

IZVJEŠTAJ O RADU
INSTITUTA ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ZAGREB
1. I - 31. XII 1977.

S A D R Ž A J

	Strana
UVOD	1
ORGANI UPRAVLJANJA	8
Zbor radnika	8
Radnički savjet	8
Vijeće pročelnika	8
IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA	9
ODJEL FIZIKE METALA I	9
Pregled istraživačkog rada	10
Popis radova	14
ODJEL FIZIKE METALA II	16
Pregled istraživačkog rada	17
Popis radova	25
ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA	28
Pregled istraživačkog rada	28
ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA	30
Pregled istraživačkog rada	30
Popis radova	33
ODJEL FIZIKE POLUVODIČA	35
Pregled istraživačkog rada	35
Popis radova	37
ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA	38
Pregled istraživačkog rada	38
ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU	42
Pregled istraživačkog rada	42
Popis radova	46
SLUŽBA DOKUMENTACIJE	48
TAJNIŠTVO	52

UMJESTO PREDGOVORA

Tradicionalno ovaj godišnji izvještaj sadržavao je i predgovor koji sam kao predsjednik Znanstvenog vijeća i direktor Instituta smatrao potrebnim da napišem da bih čitaoca uveo u problematiku rada naše ustanove.

No u ovim danima nadasve sudbonosnim za našu znanost i za našu visokoškolsku djelatnost, kao i za našu privredu smatram da znanstvenici moraju reći i nešto više o tome kako gledaju svoju ulogu u društvu.

Motiviran osjećajem ove "više lojalnosti" društvu u kojem živim i radim napisao sam nedavno članak za list "Oko" u kojem sam bio slobodan iznijeti neka zapažanja o ulozi znanosti u našem društvu; ne onoj koju ona ima već onu koju bi vjerujem trebala imati. Budući da je ovaj članak naišao na univerzalno odobravanje svih mojih kolega smatram da bi on mogao služiti umjesto uvoda uz ovaj godišnji izvještaj tim više što i naš radni kolektiv vidi svoju ulogu u društvu upravo onako kako je to u članku izloženo.

Živimo u vremenu kad pritisci jednih društava nad drugima poprimaju sve moguće oblike. Svakodnevno jedna zajednica ljudskih bića biva na neki način ugrožena od neke druge. Ugrožavanje može imati razne oblike od relativno benignih do kritičnih. Grupacije koje se suočavaju u ovim sukobima također imaju razne oblike bilo brojčane bilo organizacione.

Nas naravno posebno zanima pitanje ugroženosti našeg društva i naše zemlje i to ne samo s točke gledišta kratkoročnih planova potencijalnih i stvarnih agresora već i dugoročne politike koja ima za cilj da naše društvo na bilo koji način oslabi i podjarmi. Svako društvo kao i svaki organizam brani se protiv svih oblika agresije pa je i kod nas razvijena taktika i strategija odbrane koja se posljednjih godina očituje raznim oblicima društvene samozaštite. Društvena samozaštita treba da se suprostavi svim oblicima agresije protiv društva koje spadaju izvan okvira vojnih operacija. Takovi oblici agresije su stoga i dobili naziv "specijalnog rata".

Oblici ovog specijalnog rata bivaju sve brojniji i složeniji onako kako raste tehnološka i organizacione i ekonomska složenost svijeta u kojem živimo. O nekim oblicima tog rata čujemo i čitamo. Tu su prije svega razne obavještajne službe stranih sila koje nastoje da o nama što više saznaju

kako bi im u slučaju otvorenog sukoba bili dostupni svi materijalni parametri naše odbrane. Tu su i emigranti svih klasa i dlaka koji na razne načine žele da promijene političku klimu kod nas kako bi njihovi stavovi i ideje u toj klimi bilje uspijevali. O tim i sličnim metodama agresije ne želim ovdje govoriti, prvo zbog toga što sam, iskreno govoreći u tome amater a drugo zbog toga što su već mnogi o tome mnogo rekli. Ovdje ću govoriti o jednom vrlo specijalnom i naročito opasnom obliku specijalnog rata protiv našeg društva o kome se vrlo rijetko govori i koji se vodi bez učesća obavještajnih službi, bez tajnih agenata i uostalom bez naročito organizirane "vojske".

Za razliku od već pomenutih metoda specijalnog rata koje su se do sada kod nas pokazale bezuspješnima ovaj oblik agresije koristi oružje koje je djelotvorno pa stoga i naročito opasno. Propagatori tog "tajnog oružja" su u stvari naši vlastiti građani neki dobronamjerni neki već manje naivni ali svi nesvjesni prave uloge koju igraju. Poput komarca anophelesa koji prenosi pogubnu malariju i oni su nosilci tajnog destruktivnog oružja iako je usporedba s komarcem nepravedna za komarca jer on malariju prenosi a da to ne zna dok mi ovo oružje vidimo a ipak ga toleriramo među nama. Tražio sam dugo ime koje bi ovom oružju dao i ona koja mi se čine najprikladnijem su "kupovna" tehnologija ili "instant" tehnologija ili "ready-made" tehnologija (posudjujem eto engleštinu koja se zbog nedostatka adekvatnog prevoda i kod nas uvriježila). Propagatori ove "gotove" tehnologije su kako reko naši ljudi a njihovi motivi u tom polju su raznoliki. Jedni žele da zarade ne brinući o tome što će biti sutra. Drugi žele da pošto-poto "osposobe" svoju radnu organizaciju da proizvodi i proizvod plasira. Treći su "stručnjaci" koji svoju afirmaciju vide samo u tome da postojeće proizvode strane tehnologije na izvjestan način prodaju pod svoje i time se plasiraju kao sposobni "znanstvenici" koji eto "rješavaju" suvremene probleme naše privrede. O ovim posljednjim bi htio ovdje posebno raspravljati jer vjerujem da su oni iz prve dvije kategorije samo nusprodukt ovih trećih. Problem na koji želim ovdje ukazati naročito je opasan stoga što je uvlačenje gotove uvozne tehnologije i njena upotreba za "rješavanje problema privrede" zapravo obmana društva jer ga uljuljava u vjerovanje da vladamo tehnologijom a to nije slučaj već stranci vladaju s nama pomoću gotove tehnologije koju su nam dali (pardon skupo prodali !) na upotrebu a o kojoj naši "stručnjaci" nemaju u biti mnogo pojma. I još nešto: Ovi "stručnjaci" sve to rade u ime "znanosti" pa i tu obmanjuju naše društvo. Jer tako običan građanin vjeruje da su znanstvenici zaduženi za sve to pa se nema šta bojati jer eto znanost je na našoj strani ona radi za nas. U stvari, nažalost, to nije tako. Pravu znanost u ovom

slučaju koriste stranci i to protiv nas.

Pogledajmo uostalom što je to zapravo znanost. Riječ "znanost" čujemo u zadnje vrijeme mnogo i previše. Bezbroj hohštaplera nazivaju sebe znanstvenicima. Diatribe se nazivaju "znanstvenom diskusijom". Neargumentirane tvrdnje naškrabane s brda s dola nazivaju se "znanstvenim poslom". Prepričavanje poznatih i već trivijalnih fakata prikazuje se kao "znanstveno otkriće". Začudo ima dosta intelektualaca kod nas koji su spremni (valjda pod utjecajem silnog tlaka od strane "znanstvenika") na neki kompromis; tako da pristaju na to da govore o "znanosti kod nas" za razliku od znanosti "tamo". (To "tamo" bi trebalo da bude vjerojatno SAD ili SR Njemačka) jer eto, mi smo skromniji itd. itd. Budući da smo kao narod jednako pametni kao i ostali narodi to je očito da naziv "znanost kod nas" nema nikakvog smisla. Pojam znanosti međutim već je davno definiran, pa onaj kome to nije jasno treba samo da otvori najbližu enciklopediju. Znanost tj. znanstveni rad je otkrivanje novoga, onog što do tog časa nije nikome bilo poznato. A kad kažemo nikome, onda mislimo uistinu nikome ni "ovdje" ni "tamo". Ako je dakle nešto poznato "tamo" onda to ne treba "otkrivati" ovdje već jednostavno naučiti. A učenje i znanstveni rad nije isto. Otkrivanje novog i nigdje drugdje poznatog ne mora naravno da se odvija niti istim metodama niti istim intelektualnim procesom. U prirodnim znanostima počinjemo od prirodnih fenomena pa iz njih deduciramo generalizirane, fundamentalne zakone koje nazivamo prirodnim zakonima. U tehničkim znanostima počinjemo od prirodnih zakona pa ih kombiniramo putem artifakta ljudskih vještina u nove mašine i naprave u nove materijale i nove procese. Zajednički denominator i prirodnih i tehničkih znanosti je dakle otkrivanje novog do tada na svijetu nepoznatog. Sve ostalo nije znanstveni rad.

Kategorizacija rada u znanstveni i drugi nema naravno nikakve veze s vrednovanjem tog rada. Postoji djelatnost kao napr. rad na generalnoj teoriji relativiteta ili teoriji skupova koji je bez sumnje znanstven ali koji ne mora da ima neposredne ekonomske koristi iako je bez sumnje koristan jer proširuje ljudsko znanje. S druge strane, razvoj nekog inače poznatog procesa zavarivanja nije znanstveni rad, ali može biti vrlo koristan i čak presudan za neku granu privrede pa stoga u svakom pogledu kvale vrijedan. Davanje stoga epiteta "znanstveni" radu koji to nije predstavlja intelektualni snobizam koji bi trebao biti stran svakom čovjeku koji ima i zrno intelektualnog poštenja.

Kako dakle da se odupremo infiltraciji strane tehnologije u njenom "gotovom" obliku? Odmah moram naglasiti da je ovdje riječ o posebnom obliku strane tehnologije. Tu su u prvom redu licence. Izgleda da ništa nismo u stanju sami proizvoditi. Tinta se proizvodi po licenci, čokolada, pasta za zube,

sapun, boje i lakovi, plastici, mašine za pranje rublja i ostale kućne potrepštine. Što je još gore velik broj proizvoda zapravo se i ne proizvodi kod nas već samo preprodaje. Kemikalije se nabavljaju u inozemstvu, prelijevaju u manje kutije, okrste nekim imenom (najčešće uostalom stranim) i prodaju. Na etiketi nam se kaže kako to "proizvodi" taj i taj. (Lako je tako proizvoditi!). Rezultat ovih kretanja u smjeru najmanjeg otpora (a u smjeru najlakšeg profita) je taj da je naša privreda u većini grana postala toliko ovisna o stranoj "gotovoj" tehnologiji da smo u neku ruku došli u vazalski odnos prema inozemstvu. A da ne govorimo o vanjsko trgovinskom deficitu! Pitajmo se (ali pošteno!) koliko smo proizvoda u stanju fabricirati od osnovne sirovine pa do kraja? Od hiljada proizvoda koje "proizvodimo" papadali bi sa liste svi osim nekoliko kad bi se ta "pupčana vrpca" s inozemnom firmom kojim slučajem prekinula.

Naravno, nitko nije protiv strane tehnologije kao takove. Dapače, treba ju usvojiti, naučiti adaptirati i onda dalje razvijati. (Pogledajmo napr. Japance!). Ali da bismo stranu tehnologiju mogli prihvatiti, savladati i dalje ju razvijati trebamo imati kapacitete i kadrove. Do sada su naša ulaganja u tom smjeru bila potpuno neadekvatna. U nekim granama prirodnih znanosti načinjena su doduše ulaganja i tokom posljednjih decenija ove znanosti razvile su se do svjetskog nivoa. Možemo biti opravdano ponosni da naši znanstvenici iz čitavog niza područja nastupaju suvereno na svjetskoj pozornici bez trunca kompleksa. Ali odmah se moramo podsjetiti da je lakše postići svjetski nivo u prirodnim znanostima nego u tehničkim i to iz više objektivnih i subjektivnih razloga. Jedan od objektivnih razloga je i taj što inovacije na polju tehničkih znanosti općenito zahtijevaju više investicija i širu lepezu kadrovske strukture. Kao primjer možemo uzeti tranzistor. Ovu napravu otkrila su trojica fizičara uz minimalne investicije. No razvoj tranzistora u viabilnu komponentu elektroničkih uređaja iziskivao je milijunske (u dolarima) investicije i bezbroj stručnjaka. S druge strane jedan od subjektivnih razloga zbog kojih je razvoj tehničkih znanosti otežan jest i manjak prave motivacije za istraživanja u tom polju. "Prirodnjaci" nalaze motivaciju za znanstveni rad u samom zadovoljenju intelektualne inkvizitivnosti. Nasuprot tome "tehničari" moraju biti u svom radu motivirani putem potencijalne "gratifikacije" koja slijedi uspjeh. Ova gratifikacija mora da ima i materijalni i socijalni karakter. Nažalost kod nas je ovaj vid motivacije izostao bilo zato što se suviše malo kadrova medju "tehničarima" opredijelilo za trnoviti put znanstvenog rada pa nisu stvorene dovoljno brojne enklave znanosti u

Industrijskim laboratorijima, bilo zato što je od samog početka društvo favoriziralo druge aktivnosti. Tako je eto ostalo kod nas i do danas. Pod nazivom "inženjer" ljudi podrazumijevaju nekoga tko gradi nove mašine i popravlja stare. O inovaciji jedva da tko i misli.

U svijetu je razvoj dakako tekao svojim tokom koji već znamo. Ponukane ogromnim potencijalnim tržištem i trkom u naoružanju tehničke znanosti u razvijenim zemljama dosegle su nivo stvaralaštva koji jedva da je ograničen ljudskom maštom. Mi smo ostali na ovom polju uglavnom izolirani. I tako je došlo do toga da nas strana tehnologija sada ekonomski podjarmiljuje.

Ono što je međjutim pogotovo alarmantno jest reakcija pojedinih sektora našeg društva na ovu već sasvim uočljivu situaciju. Odjednom se počelo svaljivati krivicu na znanstvenike i znanost. Budući da se ovdje radi uglavnom o prirodnim znanostima i znanstvenicima iz ovih oblasti oni su se našli odjednom pod vatrom svih mogućih kleveta. Proglašena je prava otvorena sezona na fizičare, matematičare, kemičare, biologe i geoznanstvenike. Oni su okrivljeni što "nisu ništa učinili za našu privredu". Oni su krivi što poljoprivreda ne daje ono što bi trebala. Oni su krivi uglavnom za sve, jer su se "začahurili u svoje tornjeve od slonovaće i tamo nešto bez veze mudruju". Ali nije se stalo samo na tome. Pojavili su se čitavi rojevi novih "znanstvenika" iz novih "znanstvenih ustanova" koji nude da stvar srede znanstvenim radom za male pare. Sad se ionako skromni novčani kolač počeo dijeliti među sve brojnijim "znanstvenim" pučanstvom. Svake sezone niču novi "znanstveni" radnici kao crvi iz drveta! Budući da onaj kolač ostaje uglavnom isti (privreda ga daje pa je isti, dakako!) prava autentična znanost koju smo teškom mukom tokom desetljeća stvarali sada počinje propadati.

Na prvi pogled izgledalo bi da je rješenje ovog problema jednostavno: Ako čovjek odredi neku sumu novaca za kupnju neke određene robe neće za svoj novac primiti prvu stvar koju mu se utrapi u ruke! Najprije će provjeriti kvalitetu robe. Analogno tome očekivali bismo da će društvo s novcem namijenjenim znanstvenom radu financirati znanstveni rad. A znanstveni rad je lako odijeliti od neznanstvenoga. Znanstveni radovi trebaju biti autentizirani na dobro poznati i širom svijeta priznati način: objavljivanjem u znanstvenim časopisima s internacionalnom recenzijom. Samo podvrgavanjem kritici na svjetskoj pozornici može znanstvenik da zadrži one dužne standarde profesionalne savršenosti bez koje napretka nema. Tko nema takovih znanstvenih radova nije znanstvenik bez obzira na titule i zvanja.

Sve ovo što je do sad rečeno trebalo bi biti jasno i situacija bi bila čista ako ne i dobra. Međutim ipak postoji još jedan problem koji iako je u industrijski razvijenim zemljama već riješen kod nas ostaje nerazlučen i vjerujem predstavlja kamen smutnje između znanosti i privrede. To je istraživačko razvojni rad koji nije po svojoj definiciji znanstven ali koji je bitan u razvoju tehnologije i bez kojeg nećemo izaći iz sadašnje situacije. Činjenica je naime da svako otkriće i inovacija čak i na polju tehničkih znanosti rijetko može da se neposredno primijeni. Obično je potreban veliki istraživački i razvojni program prije nego što se ta inovacija može primijeniti u proizvodnji. Kao primjer mogu napomenuti da je trebalo mnogo napora da bi se mlazni motor od tehničke inovacije razvio u pouzdani pogonski agregat. U poluvodičkoj industriji imamo vrlo sličnu situaciju gdje od inovacije do proizvodnje predstoji dug i trnovit put. Kad se radi o vrlo modernoj tehnologiji čak i kupovanje licence ne garantira osvajanje proizvodnje. Ako dakle krenemo od razumne premise da je jedina odbrana od podjarmljivanja putem strane "gotove" tehnologije razvoj vlastite kadrovske i materijalne baze za znanstvena istraživanja kao i za istraživanje i razvoj u svrhu primjene znanstvenih inovacija u proizvodnji onda je sasvim jasno što moramo raditi.

Prvo, potrebno je odabrati nekoliko područja djelatnosti gdje želimo biti jaki i neovisni; načiniti dugoročni plan razvoja "vertikalne" znanstveno-tehnološke strukture tj. kompletnog kadrovske ekonomskog entiteta koji osigurava stvarnu dominaciju na tom odredjenom polju od znanstvenog rada, preko razvoja do proizvodnje. Tako napr. razvoj poluvodičke industrije očito mora implicirati sve od znanstveno istraživačkog rada na fizici poluvodiča pa do proizvodnje. Bez ovog "gornjeg" dijela strukture proizvodnja može biti samo "vazalska" tj. po licenci neke strane tvrtke. Analogni argumenti vrijede i za kemijsku industriju, poljoprivredu itd. Naravno nitko pri zdravom razumu ne želi sugerirati da u svemu na svijetu moramo biti ovako opremljeni. Očito je da nema smisla konkurirati u onim granama privrede gdje je iz raznih razloga jeftinije kupovati strane proizvode nego razvijati vlastitu industriju. Ima međutim dosta područja djelatnosti gdje se možemo i moramo svrstati među ostale suvereno i ravnopravno.

Drugo, potrebno je što prije stvoriti dugoročni plan razvoja znanosti u cijeloj zemlji. Uz to potrebno je stvoriti planske komisije od vrhunskih stručnjaka s polja prirodnih, tehničkih i ekonomskih znanosti kao i s polja

industrijske tehnologije. Zadatak ovih komisija bi bio taj da usmjeravaju dugoročnu znanstveno istraživačku politiku tako da brzo reagiramo na kretanja u ovom svijetu koji se brzo mijenja. Samo na taj način možemo osigurati našu kadrovsku i tehnološku sposobnost da nikad ne budemo "zatečeni" nekim novim momentima na svjetskoj pozornici.

Treće mi moramo produbiti i proširiti našu znanstvenu i tehnološku suradnju s ostalim svijetom. O toj suradnji naravno mnogo govorimo. U realnosti ta "suradnja" svodi se na kratke posjete stručnjaka jedne zemlje drugoj. To naravno nije nikakva suradnja. Posjete su svakako korisne često i ugodne. Ali prava suradnja implicira zajedničke programe i projekte, dijeljenje iskustava, uskladjivanje planova. U tu svrhu treba osigurati dugoročne planove i dogovore te ih poduprijeti "znatnim" sredstvima.

Četvrto i možda najvažnije; osigurati dugoročnu financijsku i materijalnu osnovicu razvoja znanosti i tehnologije. Iz razloga koje sam napomenuo ranije kao i zbog neprestanih reorganizacija mehanizama znanstvenog financiranja neke grane znanosti došle su u financijske teškoće koje prijete da ih vrate decenije unazad u razvoju. Napominjem da čak ni pitanje financiranja postdiplomskog studija u mnogim granama znanosti nije u praksi još riješeno, a da se ne govori o svemu što iz toga slijedi. Kako pod ovim uvjetima osigurati "proširenu reprodukciju" kvalitetnog znanstvenog kadra? Pogotovo su u opasnosti prirodne znanosti. Ne zaboravimo da je razvoj tehničkih znanosti ekstrapolacija znanja stečenog u prirodnim znanostima. Prirodne znanosti su dakle suštinski izvor tehnološkog progressa. Presušili izvor nema više napretka. Najgore od svega je to da ova situacija nije rezultat našeg "siromaštva" već naše sporosti da probleme jednom počnemo rješavati djelom a ne govorima.

Ne zaboravimo na koncu konca suštinu ovog problema. Ljudska historija puna je primjera agresije jednih društava na druge. Čitajući ju ne možemo a da ne uočimo jednu bitnu činjenicu. Agresiji su se uvijek odupirali oni koji su više znali, bili spretniji i marljiviji, te oni koji se nisu dali iznenaditi.

Naša djeca i unuci rođeni i nerodjeni imaju pravo očekivati da ćemo izvršiti svoju dužnost.

.B.Leontić

II ORGANI UPRAVLJANJA INSTITUTA

ZBOR RADNIKA

Predsjednik Zbora radnika

dr ANTON TONEJC, docent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znan.suradnik

RADNIČKI SAVJET

Predsjednik Radničkog savjeta:

mr ALEKSA BJELIŠ, znan.asistent (do 7.1.1977)

dr GORAN PICHLER, znan.suradnik (od 7.1.-30.8.1977)

mr ZLATKO VUČIĆ, znan.asistent (od 27.10.1977)
(do 27.10.77.zamj.predsjednika)

Članovi Radničkog savjeta:

ALEKSA BJELIŠ, mr fiz.nauka - znan.asistent

LJUBICA KOZINA, v.ref.općih posl.

AMIR HAMZIĆ, mr fiz.nauka - znan.asistent (od 20.10.1977)
(M.Miljak, mr fiz.nauka-zn.asist.do 28.9.1977)

VILIM LEPČIN, v.tehn.suradnik (od 12.4.1977)
(I.Borošak, v.tehn.surad.do 31.3.1977)

DARINKA ŠTOKIĆ, sam.tehn.suradnik

ČEDOMIL VADLA, mr fiz.nauka - znan.asist.(od 20.10.1977)
(G.Pichler, dr fiz.nauka - znan.sur., do 30.8.1977)

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

MLADEN MARTINIŠ, viši znan.surad.IRB-a - predstav.Sveučilišta

VIJEĆE PROČELNIKA

Članovi Vijeća pročelnika:

dr SLAVEN BARIŠIĆ, viši znan.suradnik - pročelnik Odjela teor.fizike

dr ANTUN BONEFAČIĆ, znan.savjetnik - pročelnik Odjela fiz.met.I

dr BORAN LEONTIĆ, znan.savjetnik - pročelnik Odjela fiz.metala II

dr ZVONIMIR OGORELEC, viši znan.surad. - proč.Odjela fiz.poluvodiča

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

dr VLADIS VUJNOVIĆ, viši znan.surad.-proč.Odjela fiz.ioniz.plinova

DIREKTOR INSTITUTA:

dr BORAN LEONTIĆ, znan.savjetnik - pročelnik Odjela fiz.metala II

III IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA

ODJEL FIZIKE METALA I

Pročelnik Odjela:

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

Znanstveni suradnici:

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

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

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

DAVOR DUŽEVIĆ, magistar fiz.nauka "Sintal" Zagreb - znan.asistent

DRAGAN KUNSTELJ, magistar fiz.nauka, asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - znan.asistent

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

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

VJEKOSLAV FRANETIČIĆ, dipl.ing.fiz., asistent Farmaceutskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu - asistent

OGNJEN MILAT, dipl.ing.fizike, asistent-postd. (od 11.12.76. do 1.12.77 u JNA)

Tehnički suradnici:

VILIM LEPČIN, viši tehn.suradnik

DARINKA ŠTOKIĆ, sam.tehn.suradnik

Pregled istraživačkog rada

1. Ispitivanje kristaličnih faza i faznih prijelaza

1.1. Slitine s aluminijskom bazom

1.1.1. Istraživanje polja distorzije matrice u okolini koherentnih precipitata

Nastavljeno je teorijsko istraživanje polja distorzije matrice u okolini koherentnih precipitata η -faze u slitini aluminij-nikal za dva modela, "kruti" i "meki" precipitat. Računanje kontrasta i "kompjuterska simulacija" kontrasta u elektronskoj mikrografiji pokazali su da η -faza bolje odgovara modelu "krutog" precipitata.

Takodjer je teorijski istraživani problem Moiré pruga koje se javljaju na precipitatima η -faze u elektronsko-mikroskopskoj slici. Izvedeni su kriteriji za izgled kontrasta za model tri sloja, od kojih srednji sloj ima različitu strukturu. Debljina sva tri sloja, struktura kristala i difrakcijski uvjeti određuju da li će se pojaviti pruge i kakva će biti raspodjela intenziteta.

Pod određenim uvjetima bi se po teoriji morale pojaviti pruge sa sinusoidalnom raspodjelom intenziteta, ali dva puta gušće nego normalno (nego u slučaju dva sloja). Ovaj se rad nastavlja, te će se nastojati, u suradnji s dr Marinkovićem u Institutu "J.Štefan", dobiti eksperimentalna potvrda dobivenih rezultata.

1.1.2. Istraživanje sistema Al-Ni kaljenjem iz plinovite faze

Istraživanje sistema aluminij-nikal izvedeno je i posredstvom brzog kaljenja iz plinovite faze tehnikom trenutnog isparivanja (flash evaporation). Istražen je širok raspon koncentracija (0-75 at% Ni). Postignuto je proširenje čvrste topljivosti nikla u aluminiju preko 10 at% (za usporedbu tehnikom brzog kaljenja iz taljevine postignuto je proširenje do 7.7at%). Na strani nikla zakaljena je amorfna faza u širokom intervalu koncentracija 40-75 at% Ni. Opažen je niz metastabilnih kri-

staličnih faza u području do 25 at% Ni. Razradjena je tehnologija trenutnog isparavanja. Uočeno je da se kemijski sastav temeljnog praha za isparavanje tijekom postupka ne mijenja samo u slučaju prethodno sintetiziranih slitina. Za sintezu je korištena pojava egzotermne reakcije intermetalida sistema Al-Ni (aluminotermija). Istražena su neka svojstva ovih intermetalida i dan je dijagram mikrotvrdoće.

1.2. Slitine s bazom srebra

1.2.1. Istraživanje defekata strukture

Nastavljen je rad na istraživanju mikrostrukturnih parametara srebro-indij i srebro-kositar kaljenih iz taljevine. Defekti strukture, koji su pronađeni u tim sistemima, ispitivani su elektronskom transmisijom mikroskopijom, te elektronskom i rendgenskom difrakcijom.

U sustavu srebro-indij evidentirana je povećana koncentracija pogrešaka u slaganju u brzo kaljenim uzorcima, kao i formacija heksagonskih domena u fcc području. Primijećen je pomak minimuma energije pogrešaka u slaganju koji odgovara ravnotežnoj faznoj granici transformacije iz fcc u hcp strukturu. Brzim kaljenjem dobivena je nova metastabilna heksagonska faza. Sugerirano je da se ova transformacija iz fcc u hcp strukturu, koja inače nije u suglasnosti s teorijskim predviđanjima za formaciju heksagonskih struktura, odigrava preko mehanizma pogrešaka u slaganju.

Nastavljena je analiza pogrešaka u slaganju prouzrokovanih deformacijom i sraštanjem u sustavu srebro-kositar. Analizom položaja opaženih refleksa metodom najmanjih kvadrata, dobivena je vjerojatnost residualnog makronaprezanja.

Rad započeo 1974. godine na sustavu srebro-kadmij ukazao je na prijelaz tipa red-nered u tom sistemu. Rad je bio privremeno prekinut i sada se nastavlja i proširit će se na koncentracije kadmija u području α -Ag čvrste otopine, te na sustav srebro-indij također u području koncentracija α -Ag čvrste otopine.

1.2.2. Provjera efikasnosti raznih uređaja za brzo kaljenje pomoću sistema srebro-bakar

Na binarnoj slitini Ag-Cu četiriju različitih koncentracija, provjeravana je efikasnost četiriju uređaja za brzo kaljenje koji su konstruirani u Institutu. Fazni dijagram te slitine je eutektičnog tipa s ograničenom terminalnom topljivošću. P. Duwez (1960) je na tom sistemu pokazao da je moguće dobiti potpunu topljivost za sve koncentracije, ukoliko je uređaj za kaljenje zaista efikasan. Zbog toga smo izabrali taj sistem radi provjere efikasnosti naših uređaja.

Rezultati ispitivanja efikasnosti pojedinih uređaja slažu se s predviđanjima dobivenim na osnovi proračuna brzine kaljenja, te je najefikasnije kaljenje ostvareno metodom pištolja, za koju je i proračun dao najveću brzinu kaljenja, dok je najmanje efikasno kaljenje metodom levitacije, za koju se i proračunom dobiva najmanja brzina kaljenja.

1.3. Istraživanje selenida bakra, galija i indija

Detaljna ispitivanja pomoću nove visokotemperaturne rendgenske komore, montirane na goniometar, te nadopunjena s mjerenjima na Guinier-de Wolfvoj komori, pokazala su da postojeći fazni dijagram Cu-Se u području Cu_{2-x}Se ($0.1 \leq x \leq 0.25$) ne odgovara realnosti. Težište je bilo usmjereno na fazni prijelaz $\beta \rightarrow \alpha + \beta \rightarrow \alpha$. Postoje indicacije da su ti prijelazi tipa red-nered i da u stvari ne postoje dvije različite faze α i β . Prijelazi se dešavaju praktički istovremeno s promjenom temperature, što je u skladu s nalazima električnih mjerenja da su ioni bakra veoma pokretljivi. Rad se nastavlja.

U suradnji s Institutom "Rudjer Bošković" ispitivana su strukturalna svojstva spojeva Ga_2Se_3 i In_2Se_3 , te čvrstih otopina $\text{Ga}_2\text{Se}_3 - \text{In}_2\text{Se}_3$ u temperaturnom intervalu 25°C do 650°C. U spoju In_2Se_3 utvrđeno je postojanje četiriju faza i to redom: heksagonska α (25-200°C), heksagonska β (200-300°C), heksagonska γ (300-600°C) i neidentificirana δ (600-840°C). Linije visokotemperaturne γ faze mogu se indicirati prema linijama čvrste otopine sastava Ga_2Se_3 i In_2Se_3 (2:3) heksagonske strukture stabilne na sobnoj temperaturi. To ukazuje da dodavanje Ga_2Se_3 u In_2Se_3 stabilizira visokotemperaturnu γ -fazu In_2Se_3 .

2. Istraživanje amorfnih tvari

2.1. Ispitivanje sistema ZrFe

Nastavljen je rad na slitini Zr 0.74 Fe 0.26. Dosadašnja rendgenska mjerenja pokazuju da u uzorcima koji nisu bili dovoljno efikasno kaljeni postoje uz amorfna područja i područja kristalične metastabilne faze. Istraživanje amorfne slitine vršeno je elektronskom mikroskopijom ("hot stage") i elektronskom difrakcijom i to isokronim i isoternim popuštanjem. U procesu isohronog popuštanja u tankim amorfnim listićima nije uočena nikakva promjena sve do temperature od 450°C. Promatranja u svijetlom i tamnom polju na niskim temperaturama pokazala su da nema tragova nukleaciji novih kristalića niti rastu postojećih. Difrakcijsko raspršenje je čitavo vrijeme isto kao i kod upravo zakaljenih listića: vide se tri široka maksimuma. Izmjereni su njihovi profili, a račun funkcije radijalne distribucije je u toku. Kristalizacija u tankim listićima uočena je tek pri popuštanju od 180 minuta na 450°C. Pojavila su se dva tipa kristalića: sitni u nakupinama i krupniji koji su sferični i samostalni.

Formiranje sitnih kristalića u nakupinama prvi je korak u kristalizaciji amorfnih listića, a kristalizirana faza je FCC tipa, s parametrom oko 5.10 Å. Kristalići ove faze u debljim dijelovima prelaze u drugu fazu, koja je niže simetrije i na čijoj se identifikaciji radi. Na temelju dosadašnjeg istraživanja može se zaključiti da su za dobivanje amorfne slitine Zr₇₄Fe₂₆ u debljim listićima potrebne veće brzine kaljenja od onih koje smo dosad postigli, ali da je amorfna faza dobivena u tankim listićima veoma stabilna.

2.2. Ispitivanje sistema Fe Ni B

Metodama rendgenske difrakcije praćene su strukturne promjene u uzorcima amorfne slitine Fe₄₀Ni₄₀B₂₀, koji su bili isokrono popušteni sve do temperatura od 1000°C. Metoda mjerenja mikrotvrdoće pokazala se u ovom slučaju efikasnom indirektnom metodom u praćenju svojstava uzrokovanih strukturnim promjenama. Rezultati su uspoređeni s rezultatima mjerenja diferencijalnom termičkom analizom, te mjerenjima električnog otpora, koje su proveli suradnici Odjela fizike poluvodiča i Fizike metala II.

Dobiveno je zadovoljavajuće slaganje u objašnjenju pojava prouzrokovanih žarenjem amorfne slitine $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$ (rad br.3). U svrhu procjene mogućnosti praktične primjene metalnog stakla $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$ istražen je otpor koroziji te slitine kao i amorfne slitine $Pd_{80}Si_{20}$. Utvrđeno je da su amorfni uzorci i u slučaju $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$ kao i u slučaju $Pd_{80}Si_{20}$ znatno otporniji koroziji od odgovarajućih kristaličnih uzoraka.

3. Razvoj mjernih metoda

Radi određivanja sastava vrlo tankih homogenih slojeva višekomponentnih sistema razradjena je reinterpretacija metode elementarnih metalnih filmova G.A.Hutchinsa. Ovaj postupak omogućuje kalibraciju sastava vrlo tankih višekomponentnih filmova masivnim standardima čistih konstituenata, kao i u slučaju masivnih uzoraka. Rezultat se dobiva sukcesivnom aproksimacijom (rad br.5).

Metoda je primijenjena na vrlo tanke slojeve slitine Al-Ni. Rezultati su uspoređeni s rezultatima određivanja sastava istih slojeva emisijom fluorescentnom rendgenskom spektrometrijom i pokazali su korektno slaganje.

Popis radova:

1. D.Kunstelj and K.Kranjc, Precipitation hardening in a metastable liquid-quenched Al-Ni alloy, Wissenschaftliche Zeitschrift (Proceedings of Halle Conference), 15(1977) 14.
2. A.Bonefačić, D.Kunstelj and M.Stubičar, Decomposition of aluminium-based Al-Ni, Al-Sn and Al-Ag solid solutions quenched from the melt, Wissenschaftliche Zeitschrift (Proceedings of Halle Conference), 15(1977)22.
3. M.Stubičar, E.Babić, D.Subašić, D.Pavuna and Ž.Marohnić, Phase transformations during isochronal annealing of $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$ glass, Phys.St.Sol., 44A (1977)339.
4. M.Slovenec, D.Kunstelj and V.Franetović, Formation and aging of precipitates: Study of nucleation of $SrSO_4$ from solution, Croat.Chem.Acta,49(1977)389.

5. D. Dužević and A. Bonefačić, Electron probe microanalysis applied to very thin layers of Al-Ni alloys, X-ray Spectrometry, prihvaćeno za tisak.
6. D. Dužević and A. Bonefačić, Schnellhärten von Hartmetallen, Sprechsaal, prihvaćeno za tisak.
7. D. Dužević, Algoritam elektronske mikroanalize homogenih sistema, Rudarsko-metalurški zbornik, prihvaćeno za tisak.

Radovi iznijeti na konferencijama

1. A. Bonefačić, Mogućnosti primjene metalnih slitina kaljenih iz taljevine, Uvodno predavanje, 2. Konferenca o uporabni fiziki, Bled, 9. i 10. VI 1977.
2. A. Bonefačić i M. Stubičar, Ispitivanje korozije nekih slitina kaljenih iz taljevine, 2. Konferenca o uporabni fiziki, Bled, 9. i 10. VI 1977.
3. K. Kranjc i D. Kunstelj, Moiré efekt na valjkastim precipitatima u elektronskim mikrografijama - kompjutorska simulacija, XII Konferencija Jug. centra za kristalografiju, Budva, 8-10 VI 1977.
4. A. M. Tonejc, Analiza položaja maksimuma rendgenskih difrakcijskih profila slitina Ag-Sn dobivenih brzim kaljenjem, XII Konferencija Jug. centra za kristalografiju, Budva, 8-10 VI 1977.
5. M. Stubičar, D. Pavuna i E. Babić, Istraživanje strukturnih promjena u toku popuštanja amorfne slitine $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$, XII Konferencija Jug. centra za kristalografiju, Budva, 8-10 VI 1977.
6. A. Tonejc, S. Popović, Rendgenografsko istraživanje sistema $Ga_2Se_3-In_2Se_3$ na višim temperaturama, XII Konferencija Jug. centra za kristalografiju, Budva, 8-10 VI 1977.
7. A. Kirin, Holesterinski tekući kristali i primjena u medicini, XV stručno-naučni sastanak koordinacionog odbora fizičara za medicinska fiziku SFRJ, Niš, 23-25 VI 1977.
8. B. Štampar-Plasaj, A. Kirin, Praćenje varijacija temperatura nedonoščadi holesterinskom termografijom, VI perinatalni dani, Zagreb, 14-16 XII 1977.

ODJEL FIZIKE METALA II

Pročelnik odjela:

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

Znanstveni suradnici:

EMIL BABIĆ, doktor fiz.nauka, docent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
znanstveni suradnik

JOHN COOPER, doktor fiz.nauka - znanstveni suradnik

DANIJEL DJUREK, doktor fiz.nauka - znan.asistent

KATICA FRANULOVIĆ, dipl.ing.fiz. - asistent-postd.

AMIR HAMZIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

BOJANA KORIN, dipl.ing.fizike - asist.-postd. (od 1.11.1977)

RUDOLF KRŠNIK, magistar fiz.nauka, asistent PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - znan.asistent

ŽELJKO MAROHNIC, dipl.ing.fizike - asist.-postdiplomand

MARKO MILJAK, magistar fiz.nauka - znan.asistent (od 28.9.77. na spec.Orsay)

JAGODA LUKATELA, magistar fiz.nauka - znan.asistent

MIROSLAV OČKO, dipl.ing.fiz. - asistent-postd.

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

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

SILVIA TOMIĆ, dipl.ing.fizike - asist.-postdiplomand (od 1.11.1977)

Tehnički suradnik:

MILAN SERTIĆ, v.tehn.suradnik

Elektronska, transportna i magnetska svojstva metala i slitina

Pokazalo se da suprotno ranijem mišljenju doprinosi električnom otporu od kemijskih (primjese) i strukturnih defekata nisu aditivni sa doprinosom uzrokovanih termičkim vibracijama rešetke posebno na niskim temperaturama (1.5-100K). Osobita pažnja posvećena je legurama na bazi aluminijske koji je za praksu neobično važan materijal (transmisija električne energije, oblaganje supravodiča itd). Nadjeno je da na niskim temperaturama dodatni član u otporu aluminijskih legura ima približnu T^3 ovisnost i blago raste sa povećanjem koncentracije primjesa. Taj član je ujedno na niskim temperaturama mnogo veći od doprinosa otporu zbog termičkih vibracija. Rezultati za legure na bazi Zn i Th su donekle slični sa razlikom da tamo dodatni doprinos otporu ima približno T^5 temperaturnu ovisnost na najnižim temperaturama.

Kao priznanje za uspješan rad na tom području Institutu je dodijeljena organizacija prve evropske studijske konferencije iz tog područja. Konf. "Transport properties of normal metals and alloys below θ_D " je sa uspjehom održana u Cavtatu, 9-12 svibnja 1977. Konferencija je potpomognuta od RZZR na prijedlog SIZ-a i publiciran je Zbornik.

Proučavana su transportna svojstva (električni otpor, magnetootpor i termoelektrični efekt) u legurama na bazi aluminijske, cinka i torija sa pretežno prelaznim metalima prve skupine (3-d elementi) kao primjesama. Iz ranijih istraživanja poznato je da posebna elektronska struktura tih legura povezana sa nepopunjenom elektronskom d-ljuskom uzrokuje anomalno ponašanje transportnih svojstava tih legura na niskim temperaturama (napr. pojava minimuma u električnom otporu). Istraživanja magnetootpora te ostalih transportnih svojstava na nekim ranije slabo istraživanim sistemima omogućila su detaljniju usporedbu sa teorijskim fizikalnim modelima koji opisuju takve sisteme. Primijećeno je da ni ova mjerenja nisu u stanju jednoznačno opredjeljenja za jedan od dva teorijska modela; Andersonov i Kondo model. Posebno su istraživane AgPd legure (zbog njihove osebujne strukture elektronskih vrpca kao i malog temperaturnog koeficijenta otpora na niskoj temperaturi) te sistem ThU . Napravljena je i korelacija između anomalnih transportnih svojstava ovih legura i doprinosa transportnih svojstvima iz prethodnog paragrafa.

Istraživanja s prethodnog paragrafa ukazala su na pojavu interakcija među magnetskim (3-d) primjesama u nešto koncentriranijim legurama. Rezultati dobiveni na AlMn i AlCr legurama u širem području koncentracija omogućili su usporedbu sa nekim drugim ranije istraživanim sistemima na bazi plemenitih i drugih normalnih metala sa prelaznim metalima prve skupine kao primjesama. Kasnije je ta usporedba proširena i na neke legure sa prelaznim elementima viših skupina kao bazom a 3-d elementima kao primjesama. Na osnovu sličnosti ponašanja svih tih slitina (napr. smanjenja karakteristične Kondo temperature sa porastom koncentracije primjesa) predložen je jednostavni fizikalni model na bazi djelomične kompenzacije spina primjese spinovima raspoloživih vodljivih elektrona. Model prilično dobro opisuje ponašanje niza legura u širem koncentracijskom području i omogućava "procicanje" kritične koncentracije nakon koje efekti međudjelovanja među primjesama postaju eksperimentalno evidentni. Nadalje je "predviđeno" i ponašanje sistema pri još većim koncentracijama primjesa (gdje za sada ne postoje detaljniji eksperimentalni rezultati) te je predložen odgovarajući "magnetski" fazni diagram. Vršiti se napor da se pronadje prikladan sistem u kojem bi se ta predviđanja mogla provjeriti.

Proučavan je utjecaj elektronske strukture slitina aluminija sa 3-d prelaznim metalima na kristalografska svojstva. Ranije je pokazana veza između mikrotvrdoće i promjena parametra rešetke u ovisnosti o rednom broju primjese u Al-3d slitinama. Dovođenjem mjerenja na AlSc slitinama sistematizirane su promjene parametra rešetke u svim Al-3d slitinama. Kako je relativna promjena parametra rešetke pojedini koncentracije ($\frac{1}{a} \frac{da}{dc}$) linearna sa koncentracijom u području ne prevelikih koncentracija primjesa ona najbolje opisuje strukturalna svojstva tih slitina. Na osnovu tih rezultata (posebno za AlSc) konstatirano je da se $\frac{1}{a} \frac{da}{dc}$ svih tih slitina dade dobro opisati Friedel-Andersonovim modelom ako se uzme u obzir i efekt razlika u atomskom volumenu između otopljenog atoma i atoma matrice (aluminija). Na taj način se dobiva dobro slaganje između eksperimentalnih rezultata i predviđanja Friedel-Andersonovog modela. Ova istraživanja su posebno značajna zbog jakog utjecaja elektronske strukture na strukturalna a time i mehanička svojstva koji međutim još uvijek nije detaljnije objašnjen u većini sistema. Istraživanja bi trebalo proširiti i na druge sisteme i druga mehanička i korozivna svojstva.

Započeta su istraživanja amorfnih (staklastih) binarnih i ternarnih slitina. Ove slitine u novije vrijeme privlače izuzetnu pažnju zbog izuzetnih mehaničkih i magnetskih svojstava kao i za primjenu vrlo pogodnih kombinacija tih svojstava. Za sada je pažnja fokusirana na "mekane" amorfne feromagnete približnog sastava $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$. Ispituju se pretežno električna i magnetska svojstva uz paralelnu provjeru mehaničkih i strukturnih svojstava posebno pri napuštanju na povišenim temperaturama. Kombinirana rezistometrijska i rendgenska mjerenja te diferencijalna termalna analiza (DTA) i mikrotvrdoća ukazuju da se radi o sistemu vrlo dobre termičke stabilnosti kao i povoljnih magnetskih osobina (magnetizacija saturacije, remanentno i koercitivno magnetsko polje).

Transportna i galvanomagnetska svojstva iste slitine ispituju se u nadi boljeg razumijevanja anomalnog ponašanja niskotemperaturnog električnog otpora opaženog u gotovo svim amorfnim feromagnetima. Zbog toga su nastavljena slična istraživanja na čitavim klasama amorfnih slitina tipa prelazni metal-metaloid. Zasad su uglavnom istraženi sistemi $Fe_xNi_{80-x}B_{20}$ i $Fe_xNi_{80-x}P_{14}B_6$. Razlog što su ti sistemi najprije istraživani su njihova vrlo povoljna "mekana" feromagnetska svojstva koja omogućuju njihovu primjenu u raznim elektrotehničkim uređajima. Rezultati mjerenja Hallvog efekta i magnetootpota potvrđuju da se radi o nekim feromagnetima sa indukcijama zasićenja do 1.6T. Mjerenja električnog otpora na niskim (0.05 - 50K) i visokim temperaturama dokazuju (po prvi put) postojanje magnetskog doprinosa otporu amorfnih feromagneta. Na najnižim temperaturama električni otpor pokazuje $(\log \frac{T}{T_0})^2$ ovisnost koja je vjerojatno uzrokovana strukturnom neuredjenošću. Ta istraživanja su posebno značajna kako sa fundamentalnog tako i primjenjenog gledišta i treba ih proširiti i na druge sisteme i na širi spektar svojstava.

U suradnji sa grupom Fizika Metala i istraživana su i mikrotvrdoće tih sistema. Nadjeno je da plastična svojstva jako ovise o magnetskim svojstvima što je takodjer po prvi put opaženo. Posebno je interesantno da se povoljnija mehanička i magnetska svojstva nalaze kod istih legura.

Momentalno se nastoje usavršiti metode dobivanja uzoraka u većim količinama i u prikladnom obliku. Posebno se planira istraživanje amorfnih slitina stehiometrijskog sastava kao napr. $(FeNi)_3B$, $(FeMn)_3B$ i $(FeCo)_3B$.

Asimetrična raspršenja elektrona u magnetskim legurama

Postojanje orbitalnog magnetskog momenta primjesa u nekim magnetskim legurama dovodi do pojave odredjenih asimetrija u raspršenju vodljivih elektrona u prisustvu vanjskog magnetskog polja. Takva raspršenja mogu biti: a) anizotropno, (kvadrupolno) raspršenje, koje je posljedica interakcije vodljivih elektrona s električnim kvadrupolnim momentom ljuske i koje se manifestira u anizotropiji magnetootpora, b) "skew" raspršenje koje je posljedica razlike u vjerojatnostima raspršenja (na lijevo i desno) elektrona na potencijalu koji sadrži orbitalni magnetski moment, i koje se manifestira kao anomalni Hallov efekt (AHE), proporcionalan s koncentracijom primjesa, c) "side jumps", do kojeg dolazi pri raspršenju na istom takvom potencijalu ovisnom o orbitalnom momentu, a pri čemu centar mase valnog paketa doživi pomak na stranu, koji je povezan s vremenskim zakašnjenjem elektrona raspršenih na lijevo ili desno. I ovaj efekt doprinosi AHE, ali je proporcionalan s c^2 , i javlja se u koncentriranijim feromagnetskim legurama ili čistim feromagnetima na višim temperaturama.

Ispitivanjem magnetootpora i Hallovog efekta moguće je prema tome utvrditi postojanje lokalnog orbitalnog magnetizma magnetskih primjesa u legurama, i ti eksperimenti su izvršeni (u suradnji s laboratorijem u Orsayu) na dva tipa legura.

a) Legure Pd (PdCo, PdNi, PdFe i PdMn)

Razrijeđene legure Pd sa Co, Ni, Fe i Mn su feromagnetici, a magnetski momenti primjesa su na najnižim koncentracijama veoma veliki zbog polarizacije Pd matrice (tzv. "gigantski momenti"). Ispitivanjem hiperfinskih polja i anizotropije magnetootpora na 1.5K ($\rho_{AN} = \rho_{||}(H) - \rho_{\perp}(H)$) pokazalo se da u slučaju PdNi i PdCo postoji lokalni orbitalni moment primjesa, za razliku od druge dvije vrste legura. Ovi rezultati su potvrđeni mjerenjima AHE, gdje u slučaju PdFe i PdMn, Hallov kut ϕ_H ($\phi_H = \frac{\rho_{Hall}}{\rho_0}$) opada kontinuirano prema nuli s padom koncentracije, dok za PdCo i PdNi, on mijenja predznak s padom koncentracije i za $c \rightarrow 0$ teži konstantnoj vrijednosti. U slučaju viših koncentracija ovih legura počinje dominirati "side jump" efekt, koji je naročito izražen kod PdNi.

Takodjer je proučavana ovisnost anizotropnog i izotropnog magnetootpora $\rho_i = (\rho_{||} + 2\rho_{\perp})/3$ ovih legura o magnetskom polju, koncentraciji i temperaturi, a za svaki pojedini sistem je utvrđena dominacija fizikalno različitih efekata: Svojstva PdFe sistema se mogu opisati s dobro definiranim razrijedjenim momentima koji medjusobno interagiraju feromagnetski i ono što se opaža je elektron-magnon raspršenje - promjena magnetootpora je direktno proporcionalna broju magnona. U slučaju PdNi, veličina lokalnog momenta na mjestu Ni je ovisna o magnetskom polju do relativno visokih koncentracija, i vodi na pozitivni izotropni magnetootpor. Uz to, postojanje lokalnog orbitalnog momenta Ni dovodi do pojave anizotropije u magnetootporu. Legure PdCo imaju dobro definirane lokalne momente (koji čine lokalni orbitalni moment te član koji dolazi kao posljedica neskalarne Co-Co interakcije na niskim koncentracijama), i imaju jaki negativni izotropni magnetootpor.

b) Kondo legure

Proučavan je Hallov efekt i magnetootpor legura AuCr, CuCr, ZnMn, ZnCr, te ternarnih legura CuCrX ($X = \text{Au, Sb, Lu, Ir}$).

1) AuCr: Za ove legure pronadjen je AHE i anizotropija magnetootpora koji indiciraju postojanje orbitalnog magnetskog doprinosa magnetskih primjesa Cr u Au. Usporedba rezultata AHE i magnetske susceptibilnosti istih uzoraka ukazuje da orbitalna i spinska susceptibilnost nemaju istu temperaturnu ovisnost (snižavanjem temperature prema T_K , χ zadržava T^{-1} ovisnost, dok koeficijent AHE teži konstantnoj vrijednosti). Izotropni magnetootpor ovih legura je negativan za $T < 10\text{K}$ i proporcionalan M^2 .

2) U ostalim sistemima nije pronadjen doprinos "skew" raspršenja Hallovom efektu, što ukazuje i na nepostojanje lokalnog orbitalnog momenta primjesa u tim legurama.

Elektronska svojstva organskih soli s prijenosom naboja

1. Izotopni efekat na temperature faznog prijelaza kod TTF-TCNQ ^(23,30)

Ovaj je rad započet pod kraj 1976.god. te je ukratko opisan u prošlogodišnjem izvještaju. Od tada su vršena detaljna mjerenja električne vodljivosti monokristala TTF-TCNQ, kod kojih su pojedini atomi bili zamijenjeni izotopima, kako bi se odredile temperature faznih prijelaza u temperaturnom području od 30 do 60K. Potvrđen je relativno veliki pozitivni izotopni pomak Peleris-ove temperature prijelaza kod 52.5K. Rezultati za N¹⁵ i za uzorke slabije kvalitete kod kojih su bilo TTF ili TCNQ molekule bile deuterirane, ukazuju da je izotopni pomak kod ovog faznog prijelaza uzrokovan povećanjem mase TCNQ molekula. Postoji mogućnost daljnjeg rada a naročito mjerenja specifične topline.

Interpretirajući ove rezultate došlo se do zaključka da bi slobodna energija TTF-TCNQ u području gdje ova sol pokazuje metalni karakter mogla ovisiti o frekvenciji fonona ili o frekvencijama intra molekularnih vibracija. Na primjer: širina elektronske vrpce može biti smanjena kvantno mehaničkim gibanjem molekula kod temperature apsolutne nule. Ovaj rad je potakao mjerenja kojima se želi detektirati izotopni efekt na magnetsku susceptibilnost TTF-TCNQ soli u metalnom području. Preliminarni rezultati su pozitivni - ako oni budu potvrđeni mogli bi pomoći da se shvate elektronska svojstva mnogih drugih organskih tvari.

Takodjer je detektirana histereza, kod krivulja koje pokazuju ovisnost otpora o temperaturi ⁽²³⁾, koja je združena s "phase sliding" regime. Ona je razjasnila postojanje četvrtog pika kod 46K u specifičnoj toplini kojeg su ranije opazili Djurek i sur. Postojanje histereze je takodjer pomoglo pri promatranju ovisnosti trećeg faznog prijelaza kod 49K, o tlaku. Ova su mjerenja vršena u Orsayu.

2. Elektronska svojstva TTF-TCNQ u metalnom području

Anomalna ovisnost vodljivosti TTF-TCNQ i sličnih materijala o tlaku, ⁽²⁴⁾ nije konsistentna s nekim tipovima procesa jednočestičnih raspršenja koji su nedavno predloženi u literaturi, a koji se odnose na otpor kod stalnog

volumena. Pokazano je ⁽²⁴⁾ da se podaci za temperaturnu ovisnost $(R(T))$ kod konstantnog tlaka znatno razlikuju od onih dobivenih kod konstantnog volumena. U prvom slučaju ta je ovisnost $R \approx AT^2+B$ dok je u drugom slučaju $R \approx AT+B$ iznad 120K.

Postoji još jedno svojstvo TTF-TCNQ koje nije objašnjeno. To je anomalna ovisnost vodljivosti o frekvenciji. ⁽³⁰⁾ Primijećeno je da se brzina preskakanja elektrona s jednog na drugi lanac, određena NMR eksperimentima, dobro slaže s ovisnošću vodljivosti o frekvenciji. To znači da jačina međulančane veze može jako uticati na DC vodljivost kod TTF-TCNQ i sličnih materijala.

3. Magnetska svojstva organskih soli s prijenosom naboja

a) TTT_2I_3 ⁽²⁵⁾

Ovaj materijal ima veliku vodljivost na sobnoj temperaturi, ali je jednostavniji od TTF-TCNQ jer je vodljiva samo jedna grupa lanaca (TTT lanci). Mjerenja magnetske susceptibilnosti pokazuju član $T^{-\alpha}$ gdje je $\alpha \approx 0.7$, kao i kod drugih materijala gdje su stanja lokalizirana zbog nereda. Usporedba s vodljivošću indicira malen broj pokretljivih nosilaca kod niskih temperatura. Slični su rezultati dobiveni za jedan drugi dobar niskotemperaturni vodič ⁽³²⁾ (HMTSF - TNAP).

b) $HMTTF_xHMTSF_{1-x}TCNQ$ legure

Vršena su mjerenja magnetske susceptibilnosti kod ovih organskih legura u cijelom području koncentracija $0 < x < 1$, iz kojih će se dobiti korisne komplementarne informacije uz one dobivene mjerenjem vodljivosti i termalnih elektromotornih sila istih materijala.

4. Ostala mjerenja

Proširen je takodjer rad na nekim mjerenjima o kojima je bilo riječi u prošlogodišnjem izvještaju, a rezultati su odmah publicirani. Ovo uključuje rad na Hall efektu u TTF-TCNQ ⁽²⁶⁾ i površinskom magnetizmu kod organskih soli s prenosom naboja. Mjerenja površinskog magnetizma vršena su na praškastim i prešanim uzorcima. ⁽²⁷⁾ Mjerenja na TTF-TCNQ i TSeF-TCNQ ^(28,29,32) pod tlakom vršena su u suradnji s grupom Dr Jerome-a u Orsay-u. Ova se plodna suradnja nastavlja, a njeni će rezultati biti objavljeni iduće godine.

U 1977. godini usavršena je tehnika mjerenja specifičnih toplina i istraživana su termodinamička svojstva kvazijednodimenzionalnih vodiča. Mjerena je specifična toplina na materijalu TTF-TCNQ metodom kompenzacije eksponencijalne relaksacije uzorka prema spremniku topline. Primijećena je nova anomalija na 46K koja se može pripisati faznom prijelazu.

Objašnjene su neke kontradikcije u odnosu na rezultate grupe sa sveučilišta Illinois u Chicagu. Dokazana je odlučujuća uloga geometrije za kvalitet mjerenja i pouzdanost rezultata. To je dokazano na mjerenjima vremenskih konstanti na ekstremnim geometrijama.

Nastavljeno je usavršavanje različitih metoda apsolutnih i relativnih mjerenja, specifičnih termičkih kapaciteta. Pomoću električkih analognih krugova i numeričkim proračunima posebno je istražen utjecaj konfiguracije uzorka slabe termičke difuzivnosti i nedjeljivoj kombinaciji s ostalim parazitnim termičkim otporima i kapacitetima. Proučene su mogućnosti smanjenja neželjenih utjecaja na minimum, odnosno određivanje korekcionih faktora, kojima se oni mogu uzeti u obzir i tako povećati točnost mjerenja.

Nastavljeno je proučavanje mehanizma taljenja metala i jednostavnijih organskih i anorganskih supstanci. Ispitivana je i sistematizirana entropija prijelaza, a također su proširena razmatranja i na promjene volumena kod taljenja. Dio preliminarnih rezultata iznesen je na sastanku kemičara Hrvatske, 1-18.2.1977. u Zagrebu i na MECO Seminaru, 4-6.4.1977., Unterägeri, Švicarska. Rezultati su u pripremi za štampu.

Također je nastavljeno razradjivanje metode maksimalnog prekrivanja u primjeni na organske molekule.

Termodinamička i transportna svojstva sistema na bazi Cerija

Aktivnost u periodu od 1.3.1977. do 31.12.1977. odvijala se u dva pravca. U grupi članaka o svojstvima nekih spojeva na bazi Cerija iznesena su njihova osnovna termodinamička i transportna svojstva te je na osnovu istih kao i rezultata neutronskog raspršenja iznesen model koji može reproducirati mjerena svojstva. Drugi dio aktivnosti usmjeren je na izradu ultravisokog vakuumskeg uređaja s mogućnosti naparavanja tankih filmova u kontroliranim uvjetima na temperaturi od 4.2°K i niže. Ovak uređaj će se osposobiti za mjerenje tunelnih karakteristika točkastih kontakata sistema na bazi rijetkih zemalja u cilju dobivanja informacija o strukturi gustoće stanja u blizini Fermi plohe.

Popis naučnih radova

1. Changes in the lattice parameter in Al-3d alloys, M.Očko and E.Babić, Proc.of the V Yug.Symp.of the Physics of Cond.Mat. Sarajevo, Oct.1976., Fizika, 8 Suppl.p204(1976)
2. Interactions in Kondo alloys, E.Babić and G.Grüner, Proc.of the V Yug.Symp.of the Physics of Cond.Matt.Sarajevo, Oct.1976, Fizika 8 Suppl.p219(1976)
3. Low Temperature resistivity of Ag-Pd alloys, E.Babić and Ž.Marohnić, Proc.of the V Yug.Symp.of the Physics of Cond.Matt.Sarajevo, Oct.1976, Fizika 8 Suppl.p222(1976)
4. Low temperature phonon resistivity of metals: A comparison among different systems, R.Krsnik, E.Babić and M.Očko, Proc.of the V Yug. Symp.of the Physics of Cond.Matt.Sarajevo, Oct.1976, Fizika 8 Suppl.p224/1976)
5. The dependence of the magnetoresistance of AlMn alloys on magnetic field and impurity concentration, A.Hamzić and E.Babić, Proc.of the V Yug.Symp.of the physics of Cond.Matt.Sarajevo, Oct.1976, Fizika 8, Suppl.p227/1976)
6. Low temperature resistivity of zinc alloys, E.Babić, R.Krsnik, Ž.Marohnić and M.Očko, Proc.of EPS Study conf.on: Transport properties of normal metals and alloys below 0_D , p C-1, Cavtat, 9-12, 1977.
7. Additivity of phonon and spin resistivity in some Kondo systems, R.Krsnik, E.Babić, A.Hamzić and E.Girt, Proc.of EPS Study conf.on: Transport properties of normal metals and alloys below 0_D , p C-25, Cavtat, 9-12, May 1977.
8. Novi amorfni feromagnetni na bazi željeza i nikla, E.Babić, "Elektrotehnika" (1977) u tisku
9. Veza između magnetskih svojstava i mikrotvrdoće u $Fe_{80-x}Ni_xB_{20}$ i $Fe_{80-x}Ni_xP_{14}B_6$ slitinama, T.Ivezić, M.Očko, E.Babić i M.Stubičar, "Elektrotehnika" (1977) u tisku
10. Hall efekt u $Fe_{80-x}Ni_xB_{20}$ i $Fe_{80-x}Ni_xP_{14}B_6$ slitinama Ž.Marohnić, E.Babić i J.Ivkov, "Elektrotehnika" (1977) u tisku
11. Impurity interactions in Kondo systems, G.Grüner and E.Babić, Physica, 86/88B, 850/1977)
12. The magnetoresistivity of AlMn alloys, A.Hamzić and E.Babić, Physica, 86/88B, 463/1977)
13. Independence of spin and phonon resistivity in some Kondo alloys, E.Babić, R.Krsnik and A.Hamzić, Solid State Commun.1977 (u štampi)
14. Galvanomagnetic effects in $Fe_{40}Ni_{40}B_{20}$, Ž.Marohnić, E.Babić and D.Pavuna, Phys.Letters, 63A, 348(1977)
15. Vacancy Transformations in Aluminium, E.Girt, Z.Gatalo, A.Kuršumović, B.Leontić, Fizika 8, Suppl.p202(1977)
16. Single impurity and interaction effects in the magnetic, M.Miljak and J.Cooper, susceptibility of AlMn and AlCr Alloys, Physica 86-88B(1977) 476-478

17. The Magnetoresistivity of Dilute AlMn Alloys, A.Hamzić and E.Babić, Solid State Comm.21(1977) 607-610
18. M.Stubičar, E.Babić, D.Subašić, D.Pavuna and Ž.Maróhnić, Phase Transformations During Isochronal Annealing of $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ Glass, Phys.St.Sol.,predano u tisak
19. The Magnetoresistance of PdFe Alloys, A.Hamzić and I.A.Campbell, J.Phys.F, u tisku
20. The Extraordinary Hall Effect in Pd Based Alloys, A.Hamzić, S.Senoussi, I.A.Campbell and A.Fert, bit će publicirano u Sol.State Comm.
21. The Magnetoresistance of Pd Based Dilute Ferromagnetic Alloys, A.Hamzić, S.Senoussi, I.A.Campbell and A.Fert, bit će publicirano u J.Phys.F: Metal Physics
22. Supravodljivost i mogućnosti njene primjene, A.Hamzić, Elektrotehnika 1977. (u tisku)
23. Isotope Effect on the Peierls transition temperature of TTF-TCNQ, J.R.Cooper, J.Lukatela, M.Miljak, J.M.Fabre, L.Giral and E.Eharon-Shalom, Solid State Comms. 25, 699(1978)
24. Comments on the Metallic Conductivity of TTF-TCNQ, J.R.Cooper submitted to Phys.Rev.Nov.1977.
25. Magnetic susceptibility of the organic metal TTF_2I_3 , M.Miljak, J.R.Cooper, B.Korin and G.Grüner, Communications in Physics, 23,193 (1978)
26. DC Hall Effect Measurements on TTF-TCNQ, J.R.Cooper, M.Miljak, G. Delplanque, D.Jerome, M.Weger, J.Fabre and L.Giral, Journ.de Phys.38,1097 (1977)
27. Surface magnetism in organic charge transfer Salts, K.Holczer, G.Grüner, M.Miljak and J.R.Cooper, Solid State Comms.24,97(1977)
28. On the behaviour of TSeF-TCNQ under Pressure, J.R.Cooper, D.Jerome, S.Etemad and E.M.Engler, Solid State Comms.22,257(1977)
29. Magnetism of TTF-TCNQ and related compounds: pressure effects, D.Jerome, G.Soda, J.R.Cooper, J.M.Fabre and L.Giral, Solid State Comms. 22(1977)319
30. Electron Transport in one dimensional conductors, J.R.Cooper EPS conference on electron transport and molecular solids, Leeds, July 1977. Papers presented at the 15th Annual Solid State Physics conference, Warwick, Jan.1978.
31. Isotope Effect on the phase transitions of TTF-TCNQ, J.R.Cooper, J.Lukatela and M.Miljak
32. Magnetic susceptibility studies of organic charge transfer Salts, M.Miljak, B.Korin and J.R.Cooper
33. High pressure studies of TTF-TCNQ and TSeF-TCNQ, J.R.Cooper, R.H.Friend D.Jerome and M.Miljak.

34. J.Baturić-Rubčić, D.Djurek and A.Rubčić, Heat capacity measurements on samples of low thermal diffusivity, J.Phys.E: Sci.Instrum.10,1977, pp 373-81
35. J.Baturić-Rubčić and A.Rubčić: Electrical analogy in the heat capacity evaluation, Elektrotehnika (u štampi)
36. Z.B.Maksić and A.Rubčić, Geometry of Molecules. 3. Iterative Maximum Overlap Calculations of Band Lengths in Some Conjugated Polyenes and Their Alkylated Derivatives, J.Amer.Chem.Soc.,99,1977, pp 4233-41
37. M.C.Croft, I.Zorić and R.D.Parks, Wither Goest Than CeAl₂ objavljeno u Valence Instabilities and Related Narrow Band Phenomena edited by R.D.Parks (Plenum N.Y.1977)
38. I.Zorić et all. Transport and Thermodynamic studies of CeAl₂ in Magnetic Field (ibid)
39. I.Zorić and R.D.Parks, Thermoelectric Power of Cerium Based Systems (ibid)
40. J.M.Markovics, M.Croft, I.Zorić and R.D.Parks, Kondo Effect Magnetic Ordering and Zeeman Anomalies in CeAl₂, Bull Am.Phys.Cos.22,571,1977.

ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA

Pročelnik odjela:

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

Znanstveni suradnik:

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

Tehnički suradnik:

VILKO PETROVIĆ, viši tehn. suradnik

Pregled istraživačkog rada

Shodno programu rada intenzivno je nastavljeno s traženjem prikladnih materijala, koji bi utjecajem topline ili ionizirajućeg zračenja, pokazali fazne prijelaze s promjenom boje. Poželjno bi bilo da čista anorganska tvar ima svojstvo da pri temperaturi od približno 290K pokazuje prijelaz metastabilne faze u stabilnu i to dovoljno polagano da bi se mogao mjeriti utjecaj zračenja. Naročita pažnja bila je pritom obraćena spoju $HgAg_2I_4$, inače ionskom vodiču, koji ima fazni prijelaz iz žute stabilne faze u, ispod 319K, u crvenu fazu, stabilnu iznad 319K. Međutim, usprkos mnogim pokušajima nije uspjelo usporiti prijelaz crvene faze u žutu ispod 319K. Napose se nastojalo da se crvena faza "stabilizira" kalenjem iz temperature iznad 319K u tekući dušik (78K). No i to nije dalo usporenje navedenog prijelaza.

Našu pažnju obratili smo tada živa-(2)-jodidu, klasičnoj supstanci, koja ima fazni prijelaz iz crvene u žutu fazu pri 400K. Opet smo nastojali kalenjem u tekući dušik stabilizirati žutu fazu. Tim postupkom došli smo do sasvim novih i neočekivanih rezultata. Proučavanjem spektara difuzne refleksije konstatirali smo da osim već navedenih α (žute) i β (crvene) postoje još dvije nove faze, koje smo nazvali γ i δ .

Proučavanjem spektara difuzne refleksije konstatirano je da su α i β faze poluvodiči kojima je određena energija optičkog procjepa. Nadalje, da je γ faza također poluvodič, žute boje, no manje energije procjepa od one žute α faze. Napokon da je δ faza, stabilna pri temperaturama do približno 100K, izolator, kojemu, zbog pomanjkanja U.V. spektrografa nismo mogli odrediti energiju optičkog procjepa.

Kratko navedeni rezultati iziskivali su stotine spektara difuzne refleksije, koji još nisu ni mogli biti proučeni.

ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA

Pročelnik odjela

VLADIS VUJNOVIĆ, doktor fiz.nauka - viši znanstveni suradnik

Znanstveni suradnici:

GORAN PICHLER, doktor fiz.nauka - znan.suradnik
(od 1.9.1977. na spec.u JILA, Boulder, USA)

MLADEN MOVRE, magistar fiz.nauka - znan.asistent
(od 10.8.1977. u JNA)

VLADIMIR RUŽDJAK, magistar fiz.nauka - znan.asistent

ČEDOMIL VADLA, magistar fiz.nauka - znan.asistent

DALIBOR VUKIČEVIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

VLADIMIR LOKNER, dipl.ing.fizike - asistent-postd.
(od 25.10.1977. u JNA)

DAMIR VEŽA, dipl.ing.fizike - asistent-postd. (od 1.11.1977)

Tehnički suradnik

IVICA BOROŠAK, v.tehn.suradnik (do 31.3.1977)

ZDENKO VOJNOVIĆ, v.tehn.suradnik (od 18.4.1977.)

Pregled istraživačkog rada

Interakcija atoma i širenje spektralnih linija
vlastitim pritiskom

Prvi rezultati proučavanja opisani su u ref.1. U ovoj godini u područje rezonantnih atomskih interakcija zahvaćeno je dublje i sustavnije. Istraživanja su usmjerena na istovrsne atome alkalijskih. Teoretski su proučavani profili rezonantnih spektralnih linija alkalijskih atoma proširenih vlastitim pritiskom, te su izračunati profili uspoređivani s profilima mjerenim u emisiji i apsorpciji.

U suradnji s Institutom za eksperimentalnu fiziku u Kielu izvršena su mjerenja koeficijenta apsorpcije u dalekim krilima rezonantnih linija cezija i rubidija. Usporedba s koeficijentom apsorpcije izračunatim u okviru kvazistatičke aproksimacije dala je (u cjelini) vrlo dobro slaganje osim oko područja satelita. Da bi se postiglo bolje slaganje eksperimentalnih i teorijskih profila, potrebno je korigirati izračunate potencijalne krivulje, uzimajući u obzir van der Waalsovnu interakciju istovrsnih atoma.

Slična mjerenja, ali s bitno manjim razlučivanjem izvršena su i u našem laboratoriju i dala su sličan rezultat. Dobiveni eksperimentalni profili dalekih krila rezonantnih linija cezija i rubidija su uspoređeni s teorijskim, dobivenim na osnovu korigiranih potencijalnih krivulja. Time je postignuto, u globalu, bolje slaganje teorije s eksperimentom, osim za područje oko satelita. Usporedba istih eksperimentalnih rezultata s modificiranom kvazistatičkom aproksimacijom dala je bolje slaganje za područje oko satelita, što pokazuje da pri proračunu treba uzeti u obzir i dinamičke efekte. Jedan dio ovih rezultata je opisan u ref.10.

Nadalje, u suradnji s Katedrom za optiku Univerziteta u Lenjingradu analizirana su emisijska mjerenja koeficijenta apsorpcije na krilima rezonantnih linija cezija. Dobiveni su karakteristični sateliti i asimetrija u krilima linija, kao što je ranije bilo nadjeno i u apsorpcijskim mjerenjima. Mjerenja su otkrila cezijeve molekularne vrpce s obje strane "slabije" komponente ($P_{1/2}$, 8944 Å). To je donijelo nove informacije o procesu nastajanja rekombinacijom -cezijeve molekule pri čemu je jedan atom cezija u pobudjenom stanju (ref.2).

Fizika Sunca

U jednoj široj i općoj analizi bili su prije proračunati teoretski profili spektralnih linija protuberancija. Sada su primijenjeni u analizi fizičkog stanja jedne protuberancije tipa "surge" ("povratni izbačaj"), ref.6. Na osnovu intenzitetski baždarenih denzitometrijskih presjeka uzetih s različitih visina nad površinom Sunca (rubno promatranje) ustanovljeno je da su profili linija H-alfa (Balmerova serija u vodiku) i D_3 (helijeve linija) približno gausovski. Iz poluširine emisijskog profila nadjena je termičko-turbulentna brzina od 60 km/s, a iz nagiba spektralnih pruga određene su brzine rotacije triju protuberančnih filamenata (vlakana) od 100, 140 i 180 km/s. Uz to konstatirano je, da su tri vlakna iz kojih se protuberancija i

sastojala, u stanju rasplitanja.

Primjenom teoretskih profila dobivenih konvolucijom termičke, mikroturbulentne i rotacijske brzine na spicule (ref.7), ustanovljeno je najbolje slaganje za temperaturu plazme spicule od 15000 K i mikroturbulentnu brzinu od 5-7 km/s.

Osim teoretskih istraživanja proveden je na Opservatoriju Hvar praktični rad u području fizike Sunca. Na patrolni teleskop ($D=0.08m$ $F = 0.8m$) montiran je uskopojasni filter za spektralnu liniju H-alfa (komercijalni filter izradjen na principu Fabry-Perot interferometra s poluširinom propusnosti 0.6\AA) radi povećanja slike uvedena je negativna leća neposredno prije žarišta, čime je slika sa 8 mm povećana na 16 mm. Suradnici Odjela, zajedno sa suradnicima Opservatorija Hvar Geodetskog fakulteta i Zvezdarnice Zagreb, započeli su u toku 1977.godine patrolu sunčeve kromosfere i fotosfere.

Na osnovu višegodišnjeg praćenja meteoroloških uvjeta na Opservatoriju Hvar i podataka meteorološke stanice u gradu Hvaru, analizirani su vremenski uvjeti astronomskih opažanja (ref.12). Potvrđeno je da je atmosferska ekstinkcija, koja je bitna pri zvjezdanoj fotometriji zimi jako smanjena. Određena je dobrota osunčanosti - mjerena dnevnim zbrojem sunčanih intervala duljih od 0.5 sata - i ustanovljeno je da ona ima dva izrazita maksimuma, tj. osim u ljetnoj sezoni još i na prijelazu iz siječnja u veljaču. Taj će podatak utjecati na planiranje promatračke aktivnosti tokom godine.

Holografija i koherentna optika

U proteklom razdoblju Laboratorij za holografiju i optičku obradu podataka unaprijedjen je uređajem za kontrolirano razvijanje holograma a na projektima su angažirani osim D.Vukičević, č.Vadla, zasad uglavnom na problemima vezanim uz elektroniku te odnedavno mr K.Acinger i inž.A.Kovačević kao vanjski suradnici koji su započeli rad na doktorskoj disertaciji odnosno magistarskom radu.

Rad se odvijao u tri osnovna smjera

1) Dijagnostika raspodjele kavitacionih mjehurića. Projekt se razvija na osnovu suradnje s Brodarskim institutom.

Donja granica detekcije mjehurića utvrđena je na promjeru od 40μ . Metodom koherentnog filtriranja povećava se kontrast slike i snižava granica razlučivanja.

2) Holografska Interferometrija

U suradnji s Institutom za naučnoistraživački rad "Djuro Đaković" završen je rad na projektu "Deformacija diska kolnog sloga opterećenog vertikalnom i horizontalnom silom određena pomoću holografske Interferometrije". Holografskom Interferometrijom u realnom vremenu praćena je deformacija diska tokom različitih faza opterećenja. Maksimalna deformacija iznosila je 2-10 μ .

3) Nastavljena su mjerenja na biomehaničkim preparatima: čeljust, skočni zglob, bedrena kost. Posebno je obraćena pažnja na razvoj metode.

Popis radova

1. M.Movre, G.Pichler, Resonance Interaction and self-broadening of alkali resonance lines, I: Adiabatic potential curves, J.Phys.B 10 (1977) 2631-8
2. A.N.Klucharev, A.V.Lazarenko, G.Pichler, M.Movre, Emission measurements in the wings of the self-broadened Cs resonance lines, Phys.Lett. 61 A (1977)104-6
3. A.N.Klucharev, V.Sepman, V.Vujnović, Associative Ionization from the resonance levels of potassium, J.Phys.B 10(1977)715-20
4. A.N.Klucharev, V.Sepman, V.Vujnović, Fotosenzibilizirannaja Ionizacija v parah kalija i natrija, vosbuždaemyh svetom rezonansnyh linij, Optika i spektroskopija, 42(1977)588-90
5. V.Ruždjak, V.Vujnović, Statistically extended recombination continuum and line dissolution in an analysis of the Balmer spectrum at the line merging region, Astronomy and Astrophysics, 54(1977)751-5
6. V.Ruždjak, J.Kleczek, Rotational and turbulent motions in the surge of September 1st 1961. Bull.Astron.Inst.Czech,28(1977)193-7
7. V.Ruždjak, Line profiles in Solar spicules, Bull.Astron.Inst.Czech. 28(1977)198-200
Radovi iznijeti na konferencijama - saopćenja
8. V.Helbig, B.Lewandowski, D.Vukičević, Elektronendichtmessung am Kaskadenbogen, Proceedings,Kurz zeitphysik and Plasma und Gasentladungsphysik, Essen 7-10 Marz 1977

Ostali radovi

9. Mladen Movre, Rezonantna Interakcija i širenje vlastitim pritiskom alkalijskih rezonantnih linija, Magistarski rad, Zagreb 1977, Sveučilište u Zagrebu
10. Damir Veža, Šateliti spektralnih linija cezija i rubidija prošireni vlastitim pritiskom, Diplomski rad, Zagreb 1977, PMF.
11. Dalibor Vukičević, Mjerenje koncentracije elektrona u zidom stabiliziranom kaskadnom luku pomoću laserskog interferometra, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu 1977.
12. V.Vujnović, Conditions for astronomical observations at the Hvar Observatory, Hvar Observatory Bulletin, No.1/1977,41-8
13. V.Nikolić, D.Vukičević, S.Vukičević, Z.Raić i I.Hančević, Biomehanička istraživanja potpornog sustava metodom holografske interferometrije, Elektrotehnika (1977)br.4.

ODJEL FIZIKE POLUVODIČA

Pročelnik odjela:

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

Znanstveni suradnici:

BRIGITA MESTNIK, magistar fiz.nauka, asistent PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - znan.asistent

DAMIR SUBAŠIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent (do 20.11.1977)

ZLATKO VUČIĆ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

Pregled istraživačkog rada

1. Amorfni podsistemi

Nastavljeno je istraživanje mogućnosti dobivanja kationskih podsistema nekih binarnih spojeva u amorfnom stanju. U prošlogodišnjem izvještaju navedeno je da bi to bilo moguće u spojevima bakra i srebra, koji se odlikuju vrlo visokom ionskom vodljivošću. Odredjene su kritične brzine hladjenja potrebne za dobivanje amornog srebra ili bakra i to za spojeve AgI, Ag₂S, Ag₂Se, te Ag₂Te, Cu₂S i Cu₂Se.

Učinjeno je niz pokusa na najprikladnijem od njih, Cu_{2-x}Se, hladjenjem uzoraka velikim brzinama, a potom su ti rezultati uspoređeni sa rezultatima pokusa na ravnotežno hladjenim uzorcima. Mjereni su električni otpor i magnetska susceptibilnost, a rezultati su slijedeći:

1. Nedvosmisleno je pokazano da se rezultati mjerenja tih veličina na brzo hladjenim uzorcima bitno razlikuju od onih na ravnotežno hladjenim uzorcima.

2. Vrlo točna mjerenja na ravnotežno hladjenim uzorcima ukazuju na to da fazni dijagram Cu_{2-x}Se ima mnogo finiju strukturu nego što se do sada smatralo.

3. Uočena je i potvrđena formacija niskotemperaturne faze koja ima slabo paramagnetsko ponašanje.

4. Budući da se pri brzom hladjenju prelaze dvije linije faznog dijagrama, potrebna su daljnja i iscrpnija istraživanja otpora i susceptibilnosti da bi se razumjeli rezultati dobiveni brzim hladjenjem.

5. Ustanovljeno je također da se te dvije fazne transformacije odvijaju vremenski različito, a njihov tok je ovisan o sastavu uzorka.

Upravo ustanovljena finija struktura faznog dijagrama nametnula je kao prvi zadatak detaljnije definiranje niskotemperaturne faze koja dosad nije istraživana. Izvršena je diferencijalna termička analiza (DTA) uzoraka različitog sastava u temperaturnom intervalu od $+200^{\circ}\text{C}$ do -195°C . Uzorci su se hladili odnosno grijali brzinama između $0.1^{\circ}/\text{min}$ i $1^{\circ}/\text{min}$. Mjerenja pokazuju da polazeći od određene faze na sobnoj temperaturi, pri hladjenju svi uzorci prolaze faznu transformaciju prvog reda pri kojoj se oslobadja latentna toplina. Fazna transformacija se odvija u širokom temperaturnom intervalu - počinje negdje oko -50° , a ima maksimum na oko -80°C . Podatak da svi uzorci podliježu niskotemperaturnoj faznoj transformaciji treba smatrati potpuno novim, jer do sada nije primijećen ni kod jednog autora, bilo da se radi o mjerenju strukturnih ili transportnih svojstava. U ciklusu grijanja svi uzorci pokazuju histerezu u ponašanju, zadržavaju niskotemperaturnu formu sve do $+3^{\circ}\text{C}$ kada doživljavaju reverzibilnu faznu transformaciju 1. reda vraćajući se u fazu od koje smo počeli na sobnoj temperaturi. Na oko -50°C primijećen je i lom u baznoj liniji, koji predstavlja fazni prijelaz 2. reda a povezan je s elektronskim procesima u materijalu, što pokazuju rezultati mjerenja električnog otpora i magnetske susceptibilnosti.

Pri mjerenju električnog otpora dobivaju se rezultati koji su u potpunom slaganju s rezultatima DTA. Fazni prijelaz 2. reda na -47°C odgovarao bi magnetskom prijelazu a temperatura -47°C bila bi temperatura prijelaza iz paramagnetskog uredjenja u diamagnetsko.

Da bi se potvrdila ova analogija izvršena su mjerenja magnetske susceptibilnosti. Ona pokazuju da u hladjenju odnosno grijanju postoje dvije temperature (-80°C i $+3^{\circ}\text{C}$) kod kojih uzorak spontano mijenja susceptibilnost i još jedanput ih karakteriziramo kao strukturni fazni prijelaz između faze stabilne na sobnoj temperaturi i niskotemperaturne faze i obratno.

Mjerenja termičke dilatacije daju rezultate koji su u potpunosti u slaganju s ovim tvrdnjama.

2. Madelungova konstanta superionskih vodiča

Poznato je da je Madelungova konstanta izračunata za mnogobrojne uredjene ionske strukture kao što su NaCl, CsCl itd. kao i za potpuno neuredjene ili amorfne sisteme. Za superionske vodiče tj. za kristale čiju rešetku čini čvrsta anionska podrešetka, dok su njeni kationi statistički raspoređeni po vrlo velikom broju intersticijskih mjesta skoro ekvivalentne energije, Madelungova konstanta nije bila definirana. Tipični primjeri ove grupe kristala su AgI, CuI, Ag₂HgI₄, RbAg₄I₅ itd.

Zbog vrlo velikog broja mjesta dostupnih kationima, te zbog njihove velike mobilnosti, superionske vodiče karakterizira zapravo beskonačan niz Madelungovih konstanti zavisno od trenutne pozicije kationa. Opravdano je zato uvesti pojam prosječnog ionskog zaposjednuća koji karakterizira danu strukturu kristala i omogućuje izračunavanje tzv. prosječne Madelungove konstante. Uz tako definirano ionsko zaposjednuće i uz pomoć modificirane Ewaldove metode izračunata je Madelungova konstanta stehiometrijskih kristala srebro jodida i bakar selenida kao predstavnika dviju glavnih grupa superionskih vodiča. Pokazano je nadalje da u slučaju nestehiometrijskih kristala prosječna Madelungova konstanta može ovisiti i o temperaturi i o sastavu uzoraka.

Popis radova:

Znanstveni radovi:

1. Z.Ogorelec, Glass Transition in Sodium Thiosulfate Pentahydrate, Fizika 9(1977)131
2. Z.Vučić, D.Subašić and Z.Ogorelec, The determination of the solid-liquid interfacial tension in germanium, Phys.Status Solidi - in press
3. B.Mestnik and Z.Ogorelec, Madelung Constants of Stoichiometric and Non-Stoichiometric Average Crystals, Phys.Status Sol.(b)84(1977)K 37

Stručni radovi:

1. Z.Ogorelec, Amorfni poluvodiči, Elektrotehnika 19(1976)247

Diplomski radovi:

Sabaz Loredana, Dobivanje poluvodičkog stakla

Jukić Branka, Prijelaz natrij tiosulfata pentahidrata u staklasto stanje

ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA

U ovom Odjelu rade suradnici radne organizacije RIZ - OOUR-a Tvornice poluvodiča - Odjel za razvoj procesa.

Stručni suradnici:

Vlatka Radić, dipl.ing.kem., šef odjela
Mladen Arbanas, magistar elektronike
Dubravka Dojč, dipl.ing.kem.
Ivan Gložinić, dipl.ing.fiz.
Elizabeta Hasanbašić, dipl.ing.kem.
Dubravka Ljubić, dipl.ing.kem.
Dragan Živković, dipl.ing.fiz.

Tehnički suradnici:

Milan Vukelić, tehnolog za maske
Vera Tončić, kem.tehničar
Vesna Milinović, kem.laborant
Vladimir Studen, VKV strojar
Mirosljub Kovač, radiomehaničar

Pregled rada

1. Programiranje i dobivanje Si-Si i Si-x struktura depozicijom iz parne faze, te njihovo ispitivanje.

Proces depozicije odnosno rasta silicija na silicij svodi se na pirolitički raspad silicijevih spojeva (silana SiH_4 , diklorsilana SiH_2Cl_2 , silicijeva tetraklorida SiCl_4 i sličnih) i taloženje nastalog silicija na pripremljenu podlogu monokristala. Proces se odvija u atmosferi vodika na temperaturi od 1050°C - 1200°C ovisno o silicijevom spoju koji se primjenjuje.

U reakciju ulaze i spojevi kao napr. fosfin za n-tip Si ili diboran za p-tip Si, koji daju potrebnu koncentraciju primjesa.

Svi naši eksperimenti radjeni su sa silicijevim tetrakloridom ili diklorsilanom u reaktoru firme Applied Materials tip AMV 800.

Obzirom na električke karakteristike poluvodičkog elementa ili sklopa proračunati su parametri epitaksijalnog sloja (debljina i koncentracija primjesa). Prema tim parametrima izradjen je program za rad u reaktoru i započeti su eksperimenti na izradi uzoraka. Za brzinu rasta epitaksijalnog sloja trebalo je pronaći

optimalne uvjete procesa pri kojima nastaje sloj sa što je moguće manje kristalografskih dislokacija i drugih nepravilnosti.

Ispitivanje epi slojeva vršeno je mjerenjem specifičnog električkog otpora metodom 4 šiljka, mjerenjem debljine sloja metodom interferencije na kosom izbrusku i određivanjem broja dislokacija metodom preferencijalnog jetkanja. Iz električkih karakteristika struktura koje se izradjuju iz tih uzoraka određuje se također kvalitet sloja.

2. Preliminarni pokusi na izradi Si diode za direktnu konverziju energije

U nizu pokusa izradjena je p-n dioda velike površine na kojoj se ispituje utjecaj svjetlosne energije širokog spektra.

Veliki problem pri izradi fotoosjetljivih dioda velike površine je stvaranje antirefleksionog sloja na glatkoj površini silicijevih pločica. Kao, za nas u ovom trenutku najpogodnija metoda odabrano je anizotropno jetkanje. Ako se anizotropno jetkalo primijeni na silicijevu plohu kristalografske orijentacije 100 (zbog ovisnosti brzine otapanja o smjeru kristalografske orijentacije) nastaju na površini male piramide ograničene bočno plohom (111), a na dnu (100).

Tipične dimenzije piramida su $4 \mu\text{m}$ u bazi i $4 \mu\text{m}$ u visini. Takova površinska struktura omogućava mnogostrukom interakciju svjetlosne zrake između miliona piramida po cm^2 površine.

Da bi se postigla uniformnost jetkanja waferi se neposredno prije jetkanja uranjaju u vruću otopinu CCl_4 . Sa silicijem nastaju jezgre SiC, koje izložene jetkalo pospješuju uniformnu tetraedarsku formulaciju po cijeloj površini neovisno o veličini wafera.

Brzina anizotropnog jetkanja je funkcija kristalografske orijentacije, temperature, koncentracije jetkala kao i koncentracije dopanta u siliciju.

Pokusi su vršeni s različitim sastavima jetkala na bazi kalijevog hidroksida ili na bazi hidrazina. Varirana je koncentracija jetkala, temperatura i vrijeme jetkanja.

Na oksidnim pločicama Si monokristala p-tipa 1,5-3.5 ohmcm (100) fotolitografskim postupkom napravljeni su otvori za difuziju fosfora površine cca 18 cm^2 . Nakon anizotropnog jetkanja difundiran je tanki sloj fosfora površinske koncentracije $5 \cdot 10^{19} \text{ atoma/cm}^{-3}$ i dubine 0,3 - 0,6 μm . Na p-stranu naparen je aluminijski, a na n-stranu titan i srebro u obliku rešetkastog kontakta, da što veći dio površine silicija ostane izložen svjetlu. Ispitivanja karakteristika diode su u toku.

3. Ispitivanje mogućnosti proizvodnje VF tranzistora snage

Visokofrekventni tranzistori snage rade na frekvencijama do 1 GHz sa snagom cca 10W, dok je na nižim frekvencijama snaga 100W. Obzirom na konstrukciju elementa ta dva uvjeta su kontradiktorna, jer visoka radna frekvencija zahtijeva vrlo male geometrije tranzistora, a relativno velika snaga zahtijeva veliku geometriju i rad s vrlo velikim gustoćama struje. Iz tog proizlaze slijedeći problemi:

- Dobivanje vrlo finih pruga fotolitografskim postupkom. Napr. dužine periferije emitera je dužine do 2 μ m, a širina pruge svega 1-2 μ m.

- Postići optimalnu geometriju tranzistora obzirom na termičke zahtjeve, frekvenciju i cijenu koštanja elementa.

- Zbog velikih gustoća struje dolazi do elektromigracije što se pokušava spriječiti višeslojnim metalizacijama pri izradi kontakata. Osim toga takove strukture trebaju biti pouzdane u radu, pa gotove se strukture površinski zaštićuju slojem silicijevog dioksida ili silicijevog nitrida.

- Takovi elementi ostvaruju se tehnologijom plitkih difuzija (1 μ m), koja zahtijeva vrlo kvalitetan osnovni materijal, temperaturne procese koji ne unose kristalografske defekte i što strmiye profile koncentracije primjesa.

- Zbog rada s velikim gustoćama struja dolazi do Kikovog efekta (pomak kolektor-baza barijere u području kolektora).

Na osnovu ovih saznanja započet je razvoj na izradi tranzistora koji bi trebao dati snagu 1W na radnoj frekvenciji 400 MHz.

Ovo je najjednostavniji komercijalni tip od te vrste tranzistora za koji se smatra da se može izraditi s postojećim uređajima u Odjelu, dok za ostale strukture s većim zahtjevima opremu je potrebno modernizirati i nadopuniti.

Fotolitografske maske za elemnte pod 2. i 3. izradjene su na uređaju za elektronsku ekspoziciju maski JEOL.

4. Novi tehnološki postupci

a) Uveden je novi proces difuzije bora u silicij iz B^+ -a. To je komercijalni proizvod sastava B_2O_3 uz dodatak BaO , MgO , Al_2O_3 u obliku pločice promjera 50 mm debljine 1 mm.

Za vrijeme difuzije B^+ pločica je izvor dopanta. Dopant biva transportiran strujom dušika ili helija do površine silicijeve pločice, taloži se na nju i dalje difundira. Postupak je relativno jednostavan, reproducibilan, difuzija uniformna, a kristalografska oštećenja površine minimalna.

Osim pokusa za određivanje optimalnih uvjeta rada, proces je verificiran na 20 kom. silicijevih pločica koje su procesirane s bazom iz B⁺ i napravljen tranzistor 2N918, električki ispitan u Kontrolni kvalitete TPV.

b) Razradjena je i postavljena metoda za određivanje čistoće zraka u radnom prostoru s laminarnim strujanjem filtriranog zraka. Zrak iz testiranog prostora prolazi kroz aerosol monitor u određenom vremenu uz točno određeni protok. Iz monitora se zatim izvadi filter i pod mikroskopom broje čestice veće od 5 μm, dok ne bude zadovoljen uvjet

$$F_n \times N_t = 500, \text{ gdje je}$$

F_n - broj izbrojanih polja

N_t - ukupan broj čestica u F_n poljima.

Broj čestica računa se po formuli:

$$P_t = N_t \times \frac{900}{N \times A_f}, \text{ gdje je}$$

P_t - ukupan broj čestica od 5 μm i veće

N_t - ukupan broj u N poljima

N - broj polja

A_f - površina jednog polja u mm²

900- ukupna efektivna površina u mm²

c) Uz normalan rad na fotolitografiji ispitane su nove kemikalije:

- za skidanje fotoresista
- za povećanje adhezije fotoresista na površinu silicija i oksida
- negativni fotoresist 747 firme Kodak.

Svi rezultati su pozitivni.

ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU

Pročelnik Odjela:

SLAVEN BARIŠIĆ, doktor fiz.nauka - izv.profesor PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - viši znanstveni suradnik

Znanstveni suradnici:

ALEKSA BJELIŠ, magistar fiz.nauka - znan.asistent

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

BRANKO GUMHALTER, doktor fiz.nauka - znan.asistent

STJEPAN MARČELJA, doktor fiz.nauka, docent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu,
- znan.suradnik

KREŠIMIR ŠAUB, dipl.ing.fizike - asistent

VELJKO ZLATIĆ, doktor fiz.nauka - znan.asistent

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

NIKOLA RADIĆ, dipl.ing.fiz. - asistent-postd.

Pregled istraživačkog rada

Općenito. Uz područja uobičajene aktivnosti Odjela za teorijsku fiziku (magnetske nečistoće, biofizika, lančasti vodiči), aktivnošću B.Gumhaltera razvija se i novo područje fizike površina. Odlaskom K.Uzelac na stručno usavršavanje u Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, Orsay u Francuskoj, trenutno je prestao rad na općoj teoriji faznih prijelaza. Uz suradnju s tim laboratorijem, nastavljena je i vrlo plodna suradnja S.Marčelje s Australian National University, Canberra.

Biofizika

Unutar grupe teorijske fizike nastavljen je u 1977.g. rad na nekoliko važnih problema u biofizici. Studije međudjelovanja u vodenim otopinama proširene su s radom koji opisuje utjecaj strukture otapala na zasjenjenje električkih naboja u otopini.

U tom kontekstu S.Marčelja i N.Radić radili su na problemima strukture difuznog dvostrukog sloja i aproksimativnom računu hidrofobne interakcije.

Razvijena je poopćena teorija difuznog dvostrukog sloja na koju je Goüy-Chapmanova teorija granični slučaj pri niskim koncentracijama elektrolita. Novi način izvodjenja jednadžbi koje opisuju difuzni dvostruki sloj - metodom minimizacije slobodne energije - omogućava na prirodan način uzimanje u obzir efekata veličine iona i uvodjenje dosad nerazmatranog utjecaja uredjenja medija-vode. Rezultati pokazuju da je dipolno uredjenje vode važno pri visokim koncentracijama elektrolita i mogu kvalitativno objasniti razlike između eksperimenata i Goüy-Chapman teorije koje se očituju u efektivnom povećanju Debye-ove dužine zasjenjenja. Rad će biti objavljen u Chem.Phys.Lett. a saopćen je na VIII Jug.simpoziju iz biofizike.

Napravljen je aproksimativni proračun jakosti i prostorne ovisnosti hidrofobne veze osnovan na konceptu indirektno interakcije uzrokovane perturbacijom strukture medija. Radjena je sfera-sfera, sfera-ravnina i cilindar-cilindar-konfiguracija. Usporedba s postojećim točnim rješenjima istog modela pokazuje da su dobiveni izrazi vrlo dobre aproksimacije.

Drugi problem na kome S.Marčelja trenutno još radi odnosi se na tok informacije u vizuelnom sistemu. Nadjeno je da je transformacija slike u retini vrlo slična idealnom matematičkom obliku koji maksimizira tok informacije u mozak. Na taj način objašnjena je logika organizacije nervne mreže u retini.

Magnetske nečistoće

Tokom 1977. V.Zlatic nastavio je raditi na objašnjavanju ponašanja prijelaznih metala u kojima su otopljene male količine paramagnetskih 3d atoma. Pokazano je da teoretski rezultati dobiveni u okviru Wolffovog modela objašnjavaju postojeće eksperimentalne rezultate za magnetootpor sistema tipa $RhFe$. Teoretski rezultati predviđaju da će na temperaturi T_c (odnosno za magnetsko polje M_c) doći do promjene predznaka magnetootpora

I ovi teoretski rezultati provjeravaju se sada eksperimentalno na IFS-u.

Tokom 1977.g. V.Zlatić se uključio u istraživanje problema kavitacije, koje se provodi na IFS-u u suradnji s Brodarskim Institutom.

U prvoj polovini protekle godine T.Ivezić nastavio je s radom na tuneliranju u metal-izolator-metal kontaktima s magnetskim nečistoćama. Razmatrao je neperturbacioni pristup izračunavanju vlastite energije za interakciju vodljivog elektrona sa spinom nečistoće.

U teoriji koju je razradio nema neodređenih parametara, jer je eksplicite uzeta ovisnost o položaju nečistoće u M-I-M kontaktu. Jedini parametri koje treba odrediti iz usporedbe s eksperimentalnim rezultatima su bezdimenzionalna konstanta interakcije $\delta = \frac{1}{2} \rho$ (ρ konstanta interakcije izmjene, ρ -gustoća vodljivih elektrona na Fermi nivou) i koncentracija c . Rezultat usporedbe tih rezultata u perturbacionoj granici s eksperimentalnim vrijednostima pokazao je da nije moguće dobiti dobro slaganje ukoliko se želi da δ bude takav da je perturbacioni pristup moguć ($\delta < 0.1$) i da koncentracija bude takva da nema interakcije među nečistoćama ($c < 1\text{at}\%$). Neperturbacioni pristup je dao bolje slaganje ukoliko je interakcija jaka ($\delta \approx 0.3$) i antiferomagnetska. Rezultati toga rada izneseni su na EPS konferenciji: Transport properties of normal metals and alloys below θ_D održanoj u Cavtatu od 9-12 maja 1977.

U drugom dijelu godine preorijentirao se na novo područje - amorfni metali, na kojem je ove godine poslao u štampu jedan rad, a drugi će uskoro također biti završen. Prvi rad se odnosi na korelaciju magnetskih svojstava i mikrotvrdoće u amorfnim feromagnetskim legurama, a drugi na električni otpor istih legura. Ta proučavanja su još u toku.

Fizika površina

Tokom 1977. godine B.Gumhalter je nastavio raditi na problemima relaksacije i dinamičkog zasjenjenja mjerljivim u spektrima atoma kemisorbiranim na kristalnim površinama.

Proširivši standardni Andersonov model kemisorpcije tako da se uzmu u obzir efekti dinamičkog zasjenjenja i intro-atomske relaksacije uspio je pokazati da oblik apsorpcionih i fotoemisionih spektara adsorbata bitno ovisi o tim efektima, ali da i njihova interferencija može biti dosta jaka. Račun je pokazao da je opravdano očekivati izvjesne singularitete u tim spektrima, što ovisi o veličini ključnih parametara koji karakteriziraju adsorpcione

sisteme. Nedavna eksperimentalna mjerenja potvrđuju takova predviđjenja i sigurno će stimulirati daljnja istraživanja u tom području.

Rezultate svojih radova saopćio je na "Kollokviju o kemijskoj fizici površina" održanom u Uppsali (Švedska), na Chalmers Institute of Technology, Göteborg (Švedska) i na III Medjunarodnoj konferenciji o fizici površina održanoj u Beču.

Lančasti vodiči

Rad na teorijskoj obradi lančastih vodiča nastavio se na strukturnim aspektima te na pitanjima vezanim uz problem zasjenjenja Coulombskih sila i odgovarajućoj teoriji mnoštva čestica.

U ovom posljednjem problemu S. Barišić je detaljno ispitao zasjenjenje u prisustvu jake anizotropije u propagaciji elektrona, koja uzrokuje anizotropiju u spektru plazmona. Plazmoni koji se propagiraju gotovo poprečno na sistem lanaca imaju vrlo niske frekvencije, te stoga zasjenjenje može biti nedjelotvorno. Ipak, pokazano je da u svim parket dijagramima, koji sadržavaju odgovarajuću Coulombsku interakciju dominira statički zasjenjeni dio, tako da je doprinos tih dijagrama zaista logaritamski. Zasjenjena Coulombska interakcija može biti mala spram elektron-fonon međudjelovanja, pa je zapaženo da se pod uvjetom da su karakteristične fononske frekvencije male, teorija reducira na jednostavnu Pelerls-Fröhlich-ovu granicu. Time je uspostavljena jasna veza između dva dotad gotovo potpuno odvojena pravca istraživanja.

K. Šaub priprema svoju doktorsku dizertaciju, što ga je udaljilo od produkcije novih rezultata.

U 1977. godini A. Bjeliš je nastavio rad na Ginzburg-Landauovom modelu za Peterlovu nestabilnost u lančastim sistemima. Posebna pažnja posvećena je slijedećim problemima:

Detaljno je ispitano kakva je modulacija trodimenzionalno uredjenih valova naboja u složenoj rešetki dvaju lanaca. Nadjeno je pod kojim uvjetima je modulacija ista kao i za sistem jednakih lanaca, tj. kada su valovi naboja fazno modulirani za nesumjerljivo uredjenje i amplitudno modulirani za uredjenje za sumjerljivošću četvrtog reda. Pokazano je da se sumjerljiva faza ne može stabilizirati uzimanjem u obzir samo unutarlančanih vezanja i bilinearnih vezanja među lancima. Stoga je potrebno uključiti u razmatranje

anharmoničke interlančane doprinose. Ispitano je na koji način geometrijski raspored anharmonički vezanih lanaca utječe na (uvjete za) sumjerljivu stabilizaciju. Tako je za dominantne doprinose u kojima sudjeluju samo dva susjedna lanca pokazano da je sumjerljivo uređenje favorizirano ukoliko je efektivno interakcija privlačna.

Popis radova

1. Structural Contribution to Solute-Solute Interaction, S.Marčelja, Croatica Chemica Acta 49,347 (1977)
2. Onsager Transition in a Hard Plate Fluid, P.A.Forsyth,Jr., S.Marčelja, D.J.Mitchell and B.W.Ninham, J.Chem.Soc.Faraday Trans. II 73,84(1977)
3. Stability of Clay Dispersions, P.A.Forsyth,Jr.,S.Marčelja,D.J.Mitchell and B.W.Ninham, Int.Conf.on Modification of Soil Structure (J.Wiley,u štampi)
4. Role of Solvent Structure in Solution Theory, S.Marčelja, D.J.Mitchell, B.W.Ninham and M.J.Sculley, J.Chem.Soc.Faraday Trans. II,73,630(1977)
5. Phase Transition in Charged Lipid Membranes, P.A.Forsyth,Jr.,S.Marčelja, D.J.Mitchell and B.W.Ninham, Biochim.Biophys.Acta 469,335(1977)
6. Ordering in Colloidal Systems, P.A.Forsyth,Jr.,S.Marčelja, D.J.Mitchell and B.W.Ninham, Adv.Colloid and Interface Sci.9,37(1978)
7. Solvent Contribution to the Debye Screening Length, N.Radić i S.Marčelja (Chem.Phys.Letters (u štampi)
8. Information Processing in the Retina, S.Marčelja (na recenziji)
9. V.Zlatić, Magnetoresistance of dilute LSF alloys,Physica 86-88B,465(1977)
10. V.Zlatić, G.Grüner, Preasymptotic charge oscillations around 3-d impurities in aluminum, J.Physique-Lettres 38,87(1977)
11. T.Ivezić, The hopping model of zero-bias tunneling anomalies: non-perturbative calculation, Proceedings of the EPS Study Conference, C-65,Cavtat,1977.
12. B.Gumhalter, Intra- and extra-atomic relaxation and the infra-red catastrophe in the core levels of chemisorbed atoms, J.Phys.C10(1977)L219
13. B.Gumhalter, Relaxation shifts,line shapes and satellites in the X-ray and absorption spectroscopy of adsorbed species J.Physique 38(1977)1117
14. B.Gumhalter, Proceedings of the 3rd ICSS, Vienna (1977)str.783

15. D. Debray, R. Millat, D. Jerome, S. Barišić, L. Giral, J.M. Fabre, Neutron diffraction study of the compressibility of TTF-TCNQ under hydrostatic pressure, J. Physique-Lettres 38, 227, 1977.
16. S. Barišić, Pelerls Instabilities I, Screening and retardation effects. Proceedings of the Congres de la Societé Française de Physique Poitiers 1977. J. Physique-Colloques u štampi, pozvano predavanje.
17. S. Barišić, A. Bjeliš, Pelerls Instabilities II, Ginzburg-Landau Model, Proceedings of the Symposium on Order and Disorder in Solids, Paris 1977, J. Physique-Colloques, u štampi, pozvano predavanje
18. A. Bjeliš, S. Barišić, Charge Density Wave Ordering In Chain Conductors, Proceedings of the International Conference on Lattice Dynamics, Paris, September 1977.

Sudjelovanje na konferencijama i školama, bez publikacije

- S. Barišić, 4th MECO Seminar, Unterägeri, 1977, Švicarska, pozvano predavanje
- S. Barišić, Sovjetska konf. "Fazni prijelaz metal-dielektrik" L'vov 1977, pozvano kratko predavanje
- S. Barišić, IVth Winter School of Theoretical Physics, Karpacz 1977, Poljska, pozvano predavanje

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

Voditelj biblioteke:

MARICA FUČKAR, dipl.filozof, bibliotekar

Stručni suradnik:

VELJKO ZLATIC, doktor fizičkih nauka - znan. suradnik

Prikaz rada

Biblioteka je tokom 1977. godine još uvijek radila na potpunom sredjivanju biblioteke koje je započeto 1976. godine.

Tako je biblioteka konačno registrirana pri Matičnoj službi Nacionalne i Sveučilišne biblioteke Zagreb, 14.4.1977. godine.

FOND BIBLIOTEKE

1. knjige 2035
2. periodika 3277 svezaka
3. diplomske radnje 366
4. magistarske radnje 69
5. disertacije 52
6. katalozi periodike 17

NABAVNA POLITIKA

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

U 1977. godini biblioteka je primala 145 domaćih i stranih časopisa. Kao dar pristizalo je 27, a na članstvo 37 naslova časopisa.

Nabava knjiga vrši se kupnjom preko izdavačkog poduzeća "Mladost", zamjenom za publikacije IFS-a (dr V.Vujnović-SPIG) i povremenim primanjem knjiga na dar.

U toku 1977. godine, nabavljeno je 180 novih knjiga.

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, sredstvima informiranja (dakako u okvirima svojih mogućnosti), 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 vrši razmjenu bibliotečne gradje s drugim bibliotekama u zemlji,
5. da suradjuje sa sveučilišnim i znanstvenim bibliotekama Hrvatske i Jugoslavije,
6. da pruža pomoć i suradjuje s drugim bibliotekama i srodnim ustanovama,
7. da dostavlja podatke Nacionalnoj i Sveučilišnoj biblioteci u Zagrebu, u svrhu izrade nacionalne bibliografije i vođenje centralnog-republičkog kataloga,

8. da dostavlja bibliografske podatke o stranim knjigama i časopisima koje biblioteka prima, Jugoslavenskom bibliografskom institutu u Beogradu,
9. da zaštićuje fond periodike uvezivanjem,
10. da čuva i obradjuje diplomske radnje, magistarske radnje i disertacije obranjene na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Zagreb, iz područja fizike,
11. da vrši interne poslove biblioteke i administrativne poslove biblioteke,
12. da pomaže znanstvenom osoblju kod prijepisa članaka pripremljenih za publiciranje.

KLASIFIKACIJA

Klasifikacija knjiga vrši se po INSPEC-klasifikaciji koja je 1977. godine, postala internacionalna klasifikacija za područje fizike.

KATALOGIZACIJA I KNJIGA INVENTARA

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

Biblioteka vodi trenutno dvije vrste kataloga: abecedni i naslovni, dok će rad na izradi predmetnog kataloga započeti u 1978. godini.

U toku 1977. godine, izradjen je prvi tiskani katalog periodike Instituta za fiziku Sveučilišta u Zagrebu.

TEHNIČKA OBRADA BIBLIOTEČNE GRADJE

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

OTPIS KNJIGA

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

Broj otpisanih knjiga iznosio bi 183 knjige.
Financijski taj otpis nije prikazan jer se još uvijek nadamoda će se neke knjige pronaći.

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 dr Veljkom Zlatićem.

FINANCIJSKI POKAZATELJ VRIJEDNOSTI BIBLIOTEKE IFS-a do zaključno 31.12.1977. godine.

- do 31.12.1977. godine za knjige i periodiku utrošeno je ukupno 1,479.667,80 dinara.

U toku 1977. godine utrošeno je u biblioteci za uplatu članarina znanstvenih radnika, za nabavu knjiga i periodike 375.586,25 dinara.

T A J N I Š T V O

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

Tajnik:

ZDRAVKO FRANČIĆ, dipl. pravnik 1 (1)

Struktura i sastav:

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

Brojno stanje na dan 31.12.1977.

služba općih poslova	6
služba računovodstva	2
nabavno skladišna služba	2
radionica	1

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

Program znanstvenog rada Instituta u 1977. godini financirali su:

a) Samoupravna interesna zajednica za znan. rad - SIZ-I	3,692.884.-
- SIZ-III	24.421.-
b) Sufinanc. znan. programa od Sveučilišta	3,420.000.-
c) PMF u Zagrebu	207.653.-
d) Financ.-učešće RIZ-Tv. poluv.	310.000.-
e) Geod. fakul. za znan. zadatak "Astrofizika"	244.251.-
f) Jug.-Amer. odbor za nauč. tehn. surad.	178.400.-
Ukupno	<u>8,077.609.-</u>