavanje Yang-Lee-ovog singulariteta.

Promatran je utjecaj asimetrije na svojstva Andersonovog hamiltonijana. Pokazano je da asimetrija reducira efekte kulonske korelacije. Drugim redom računa smetnje izračunate su specifična toplina, susceptibilnost, otpor, magnetootpor i termalna struja. Teorijski rezultati kvalitativno objašnjavaju ponašanje razrijedjenih metalnih otopina.

Promatrani su fazni prijelazi u sistemu opisanom hamiltonijanom izmjene koji vodi računa ne samo o spinskim nego i u orbitalnim stupnjevima slobode.

Istraživani su električni otpori amorfnih magnetskih (Fe-Ni-PB) i nemagnetskih (NiZr, CuZr ...) slitina. Ispitivana je ovisnost otpora o magnetskom i strukturnom neredu.

Izračunate su raspodjele naboja oko vodikovog atoma adsorbiranog na slobodno-elektronskom metalu visoke gustoće primjenom već prije razvijenog modela ekstraorbitalnog zasjenjivanja.

Formulacija modela koji opisuje kinetiku adsorpcije inertnih plinova na jednostavnim metalima polazi od pretpostavke da se atom i metal zbog međusobne interakcije polariziraju dinamički i statički. Koristeći svojstva odzivne funkcije metalnih površina konstruiran je Hamiltonian koji opisuje interakciju atom-površina. Dinamička komponenta interakcije uključuje visokofrekventni dio koji je odgovoran za elastične, nedisipativne sile (Van der

Waalsov potencijal) i niskofrekventni dio koji omogućava disipaciju kinetičke energije atomskih čestica blizu površine. Pokazano je da vezanje disipativne komponente interakcije na statički inducirani dipolni moment atoma vodi pri niskim energijama atoma na njegovo neelastično raspršenje, poglavito u površinski vezana stanja.

Ti rezultati su diskutirani i interpretirani pomoću neadijabatskih procesa zasjenjivanja.

Ispitano je gibanje i disipacija energije čestice u klasičnom, nelinearnom modelu uzevši u obzir efekte memorije gibanja. Pokazano je da na disipaciju energije utječe uvedena prostorno i vremenski ovisna disipativna sila.

Suradnici Odjela boravili su u toku 1981.godine u nekoliko znanstvenih centara i na jednoj školi.

A.Bjeliš boravio je u Laboratoire de Physique, Orsay, od 15.1. - 15.2. i od 1.12. - 20.12.1981., a u Brookhaven National Laboratory, Upton, USA, od 15-16.8.1981.

B.Gumhalter boravio je mjesec dana u Imperial College, London, te je posjetio Daresbury Laboratory, Warrington, te Donnan Laboratories, University of Liverpool.

Z.Penzar boravio je na International Summer School on Material Science and Technology, u Erice-Trapani, Sicilija.

K.Uzelac boravila je na Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, Orsay do 30.6.1981. i od 10.-20.12.1981.

Objavljeni radovi:

1. K.Uzelac, R.Jullien, P.Pfeuty and P.Moussa, Young-Lee singularity by real space renormalization groups, "Numerical methods in the study of critical phenomena" (ed.J.Della Dora et al, Springer, Verlag, 1981)
2. K.Penson, R.Jullien, P.Pfeuty and K.Uzelac, "Real Space RG method for quantum systems. Application to frustration in two dimensions;" idem.
3. K.Uzelac, R.Jullien and P.Pfeuty, "Varying exponent of the impurity magnetization in the Ising chain with a transverse field, JPhys. A14, L17(1981)
4. K.Uzelac, R.Jullien and P.Pfeuty "The Young-Lee edge singularity by the phenomenological renormalization group method", J.Phys. A14, L151(1981)

5. K.Uzelac, R.Jullien and P.Pfeuty, "The Young-Lee edge singularity studied by a four-level quantum RG clocking method", Jde Physique (Paris) 42, 1075 (1981)
6. V.Zlatic, Low temperature magnetoresistance of $CeAl_3$, J.Phys.F 11 (1981) 2147
7. B.Gumhalter, V.Zlatic, Charge density distributions around chemisorbed hydrogen from model calculations, Fizika 13 (1981) 73
8. I.Batistić, G.Theodorou, S.Barišić, Derivative coupling and ordering in a system of coupled linear chains, J.Phys.C 14(1981) 1905
9. B.Gumhalter and V.Zlatic, Analytical model of non-linear screening of a proton in a free-electron gas, J.Phys.C 13(1980) 1679
(izoštavljeno u prošlogodišnjem izvještaju)
10. Ž.Crljen and B.Gumhalter, Quantum model for sticking of inert gases on free-electron substrates, Vacuum 31(1981) 687
11. Ž.Crljen, B.Gumhalter, Dynamic surface electronic response and kinetics of adsorption on simple metals, Proc.11th annual symposium on electronic structure, Gaussig 1981,GDR (edited by P.Ziesche) p 116, Invited Lecture
12. Ž.Crljen, B.Gumhalter, Model Hamiltonian for adatom-substrate polarization interaction, Phys.Lett.85A(1981)48
13. Z.Penzar, M.Šunjić, Nonlinear and dynamic effects in the friction approach to the dissipative particle motion near a surface, Fizika 13 (1981) 79

Radovi u tisku:

14. A.Bjeliš i S.Barišić, "Nonlinear model for the hysteresis in TTF-TCNQ" Phys.Rev.Lett.
15. S.Megtert, A.Bjeliš, J.Przystawa and S.Barišić, "Landau theory of pressure induced phase transitions in TTF-TCNQ", Phys.Rev.
16. B.Horvatić, V.Zlatic, Perturbation expansion for the asymmetric Anderson hamiltonian II. General asymmetry, phys.stat.sol.(b)
17. J.R.Cooper, V.Zlatic, Frequency dependent nmr relaxation ...
Solid State Comm.

18. Ž. Črljen, B. Gumhalter, Quantum model for kinetics of helium adsorption on free-electron metals, Surf. Science

Sudjelovanje na konferencijama:

19. A. Bjeliš and S. Barišić "Nonlinearity and hysteresis in TTF-TCNQ"
Int. Conf. on Low-Dimensional Conductors, Boulder, 9th Aug. 1981, USA
20. A. Bjeliš, Hysteresis of the structural ordering in TTF-TCNQ viewed as the problem of two coupled non-linear fields,
Rencontre de Physique Statistique, Paris, 15-16, Jan. 1981.
21. B. Gumhalter, Dynamic surface electronic response and kinetics of adsorption on simple metals, 11th Annual Internat. Symp. on Electronic Structure of Metals and Alloys, Gaussig (DDR) 1981, Invited Lecture
22. B. Gumhalter, and Ž. Črljen, Quantum model for kinetics of helium adsorption on free-electron metals, 4th European Conf. on Surface Science, Münster, 1981.
23. V. Zlatić, Magnetoresistance of $CeAl_3$, Annual Conf. on Solid State Physics, York (GB), 1981.
24. Z. Penzar, M. Šunjić, Validity of Friction Approximation in describing adparticle motion near a surface in a semiclassical model, Dynamical Processes at surfaces, Europhysics Study Conf., Dubrovnik, Sept. 1981.
25. K. Uzelac, Quantum RG approach to disordered Ising model, International conference on Disordered Systems and Localization, Rim, 13-15, May, 1981.

Magistarski radovi:

26. I. Batistić, Utjecaj termodinamičkih fluktuacija na periodične nesumjerljive strukture u lančastim sistemima, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, 1981.

III Seminari održani u IFS-u u 1981.godini

- Dr I. ZORIĆ, PMF-IFS, "KINETIKA PROCESA NA POVRŠINI METALA: SORPCIJA VODIKA NA Pt i KATALITIČKA REAKCIJA $H_2 + 1/2 O_2 \xrightarrow{Pt} H_2O$ " 12. 1.1981.
- Prof.N.KONJEVIĆ, Institut za primijenjenu fiziku Beograd, "LASERSKO ISPITIVANJE ZAGADJENJA ATMOSFERE" 15. 1.1981.
- Prof.M.PAIĆ, IFS, "SPEKTRI DIFUZNE REFLEKSIJE I POLIMORFIZAM ŽIVA(II)-JODIDA" 22. 1.1981.
- Prof.M.SCOTT, Dept.of Materials Science, Univ.of Sussex, U.K. "SOME STUDIES OF THE CRYSTALLISATION OF METALLIC GLASSES" 24. 2.1981.
- Dr. D.DJUREK, IFS, "DIELEKTRIČNA SVOJSTVA $NbSe_3$ " 19. 3.1981.
- Dr. A.BJELIŠ, IFS, "NEOBIČNA HISTEREZA U TTF-TCNQ; VEZANJE DVAJU NELINEARNIH POLJA" 26. 3.1981.
- Dr. D.READ, NBS, Boulder Colorado, USA i Dr.Ed FULLER, NBS, Washington, USA, "FRACTURE RESEARCH AT THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, USA" 9. 4.1981.
- Dr.K.WANDEL, Institut für Physikalische Chemie, Univ.München, "EXPERIMENTS IN SURFACE SCIENCE - AN OVERVIEW OVER THE ACTIVITIES IN MÜNCHEN"; i "RECENT RESULTS IN PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY OF ABSORBATES" 21. 4.1981.
23.4.1981.
- Dr.A.JANOSSY, Central Res.Institute for Physics, Budapest, "SUPPRESSION OF THE METAL-INSULATOR TRANSITION BY RADIATION INDUCED DEFECTS IN THE QUASI ONE DIMENSIONAL CONDUCTOR TMTSF-DMTCNQ" 28.4.1981.
- Dr.J.B.-RUBČIĆ, IFS-PMF, "DOPRINOS INTER- I INTRA- MOLEKULARNOG NEUREDJENJA ENTROPIJI TALJENJA LINEARNIH UGLJIKOVODIKA" 5.5.1981.
- Dr D.KELLEHER, National Bureau of Standards, Washington, D.C. "STARK EFFECT IN ATOMS: - RYDBERG LEVELS - STRONG FIELD MIXING REGION - AUTOIONIZING RESONANCES" 20.5.1981.
- Prof.E.P.WOHLFARTH, Imperial College, London, "LECTURE I. INVARIANT PROBLEMS IN AMORPHOUS AND CRYSTALLINE ALLOYS" 26.5.1981.
- Prof.E.P.WOHLFARTH, Imperial College, London, "LECTURE II. ITINERANT PICTURE OF MAGNETIC MATERIALS WITH AMORPHOUS STRUCTURE" 28.5.1981.
- Prof.L.L.HIRST, Institut für Theoretische Physik, Frankfurt, "NEW THEORY OF SUPEREXCHANGE IN MAGNETIC INSULATORS" 2.6.1981.
- Dr.Z.RADIĆ, Institut za elektroniku, telekomunikacije i automatizaciju, RIZ-a Zagreb, "INFORMACIJSKI SUSTAVI" 4.6.1981.
- Dr.L.VUŠKOVIĆ, Institut za fiziku, Beograd, "ELEKTRO-ATOM SUDARNI PROCESI" 5.6.1981.

- Dr. J.P. MUSCAT, Science Research Council, Daresbury Laboratory,
"CHEMISORPTION ON METALS" 9. 6. 1981.
- Dr. U. BRINKMANN, I. Physikalisches Institut Universität Köln,
Use of metastable atoms in beams: Chemiluminescence reactions,
Laser excitation into Rydberg states 8. 9. 1981.
- Dr. M.J. RICE, Principal Scientist, Xerox Webster Res. Center, USA,
"POSSIBILITY OF SOLITONS WITH CHARGE $\pm e/2$ IN THE HIGHLY
CORRELATED 1:2 TCNQ SALTS" 15. 9. 1981.
- Dr. M.J. RICE, Principal Scientist, Xerox Webster Res. Center, USA,
"THEORY OF THE INSULATOR- METAL TRANSITION IN DOPED POLYACETYLENE" 17. 9. 1981.
- Dr. V. PAAR, PMF Zagreb, "NOVI KRITERIJI ZA OTKRICE SUPERSIMETRIJA" 24. 9. 1981.
- Prof. N. ABRAMSON, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden,
"LIGHT IN FLIGHT RECORDING BY HOLOGRAPHY" 16. 11. 1981.
- Prof. K. TOMPA and Dr. T. KEMENY, Central Research Institute for
Physics, Budapest, "LOCAL ORDER IN METALLIC GLASSES" 10. 12. 1981.
- Prof. M. PAIĆ, IFS, "SLIKE IZ KINE 1981. - FOTOREPORTAZA" 10. 12. 1981.
- Dr. D. DJUREK, IFS, "TRANSPORTNA SVOJSTVA ORGANSKOG SUPERVODIČA
/TMTSE/ $2PF_6$ " 17. 12. 1981.

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

Voditelj biblioteke:

MARICA FUČKAR, prof. dipl.bibliotekar

Stručni suradnik:

BERISLAV HORVATIĆ, ing. fizičkih nauka - znan.istraživač

Prikaz rada

Biblioteka je tokom 1981.godine, nastavila aktivnošću u okviru institutskih mogućnosti i zahtjeva.

FOND BIBLIOTEKE

1. knjige 2785
2. periodika 155 naslova
3. diplomske radnje 459
4. magistarske radnje 85
5. disertacije 55
6. katalozi periodike 19

NABAVNA POLITIKA

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

U 1981. godini biblioteka je primala 155 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 1981.godine, nabavljeno je 183 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 uči u same procese studijskog i znanstveno-istraživačkog rada.

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

Posebni zadaci djelatnosti biblioteke jesu:

1. da nabavlja, sredjuje, čuva, stručno obradjuje i daje na korištenje sve publikacije koje su potrebne za znanstveno-istraživačku djelatnost IFS-a,
2. da u okviru sustava informacija odabire, skuplja, pohranjuje, obradjuje i prenosi sve vrste informacija za potrebe znanstveno-istraživačkog rada Instituta,
3. da izradjuje bilten prinova knjiga i 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 vodjenje 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 obrađuje tj. katalogizira.

Biblioteka vodi dvije vrste kataloga: abecedni i naslovni.

TEHNIČKA OBRADA BIBLIOTEČNE GRADJE

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

KOPIRANJE

Na aparatu za kopiranje izrađeno je u 1981. godini 84 653 kopija.

RADNO VRIJEME I POSUDBA BIBLIOTEČNE GRADJE

Biblioteka radi od 8,30 do 17 sati.

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

Uvezane časopise posudjuje za korisnike Instituta na rok od mjesec dana 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 ing. Berislavom Horvatićem.

FINANCIJSKI POKAZATELJ VRIJEDNOSTI BIBLIOTEKE IFS-a do zaključno 31.12.1981.godine.

- do 31.12.1981. godine, za knjige i periodiku utrošeno je ukupno 3,746.910,40 dinara.

U toku 1981. godine, utrošeno je u biblioteci za uplatu članarina znanstvenih radnika, za nabavu knjiga i periodike 840.288.50 dinara.

V. TAJNIŠTVO

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

Tajnik:

MELITA PELC, dipl.pravnik 1

Struktura i sastav:

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

Brojno stanje na dan 31.12.1981.

Služba općih poslova	6
služba računovodstva	3
nabavno-skladišna služba	2
knjižnica	1
radionica	2

Program znanstvenog rada Instituta u 1981. godini financirali su:

a) Samoupravna interesna zajednica za znan.rad - SIZ-I	8,876.912,25
- SIZ-III	136.900,00
b) RSIZ usmjer.obrazovanja	5,477.000,00
c) ZAMTES	1,010.000,00
d) PMF	343.386,00
e) RIZ - OOUR Tvor.poluv.	2,206.379,85
f) NEK "Krško"	3,086.851,50
g) TEŽ	875.500,00
h) Ostali prih. iz neposr.razmj.rada (Inst."R.Končar", INA, "Industrogradnja", B.I.)	514.050,15
i) Ostali prihodi	668.104,05
UKUPNO	23,195.084,35