

IZVJEŠTAJ O RADU
INSTITUTA ZA FIZIKU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ZAGREB
1. I - 31. XII 1973.

S A D R Ź A J

	Strana
I U V O D	1
II ORGANI UPRAVLJANJA I IZVRŠNI ORGANI INSTITUTA	3
Radna zajednica	3
Upravni odbor	3
Naučno vijeće	4
III IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA	5
ODJEL FIZIKE METALA I	5
Pregled istraživačkog rada	6
Rezultati istraživačkog rada	6
Popis radova	10
ODJEL FIZIKE METALA II	12
Pregled istraživačkog rada	13
Popis radova	18
ODJEL OPTIČKIH SVOJSTAVA KRISTALA	20
Pregled istraživačkog rada	20
ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA	26
Pregled istraživačkog rada	26
Popis radova	29
ODJEL FIZIKE POLUVODIČA	31
Pregled istraživačkog rada	31
Popis radova	34
ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA	35
Pregled istraživačkog rada	35
ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU	39
Pregled istraživačkog rada	39
Popis radova	43
IV TAJNIŠTVO	44

U V O D

U protekloj 1973. godini Institut za fiziku Sveučilišta bavio se istraživačkim i nastavnim radom u okviru postojećih ugovora s Republičkim fondom za naučni rad SRH kao i u okviru nastavnog programa Sveučilišta. Kao i do sada područje istraživačkog rada bilo je u fizici čvrstog stanja i joniziranih plinova. Istraživanja su bila pretežno fundamentalnog karaktera iako je područje primijenjenih istraživanja zauzimalo važno mjesto u programu rada.

Naučni i nastavni rad i dalje su objedinjeni time što naučni radnici Instituta vrše i nastavne dužnosti na Sveučilištu. Nekoliko suradnika Instituta stalno su zaposleni kao istraživački radnici u industriji. Neki suradnici stalno žive i rade izvan Zagreba. Institut je dakle otvoren svim kompetentnim naučnim i stručnim radnicima čiji rad po kvaliteti i kreativnosti ispunjava usvojene standarde i kriterije. Ovi standardi i kriteriji su slični onima koji vladaju u ostalim razvijenim institucijama u svijetu. Naš cilj je da ove kriterije podržavamo i da stalno poboljšavamo kvalitet i kvantitet naučnih radova.

Iz priloženog teksta izvještaja može se vidjeti kako su utrošena sredstva Instituta i do koje mjere su napori njegovih članova urodili plodom. Institut se u realiziranju svog naučnog programa uvelike koristio aktivnom suradnjom s nizom ustanova u zemlji i inozemstvu. Nastavljena je i proširena suradnja s institutima u Genovi, Budimpešti, Londonu (Imperial College), Orsay-u, Jülichu, Rochesteru (SAD) i Trstu (Centar za teorijsku fiziku).

Uložen je znatan napor da bi se našla mogućnost primjene naučnih rezultata u obliku tehnoloških procesa u privredi. U tu svrhu u Institutu djeluje i Odjel primijenjene fizike čija je aktivnost do sada pokrivala područje poluvodičke tehnologije. Ovaj Odjel Instituta biti će

proširen da bi obuhvatio rad na problemima energetike (npr. direktna konverzija), preciznih optičkih mjerenja (laser-ska interferometrija u industriji i brodarstvu) i medicine. Velika nastojanja da se ideje naučnih radnika Instituta planiraju u privredi nisu međutim naišla na dovoljan odaziv u privrednim organizacijama i to mahom zbog nedostatka njihove dugoročne razvojne politike. Postoje međutim nade da će se proizvodna aktivnost mnogih grana industrije pomalo preorijentirati od oslonca na inozemne licence prema vlastitoj tehnološkoj kreativnosti pa će Institut rado prihvatiti se rada na projektima iz primijenjene fizike. Institut je naročito dobro opremljen da u ovom smislu pomogne: industriji telekomunikacija, električnoj industriji, metalurškoj i metaloprerađivačkoj industriji, brodogradnji itd. Institut također traži partnere za izučavanje zaštite čovjeka i okoline.

Visina financiranja naučnog rada ne mora da utječe na kvalitet rezultata ali sasvim sigurno utječe na kvantitet i opsežnost djelatnosti. Dok je protekla godina prošla u znaku kvalitetnog rada moramo sa žalošću konstatirati da je visina realnog ulaganja u ovu granu znanstvene djelatnosti znatno opala pa ni Institut nije bio u stanju provesti plan proširene aktivnosti u domeni primjenjene fizike. Budući da je fizika čvrstog stanja deficitarna a baš o njoj najviše ovisi moderni tehnološki razvoj privrede smatramo da je bitno ovo postojeće stanje popraviti.

Moderna industrija može biti konkurentna samo ako ostaje na fronti tehnološkog razvoja pa je novac utrošen na znanstvena i tehnološka istraživanja i razvoj najracionalnije utrošen.

Aktivnost Instituta za fiziku pokriva dakle široku domenu od postdiplomske nastave i čistih naučnih istraživanja, pa sve do neposredne pomoći industriji i privredi. On treba da djeluje kao most komunikacije između Sveučilišta i neposrednih korisnika znanstvenih dostignuća - proizvađača.

Institut za fiziku reorganiziran je u 1973. godini u duhu ustavnih amandmana i registriran kao organizacija udruženog rada. Nadalje Institut je ušao kao ravnopravni član u Zajednicu za fiziku, koja okuplja sve znanstvene ustanove i njihove članove koji se bave istraživanjem i nastavom fizike. Institut je također ušao u brojne samoupravne sporazume kako bi njegova uloga u društvu bila u potpunosti ispunjena.

II. ORGAN UPRAVLJANJA I IZVRŠNI ORGANI INSTITUTA

RADNA ZAJEDNICA

Predsjednik Radne zajednice do 15.XI 1973.

LEPČIN VILIM, sam. tehn. suradnik u Odjelu fizike metala I

Predsjednik Zbora radnika od 15.XI 1973.

Dr. VLADIS VUJNOVIĆ, viši nauč. suradnik - pročelnik
Odjela fizike ioniziranih plinova

UPRAVNI ODBOR

Predsjednik Upravnog odbora

Dr. KATARINA KRANJC, viši naučni suradnik u Odjelu
fizike metala I

Članovi Upravnog odbora:

1. Dr. ANTUN BONEFAČIĆ, viši naučni suradnik - pročelnik
Odjela fizike metala I
2. RUDOLF KRŠNIK, magistar fizike, asistent u Odjelu
fizike metala II
3. SUBAŠIĆ DAMIR, asistent u Odjelu optička svojstva kristala
4. SERTIĆ MILAN, tehnički suradnik u Odjelu fizike metala II
5. Dr. BORAN LEONTIĆ, naučni savjetnik - pročelnik Odjela
fizike metala II i direktor Instituta

Zamjenici članova Upravnog odbora:

1. BRANKO HACEK, VKV radnik - šef radionice Instituta
2. Dr. ZVONIMIR OGORELEC, viši nauč. suradnik - pročelnik
Odjela fizike poluvodiča

NAUČNO VIJEĆE INSTITUTA

Članovi Naučnog vijeća:

1. Dr SLAVEN BARIŠIĆ, naučni suradnik - pročelnik Odjela teorijske fizike
2. Dr ANTUN BONEFAČIĆ, viši naučni suradnik - pročelnik Odjela fizike metala I
3. Dr BORAN LEONTIĆ, naučni savjetnik - pročelnik Odjela fizike metala II i direktor Instituta
4. Dr ZVONIMIR OGORELEC, naučni suradnik i pročelnik Odjela fizike poluvodiča
5. Dr MLADEN PAIĆ, naučni savjetnik i pročelnik Odjela optička svojstva kristala
6. Dr VLADIS VUJNOVIĆ, naučni suradnik i pročelnik Odjela fizike ioniziranih plinova

DIREKTOR INSTITUTA

Dr. BORAN LEONTIĆ, naučni savjetnik - pročelnik
Odjela fizike metala II

III. IZVJEŠTAJ ORGANIZACIONIH JEDINICA

ODJEL FIZIKE METALA I

Pročelnik Odjela:

ANTUN BONEFAČIĆ, doktor fiz.nauka, izv.profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - viši naučni suradnik

Naučni suradnici:

KATARINA KRANJC, doktor fž.nauka, izv.profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - viši nauč.suradnik

ANKICA KIRIN, doktor fiz.nauka, asistent Medicinskog
fakulteta Sveučilišta u Zagrebu - asistent

ANTON TONEJC, doktor fiz.nauka, asistent PMF-a Sveučilišta
u Zagrebu - asistent

DAVOR DUŽEVIĆ, magistar fiz.nauka - asistent

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

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

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

VJEKOSLAV FRANETOVIĆ, dipl.ing.fiz., asistent Farma-
ceutskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
- asistent

Tehnički suradnici:

LEPČIN VILIM, sam.tehn.suradnik

ŠTOKIĆ DARINKA, tehn.suradnik

1. Pregled istraživačkog programa

U 1973. godini nastavljena su u Odjelu fizike metala I istraživanja metastabilnih slitina. Istraživanja se mogu podijeliti na ova uža područja:

- a) Ispitivanje neravnotežnih faza i faznih prijelaza
- b) Proučavanje mikrostrukturnih i morfoloških parametara
- c) Teorijska obrada problema raspršenja rendgenskih zraka na česticama nejednolike elektronske gustoće
- d) Razvoj eksperimentalnih uređaja

2. Rezultati istraživanja

2.1. Ispitivanje neravnotežnih faza i faznih prijelaza

Nastavljen je višegodišnji rad na uspoređivanju fizičkih svojstava ultrabrzo i klasično kaljenih binarnih slitina na sistemu Al-4,5%Ag. Podaci koji su dobiveni različitim rendgenskim difrakcijskim tehnikama, mjerenjem mikrotvrdoće, te elektronskom mikroskopijom uspoređeni su, te su ukazali na neke bitne razlike u procesu dozrijevanja. Ovaj je rad završen i publiciran.

Posebno su istraživani procesi u Al-Ag slitinama u početnom stadiju dozrijevanja dok je još vjerojatno da je mehanizam raspada slitine spinodalna dekompozicija. Završeno je nekoliko dugotrajnih eksperimenata koji se sastoje u snimanju krivulja raspršenja pod malim kutom pomoću Levelut-Guinier-ove komore u toku izotermičkog dozrijevanja kod različitih temperatura, određeni su interdifuzijski koeficijenti i neki drugi parametri sistema. Slijedeće godine izvršit će se još nekoliko eksperimenata i analiza rezultata.

Nastavljeno je ispitivanje mogućnosti proširenja čvrste topljivosti u binarnim sistemima s aluminijskom bazom. Tako je Pt u ravnotežnom stanju netopljiva u Al, dok je brzim ka-

ljenjem topljivost povećana do 2,2 at%Pt. U uzorcima kaljenim slabijom efikasnošću, kao i pri popuštanju čvrstih otopina, detektirana je u tom sistemu nova metastabilna faza, kojoj su utvrđeni parametri rešetke.

Mehanička i strukturna svojstva sistema Al-Ni kaljenog iz taljevine proučavana su ranijih godina (vidi "God.izvj."1971.) Sada je to istraživanje prošireno na isti sistem, ali kaljen iz parovite faze. Pokazalo se da je na taj način moguće povećati čvrstu topljivost Ni u Al do 11,5at%, tj. iznad koncentracija čvrstih otopina dobivenih kaljenjem iz taljevine (7,7 at%). Proučavana su strukturna svojstva metastabilnih faza koje se javljaju u Al-Ni sistemu pri prijelazu čvrste otopine u ravnotežno stanje.

2.2. Proučavanje mikrostrukturnih i morfoloških parametara

Ispitivan je utjecaj povećanja metastabilne topljivosti na mikronapetosti u sistemu Al-Sn i Al-Ni. Nađeno je da su mikronapetosti glavni uzrok proširenju difrakcijskih linija u tim sistemima. Mikronapetosti u čistom kaljenom aluminiju, koje smo proučavali ranije, nastaju vjerojatno zbog velikog temperaturnog gradijenta pri kaljenju uzoraka. U slučaju slitina Al-Sn i Al-Ni lokalizirane distorzije oko otopljenih atoma, ili nakupina otopljenih atoma, uzrokuju dodatne mikronapetosti. Utvrđeno je da mikronapetosti rastu s rastućom koncentracijom otopljenih atoma, te da postoje područja intenzivne lokalne distorzije, te područja gdje je ta distorzija malena.

U sistemu Al-3,6at.% Ni utvrđeno je da promjenu unutarnjih naprezanja prati promjena intenziteta raspršenog zračenja. Zaključeno je da je simultano početno povećanje raspršenja rendgenskih zraka pod malim kutem, mikrotvrdoće i mikronaprezanja, koje je maksimalno pri temperaturi od oca 100°C, izazvano koherentnim precipitatima. Na višim temperaturama popuštanja pad intenziteta raspršenja rendgenskih zraka, mikrotvrdoće i mikronaprezanja nastaje zbog toga što se javljaju nekoherentni mikroprecipitati. To je u skladu s elektronsko-mikroskopskim

slikama i rendgenskim dijagramima, gdje se pri višim temperaturama popuštanja zapažaju nove faze.

Ultrabrzim kaljenjem iz taljevine dobivena je metastabilna čvrsta otopina Al-Ni-Sn, s 3,17 at.% Ni i 0,136at% Sn. Uzorci su ispitivani na Philips EM 300 elektronskom mikroskopu, a mjerena im je i mikrotvrdoća. Pri dekompoziciji te čvrste otopine utvrđeno je da se dendriti metastabilne faze protežu radijalno od centra jezgre raspada, a razmak i veličina dendrita opada s porastom stupnja pothlađenja tokom kaljenja.

Mikrotvrdoća je mjerena usporedno na listićima kaljenih slitina Al-Ni-Sn i Al-Ni istih koncentracija. Povećanje mikrotvrdoće slitine Al-Ni-Sn od 12,5% u odnosu na slitinu Al-Ni pripisujemo utjecaju atoma kositra. Smatramo da velika energija veze između atoma kositra i praznina u aluminiju, kao i velika razlika u atomskom radiusu između atoma kositra i aluminijska znatno utječe na migraciju atoma nikla i kositra kao i na mehanička svojstva sistema Al-Ni-Sn.

2.3. Teorijska obrada problema raspršenja rendgenskih zraka na česticama nejednolike elektronske gustoće.

Budući da su sferne GP zone u slitinama Al-Ag nakupine atoma srebra, moguće je da koncentracija srebra pada od centra zone prema rubu. Dosad su se krivulje centralnog raspršenja rendgenskih zraka interpretirale na osnovu modela sfernih čestica homogene elektronske gustoće, a raspršenje na nehomogenim česticama još nije bilo istraživano. Zato je teorijski proračunata funkcija raspršenja na dva modela: za Gaussovu raspodjelu i za cos-raspodjelu elektronske gustoće u čestici. Također su proračunate krivulje raspršenja na polidisperznim sistemima takvih čestica uz pretpostavku određenog zakona statističke raspodjele čestica po veličinama. Pokazane su razlike krivulja

raspršenja i dobivenih statističkih parametara do kojih dolazi kad se isti zakon raspodjele primijeni na veličine čestica i na mase čestica. Proračune krivulje za različite sisteme su jasno ukazale da često primijenjivana metoda razlaganja krivulja raspršenja u Gaussove krivulje sa očajem da se odredi stupanj polidisperznosti sistema, može dovesti do krivih rezultata. Ovaj rad je bio moguć zahvaljujući postojanju i mogućnosti korištenja računskog stroja Univac u SRC-u.

2.4. Razvoj eksperimentalnih uređaja

U uređajima koji su dosad na IFS-u bili konstruirani u svrhu kaljenja metala iz taljevine, uzorak je prije kaljenja bio smješten u keramičkoj cijevčici u kojoj se i talio. Pritom postoji mogućnost da uzorak pri taljenju apsorbira nečistoće iz keramičke cijevčice. Da bi se izbjeglo onečišćavanje uzorka razrađena je, prema već postojećoj literaturi, metoda brzog kaljenja postupkom lebdenja uzorka koji se tali.

Uvede li se naime vodič u visokofrekventno elektromagnetsko polje, podesno dimenzioniranog i oblikovanog induktora, može se, uz odgovarajuće uvjete, postići da elektromagnetske sile kompenziraju težinu vodiča i da on stabilno lebdi u prostoru ograničenom induktorom, istovremeno se zagrijavajući.

Za prve pokuse je upotrebljen visokofrekventni generator VG I-20, IEVT, frekvencije 500 KHz i snage 20 KW. U zraku su uspješno levitirani i ujedno taljeni bakar, čelik, aluminij i mjeđ. Pomoću generatora "Radyne" sa snagom od 5 kW levitiran je i rastaljen aluminij.

Na osnovi ovih iskustava izrađen je konstrukcioni nacrt uređaja za ultrabrzo kaljenje postupkom lebdenja. Predviđeno je elektromagnetsko pokretanje klipova za kaljenje, uz sinhronizirani pad rastaljene metalne kaplje.

Izrađena je i nova verzija tzv. "pištolj metode" kaljenja iz taljevine. Uređaj se sastoji od horizontalne cijevčice iz koje se pod tlakom argona izbacuje rastaljena slitina na zakrivljenu bakarnu podlogu hlađenu tekućim dušikom. Da bi svi uzorci duž podloge bili dobiveni pod istim uvjetima zakrivljenost plohe je takva da se na njoj svi pravci izlazeći iz istog ishodišta sijeku pod istim kutem.

3. Popis radova

1. A.Tonejc, Annealing and Diffusion Kinetics of Transition Metals Cr, Mn, Fe and Ni iz Aluminium, *Phil.Mag.*27, 753-755, 1973.
2. D.Dužević, A.Bonefačić, D.Kunstelj, Aluminium-rich Al-Ni alloys Rapidly Quenched from the Vapour, *Scripta Met.*, 7, 883-886, 1973.
3. K.Kranjc, M.Stubičar, X-ray Diffraction Study of Decomposition in Aluminium-Silver Alloys Quenched from the Melt, *Met.Trans.*4, 2631, 1973.
4. A.M.Tonejc, A.Tonejc and A.Bonefačić, Nonequilibrium Phases in Al-rich Al-Pt Alloys, *Journ.Mat.Sci.* primljeno u tisak.
5. K.Kranjc, Small-angle X-ray scattering from spherical particles of non-uniform electron density, *Journ.Appl.Cryst.*, primljeno u tisak.
6. A.Kirin, Proučavanje mikrostrukturnih parametara ultrabrzo kaljenog aluminijskog aluminija i nekih slitina s aluminijskom bazom, *Disertacija*, Sveuč.u Zagrebu, 1973.
7. M.Kerenović, Proučavanje disperzije otopljenih atoma u nekim čvrstim otopinama s aluminijskom bazom, *Magistarski rad*, Zagreb, PMF, 1973.
8. K.Kranjc and A.Bonefačić, Distortion of X-ray Small-Angle Scattering Curves Measured by a Levelut Guinier Camera, *J.Appl.Cryst.*, primljeno u tisak.

Radovi iznijeti na konferencijama:

1. K.Kranjc, Small angle X-ray scattering from spherical particles of non-uniform electron density, Third Int.Conf.on X-ray and Neutron Small Angle Scattering, Grenoble, 5-8.Sept.73.
2. K.Kranjc and A.Bonefačić, Distortion of the Small-Angle X-ray Scattering Curves Obtained by the Levelut-Guinier Camera, VIII Konf.Jug.centra za kristal., Opatija, 25-27.Oct.73.
3. A.Tonejc, Z.Ogorelec and B.Mestnik, The Investigation of Non-Stoichiometric Cu_{2-x}Se Phase with High temperature Powder Camera, VIII Konf.Jug.centra za kristal., Opatija 25-27.Otc.73.
4. A.Tonejc, A.M.Tonejc and A.Bonefačić, Non-equilibrium Phases in Al-rich Al-Pt Alloys, VIII Konf.Jug.centra za kristal., Opatija, 25-27.okt.1973.

ODJEL FIZIKE METALA II

Pročelnik odjela:

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

Naučni suradnici:

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

PETER FORD, doktor fiz.nauka - naučni suradnik (do 30.9.73.)

JOHN COOPER, doktor fiz.nauka - nauč.suradnik

EMIL BABIĆ, dipl.ing.fiz., asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - asistent

DANIJELO ĐUREK, magistar fiz.nauka - asistent

ZLATKO VUČIĆ, dipl.ing.fizike - asistent

SREBRENKA MARČIĆ, dipl.ing.fiz. - asistent postd.

JAGODA LUKATELA-SOKOLOVIĆ, dipl.ing.fiz., -asistent postd.

AMIR HAMZIĆ, dipl.ing.fiz. - asistent postd.

MARKO MILJAK, dipl.ing.fiz.- asistent postd.

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

OČKO MIROSLAV, dipl.ing.fiz. - asistent

Tehnički suradnik:

MILAN SERTIĆ, sam.tehn.suradnik

Pregled istraživačkog programa

1) Rad na otporu primjesa legura sa anomalnim raspršenjem na primjesama

Ovaj dio rada u 1973. imao je opširniji karakter nego do sada zbog toga što je načinjen znatan napor da se rezultati sistematski usklade s nekim samokonsistentnim modelom.

Sve dotle dok su interakcije između primjesa zanemarene (a to vrijedi za koncentracije manje od $C_{krit} \sim \frac{kT_k}{E_F}$ raspršenje elektrona na primjesama je statistički neovisno i funkcionalna ovisnost mjerenog otpora o temperaturi može se direktno uporediti s teoretskim modelom raspršenja u vrlo razrijeđenim legurama.

Dok je mjerenje otpora legura na bazi Au, Ag, Cu (s 3d-prelaznim metalima) relativno lako usporedivo s predviđanjem teorije zbog niskih Kondo temperatura ($T_k < 20K$), legure na bazi Al i neke na bazi Zn dovode do teškoća jer su Kondo temperature relativno visoke ($T_k \approx 100 - 1000 K$) pa se funkcionalna ovisnost otpora nečistoća o temperaturi mora određivati u području gdje se javlja i znatan dio fononskog otpora. Osim toga efekti su znatno manji. Da bi se ovi efekti pojačali upotrebljene su veće koncentracije nečistoća (još uvijek manje od C_{krit}) što je postignuto ultrabrzim kalenjem uzoraka. Topivost 3d-metala u Al i Zn je malena).

Usporedba ponašanja legura na bazi metala s 2 i 3 s elektrona (Al i Zn) s onima s 1 s elektronom (Au, Ag, Cu), važna je ne samo zbog toga što je mjerenje otpora na temperaturama $T \ll T_k$ lakša za one prve nego za ove druge već je od naročitog interesa da se provjeri mogućnost opisivanja svih ovih sistema jednim teoretskim modelom (zasnovanim na modelima "Friedela-Andersona i Konda). Ako bi se taj napor pokazao uspješnim onda bi iz toga slijedilo da ne postoji bitna razlika između

magnetskih i nemagnetskih sistema. No čak i u legurama npr. na bazi Al i kod vrlo visokih koncentracija javlja se fononski doprinos koji mijenja oblik ovisnosti otpora s temperaturom (kod viših temperatura). Izračunavanje ovog doprinosa nije tako jednostavno jer postoje devijacije od Mathiessenovog pravila (D.M.R.) koje treba dobro poznavati. Ovo ponašanje fononskog otpora iziskivalo je ekstenzivna mjerenja koja će biti opisana niže. Uspješno rješavanje ovog problema uvjetovalo je točno određivanje otpora primjesa u AlMn i AlCr sistemima. Nađeno je da kod niskih temperatura otpor primjesa ima ovisnost $\rho(T) = \rho_0 \left(1 - \frac{T^2}{T_k^2}\right)$ a kod nešto viših temperatura ovaj prelazi u ovisnost $\rho(T) = \rho_0' \left(1 - \frac{T}{T_k}\right)$. Na još višim temperaturama ova ovisnost postaje još sporija da bi u području oko T_k (za AlMn $T_k \approx 500$ K) ova ovisnost postala otprilike logaritamska.

Detaljnou se analizom rezultata mjerenja na sistemima AuV, PtCr, YCe, CuFe i ZnMn pokazalo da i ovi sistemi tradicionalno opisani kao magnetski pokazuju gotovo identičnu ovisnost otpora primjesa o temperaturi kao i Al (3d-prelazni metali). Pri ovoj analizi s najvećom pažnjom uzet je u obzir fononski doprinos otporu.

Zaključak koji se može povući iz ovih rezultata je taj da uistinu nema bitne razlike između "magnetskih" i "nemagnetskih" sistema. Na vrlo niskim temperaturama ($T \ll T_k$) svi sistemi prelaze u nemagnetsko stanje. Kako se temperatura povećava ($T \sim T_k$) pojavljuje se na mjestu primjese magnetski moment. Teoretski model koji najbolje opisuje univerzalnost ovih sistema obzirom na njihov magnetski karakter je model zasnovan na lokaliziranim spinskim fluktuacijama (L.S.F.) no konačnu potvrdu valjanosti ovog (ili nekog drugog) modela možemo očekivati samo onda kad budu izvršena mjerenja na mnogo većem broju sistema (binarnim kao i ternarnim) kao i onda kad postojeći rezultati mjerenja otpora budu dopunjeni podacima o

ostalim fizikalnim veličinama kao što su termostruje, susceptibilnost, specifična toplina itd.

- 2) Rad na devijacijama od Mathiessenovog pravila (D.M.R.) u legurama Al-(3d--tranzicioni metali) i Zn(3d--tranzicioni metali)

Sistemi koji su do sada proučavani su AlCr i AlMn. Precizna mjerenja pokazuju da ovisnost DMR o temperaturi ide kao T^3 za temperature niže od 50 K. Zanimljivo je da je ova kova ovisnost nađena i kod legura s normalnim otporom primjesa. Ovo je značajno ne samo s teoretske tačke gledišta već i s praktične jer se na taj način može izračunati doprinos D.M.R. u legurama s anomalnim otporom primjesa. Ranija mjerenja pokazala su da ova ovisnost ostaje bez promjene preko velikog raspona koncentracije (oko 5 redova veličina što pokazuje da je teško opisati D.M.R. u aluminiiju modelom dviju vrpca. Kod legura na bazi cinka nađena je ovisnost DMR s T^5 za temperaturu < 15 K. Iznad ove temperature eksponent temperaturne ovisnosti se stalno mijenja na niže (neovisno o rezidualnom otporu). Iz ovog se daje naslutiti da u ovom sistemu važnu ulogu na niskim temperaturama igraju U procesi (što nije slučaj u Al legurama).

Izuzev nekih općenitih zakonitosti (npr. da DMR ovisi samo o rezidualnom otporu a ne o vrsti primjese) izgleda da su u različitim sistemima dominantni različiti procesi, pa se na svaki sistem treba primjeniti posebna teoretska slika.

- 3) Rad na spinskim staklima

Ono što je interesantno u ovim sistemima to je pojava domena gdje je sistem magnetski uređen. Traže se sistemi gdje je topivost primjesa dovoljno velika da dođe do interakcije između atoma primjese. Također se traže materijali čija je "Kondo" Temperatura T_K , dovoljno niska da se sistem ponaša magnetski sve do relativno niskih temperatura. Dobri mate-

rijali su AuFe, AuCr, AuMn i CuMn. Čak kod relativno niskih koncentracija C znatno ispod tzv. "granice perkolacije" pojavljuju se dobro definirana magnetska uređenja na temperaturama (T_0) koje se mogu odrediti na razne načine kao što su električni otpor, susceptibilnost, Mossbauer efekt itd. Stanje spinskog stakla nastupa dakle onda kad dobro definirani magnetski momenti primjesa više nisu slobodni u svojoj orijentaciji već su "smrznuti" u većim domenama feromagnetske ili antiferomagnetske interakcije. Kako C pada ovo smrzavanje nastupa na sve nižim temperaturama da bi na kraju za niske C sistem postao običan Kondo sistem tj. Kondo efekt kompenzira spinove prije nastupa smrzavanja.

Između Zagreba i Jülicha postojao je zajednički program proučavanja sistema AuFe pomoću termostruja i električnog otpora. Koncentracije proučavanih sistema kretale su se od 1 do 12 at%. Čak i za koncentracije ispod 1 at% režim spinskog stakla još uvijek postoji no on se može tumačiti putem RKKY teorije koja predviđa razna ponašanja kao i to da se termostruja ponaša kao $f\left(-\frac{C}{T}\right)$ (gdje je c koncentracija primjese a T temperatura), dobiveni su interesantni rezultati otpora AuFe i AuCr utoliko što se pojavljuje član koji ovisi o $T^{3/2}$. Ovo je tipično za raspršenje elektrona na velikim aglomeracijama spinova. Rezultati mjerenja termostruja pokazuju ponašanje kao $f\left(-\frac{C}{T}\right)$ do 1at% u Au i čak do 5at% u slučaju AuMn. Očito RKKY teorija opisuje dobro ponašanje ovih sistema i do velikih koncentracija. Termostruja svih sistema je pozitivna kod niskih temperatura (osim za AuFe) iz čega se može po jednoj teoriji zaključiti da je interakcija između primjesa antiferomagnetska. Planirano je dalje mjerenje susceptibilnosti i otpora na AgMn, ZnMn, CuMn.

4) Rad na susceptibilnosti

Konstrukcija aparature za susceptibilnost završena je ove godine. To je sistem Faraday-ovog tipa koji funkcionira između 1.6 i 300 K u polju od 1 tesla. Uzorak je obješen na

kvarenu nit a sila se mjeri Cahn-ovom elektrovagom. Pažljivim odabiranjem parametara dobivene su osjetljivosti od 1.7×10^{-10} emj/g. Temperatura je kontrolirana preciznošću od $\pm 0.3\%$ do 2K.

Najvažniji rezultati dobiveni do sada su mjerenja koja se odnose na sistem AlMn u koncentracijama 0.3 do 2 at%. Na višim koncentracijama niskotemperaturni rezultati pokazuju pojavu interakcija Mn-Mn do kod nižih temperatura ($\Delta 150K$) doprinos primjesa je modificirana termalnom/ekspanzijom.

5) Rad na magnetootporu

Za mjerenje magnetootpora konstruiran je i pušten u pogon supervodljivi magnet čije polje se penje do oko 3.5 tesla.

Ponašanje magnetootpora legura ovisi o njihovom magnetskom ili nemagnetskom karakteru na danoj temperaturi. Dovoljno jako magnetsko polje smanjuje tzv. "spin-flip" raspršenje elektrona što dovodi do tzv. anomalnog magnetootpora.

Proučavan je sistem AlMn koji je naročito interesantan kako zbog relativno visoke "Kondo" temperature tako i zbog visokih koncentracija koje se mogu dobiti u metastabilnom stanju. Prvo mjerenje vršeno je na AlMn (4at%) od 1.5 do 10 K. Opažen je izraziti negativni transverzalni magnetootpor koji ovisi kao H^2 . Opažena je izrazita interakcija Mn-Mn na ovim koncentracijama pa je mjerenje vršeno i na AlMn (0.55 at%). Utjecaj interakcija Mn-Mn je ovdje neznatan. Preliminarni rezultati međutim pokazuju H^3 ovisnost magnetootpora. Daljnji pokusi su potrebni da bi se ustanovilo porijeklo ovog ponašanja tj. da li je ono npr. fononske prirode (odstupanje od Mathiessenovog pravila) ili je po srijedi nešto drugo.

Izmjeren je longitudinalni magnetootpor intermetalika $Al_{10}V$ između 1.9 i 4.2 K. On je pozitivan i za polje do 3 tesla promjena otpora je oko 1%. Do 1 tesla ovisnost je

$H^{3/2}$ a dalje do 3 tesla ovisnost je linearna. Proučavanja se nastavljaju.

6) Rad na faznim prelazima

Izvršen je rad na metodi mjerenja latentnih toplina. Metoda je vrlo precizna i osjetljiva. Ispitani su uzorci serije tekućih kristala (Uzorak CZ, Duane et al), u okolini prelaza "smectic A-nematic". Izmjerene su i latentne topline faznih prelaza isotropio-nematic za istu seriju.

Precizno je mjerena specifična toplina prelaza "nematic-isotropic" u tipičnom kristalu PAA kako bi se odredili doprinosi fluktuacije parametra uređenja u okolini tog prelaza.

Izračunati su po prvi put fazni dijagrami za prelaze u liotropskim sistemima. Diagrami se kvalitativno slažu sa rezultatima mjerenja metodom refleksije Y-zraka.

Primijećeni su termički efekti u prelazu smectic A - nematic u uzorku CBOA (Mc Millan, Cladis) što drugi autori nisu do sada primijetili. Radi se o slabom prelazu prve vrste.

U okviru primijenjene fizike radi se na materijalima visokog temperaturnog koeficijenta otpora.

Popis radova

1. E.Babić, E.Girt, R.Krsnik, B.Leontić, M.Očko, Z.Vučić and I.Zorić, Microhardness Variation in Al-Based 3d Transition Metal Alloys, Phys.Stat.Sol.(a)K21(1973).
2. E.Babić and R.Krsnik, The Impurity Resistivity and Restivity Minima in AlCr and AlMn Alloys, Sol.State Commun. Vol.13, pp 1027-1030, 1973.

3. C.Rizzuto, E.Babić and A.M.Stewart, Temperature Dependence of the Resistivity in Localized Spin Fluctuation and in Kondo Systems: an experimental comparison, *J.Phys.F., Metal Phys.* Vol.3, 1973.
4. E.Babić, R.Krsnik, Phonon Resistivity in concentrated aluminium alloys, *Sol.State Commun.*, Vol.12, pp891-895, 1973.
5. J.A.Mydosh, P.J.Ford, Electrical Resistivity of a Spin-Glass Random Alloy AuFe, Eds H.O.Hooper and A.M.de Graaf, pp237-244, Plenum Publ.Corp.N.Y.
6. J.R. Cooper and A.F.G.Wyatt, Systematic behaviour of tunnel junctions doped with 3d atoms, *J.Phys.F: Metal Phys.*, Vol.3, 1973.
7. P.J.Ford, J.R.Cooper and N.Jungfleisch and J.A.Mydosh, Thermopower of Concentrated AuCr Alloys, *Solid State Commun.* Vol.13, pp 857-860, 1973.
8. P.J.Ford, E.Babić and J.A.Mydosh, Electrical Resistivity of concentrated AuCr alloys, *J.Phys.E, Metal Phys.* Vol.3, 1973.
9. P.Salvador, E.Babić, R.Krsnik and C.Rizzuto, Phonon resistivity in Zino Alloys, *Metal Phys.* Vol.3, 1973.
10. M.Vukelić, E.Babić and A.M.Stewart, Electronic protection device for spot-welding equipment, *Journ.of Physics E: Sci. Instrumente* 1973, Vol.6.
11. E.Girt, E.Babić, Z.Gatalo and B.Leontić, Modifications of Seeman-Bohlin X-ray camera for the study of metastable states of ultrarapidly quenched samples, *Journ.of Phys.E* (primljeno u štampu)
12. E.Girt, B.Leontić and A.Kuršumović, An apparatus for combined investigation of ultrarapidly quenched samples, *Journ.of Phys.E* (primljeno u štampu)
13. D.Durek, J.Baturić-Rubčić and S.Marčelja, Nematic-Smectic a Transition Entropies in a Homologous Series, *Phys.Letters*, Vol.43A, No.3, 1973.
14. J.Baturić-Rubčić and D.Durek, Accurate latent heat measurements of small liquid samples, *Journ.of Phys.E, Sci.Instrum.* 1973., Vol.6., pp 995-1000.

ODJEL OPTIČKA SVOJSTVA KRISTALA

Pročelnik odjela:

MLADEN PAIĆ, doktor fiz. nauka, red. profesor PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - naučni savjetnik

Naučni suradnici:

VALERIJA PAIĆ, doktor medic. nauka, naučni suradnik PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - naučni suradnik

DAMIR SUBAŠIĆ, dipl. ing. fiz. - asistent postd.

Tehnički suradnik:

VILKO PETROVIĆ, viši teh. suradnik

Pregled istraživačkog programa

1. Usavršavanje metode dobivanja spektara refleksije
praškastih uzoraka

Cilj usavršavanja metode za dobivanje spektara difuzne refleksije bio je:

- a) Postići što bolju reproducibilnost spektara refleksije jednog uzorka
- b) Dobiti spektre refleksije različitih uzoraka u istim uvjetima

c) Iskoristiti čitavo spektralno područje Jarrel-Ash monokromatora u intervalu dužina vala od 190 do 880 nm

d) Upotrijebiti za energetska rasvjetu što intenzivniji izvor svjetlosti.

U tu svrhu konstruiran je uređaj koji se u biti sastoji u tome: Uzorak osvijetljen halogenom W-žaruljom u kvarnoj ampuli.

Intenzitet svjetlosti žarulje kontrolira se pomoću istog uređaja (Jarrel-Ash monokromator) koji služi i za dobivanje spektara. To se postizava bacanjem direktnog snopa svjetlosti iz W-žarulje, pomoću 2 ravna, aluminirana zrcala, kroz rupu u sfernom zrcalu, na ulaznu pukotinu monokromatora. Podešavanje se vrši, uvijek kod iste dužine vala, mijenjanjem napona napajanja akumulatorske baterije, na koju je priključena W-žarulja. Dobiveni spektri su reproducibilni, uz mijenjanje položaja uzorka, s pogreškom od 2 do 5%.

2. Spektri difuzne refleksije CdS-MnS sistema

Spektri difuzne refleksije određivani su relativno prema nekom standardu. Najčešće se upotrebljava, kao standard za difuznu refleksiju, neka bijela praškasta tvar, obično MgO ili BaSO₄. Mi smo našli da se spektralno čisti grafit ponaša kao savršeno sivo tijelo u području dužina vala koje za nas dolaze u obzir. Određivanje spektra refleksije grafita bilo je učinjeno prema barijum sulfatu prepariranom naročito za potrebe standarda refleksije. Mi smo najčešće upotrebljavali grafit kao standard.

Poželjno je da svi uzorci budu ispitivani na refleksiju u što identičnijim uvjetima. Mi smo zato smjestili uzorak u pravokutnu lađicu iz spektralno čistog grafita, nagnutu oko 30° prema horizontalnoj ravnini. Debljina sloja praška iznosila je oko 2 mm, a dimenzija osvijetljene površine bila je 5 x 25 mm². Može se zato smatrati da je uzorak beskonačno velike debljine. Površina je bila izravnana a zatim posuta tankim slojem praška uzorka, da ne bi došlo do zrcalne refleksije na ugladenj površini.

Moguće je ordinatu čitanu na pisaču, za danu dužinu vala reflektirane svjetlosti, podijeliti sa odgovarajućom ordinatom standarda. Time se dobiva spektar relativne refleksije, kojemu je maksimum, u slučaju bijelog standarda najviše jednak 1 a u slučaju grafita može biti veći od 1.

No, od interesa za naša istraživanja jesu maksimumi apsorpcije. Budući da naši sistemi ne ispunjavaju uvjete primjenljivosti Koudelka-Munk teorije, koja omogućuje izračunati spektar apsorpcije iz spektra difuzne refleksije, odlučili smo da prikazemo omjer ordinata refleksije grafita i refleksije uzorka za danu dužinu vala kao funkciju valnog broja. Dobiveni spektar je po svome toku veoma blizak spektru apsorpcije, napose mu maksimumi odgovaraju maksimumima spektra apsorpcije.

Sistemi CdS-MnS razlikuju se međusobno po sadržini na MnS, po veličini zrna i veličini kristalita. Poduzeli smo opsežna istraživanja u vezi s korelacijama spektra apsorpcije s ovim veličinama. Međutim, iako se pokazuju neki značajni rezultati, kao što je pomak zabranjene zone CdS u vezi sa veličinom kristalita, ti rezultati se ne mogu smatrati definitivnim dok se ne ispita sastav alotropskih modifikacija naših sistema. Difraktometrijska istraživanja pokazala su, naime, da se naši sistemi sastoje od mješavine metastabilne kubične faze i stabilne heksagonalne faze. Budući da spektri apsorpcije mogu biti različiti za pojedine od tih faza, potrebno je, na neki način razraditi metode njihovog određivanja i vidjeti utjecaj na spektre apsorpcije.

Zbog bolje definicije maksimuma apsorpcije potrebno je također snimiti spektre refleksije kod temperature tekućeg dušika.

3. Uređaj za preparaciju mangan sulfida

Trebalo je konstruirati takav uređaj koji omogućuje precipitaciju mangan sulfida, iz vodene otopine mangan-sulfata pomoću organskog TAA reagensa. Pritom se željelo da ni upotrijebljene otopine ne sadrže atmosferskog kisika a da konačni

produkt (MnS) bude, bez pristupa atmosfere za vrijeme čitave preparacije, doveden suh, u kvarcnu ojevčicu, koja se konačno zatali.

Zbog tih uvjeta uređaj je postao veoma složen i njegov rad kompleksan. Odvijanje pojedinih operacija je razrađeno do u detalje.

Reakcija se zbiva u posudi R koja je spojena s pet različitih posuda i sa dva dovoda plina. Uređaj ima 17 pipaca koje treba otvarati i zatvarati po određenom planu. Svi dijelovi su izrađeni, no još nisu sastavljeni.

4. Dozimetrija pomoću fotoluminiscencije

U članku D.F.Regula, Lithium fluoride Dosimetry based on Radiophotoluminescence, Helv. Phys. 22, 1972, 491 opisan je pojav luminescencije monokristala LiF, vezan uz ozračivanje X-zrakama. Mi smo htjeli vidjeti da li se fotoluminiscencija pojavljuje ako se upotrebljava kristalinični prašak LiF.

Pomoću uređaja za fotoluminiscenciju, koji smo opisali u prethodnim izvještajima, ispitali smo četiri uzorka: neozračeni LiF prašak, ozračeni prašak dozama od 100(R), 300(R) i 13,7(kR). Ozračivanje je vršeno pomoću X-zraka od 100 keV maks. U svim slučajevima ozračenih uzoraka nije bilo moguće opaziti fotoluminiscenciju. Daljnje eksperimentiranje na tom problemu je stoga prekinuto.

5. Termoluminiscencija

Termoluminiscencija je jedan od najefikasnijih načina određivanja energetske dubine lokaliziranih nivoa čvrstog tijela u zabranjenoj vrpci, mjereći dubinu od dna vodljive vrpce. Osim određivanja dubine energetskih nivoa - zamki, mjereći intenzitet termoluminiscentnih signala u ovisnosti o temperaturi, moguće je doći do podataka i o samoj zamki, te također i o centru luminescencije na kojem se vrši rekombinacija. Moguće je također rekonstruirati i sam proces rekombinacije. Prema tome cilju bio je i usmjeren nastavak ispitivanja termoluminiscencije vrlo čistih uzoraka CdS-a. Ispitivana su dva uzorka u obliku praha, dobivena

od firmi "Fluka" i "Koch-Light" i dva uzorka napravljena u našim laboratorijima, jedan precipitacijom iz vodenih otopina, a drugi rastom monokristalića iz plinovite faze. Htjeli smo vidjeti koliko se ovi vrlo čisti uzorci ipak međusobno razlikuju, odnosno kakav je odnos njihovih termoluminiscentnih parametara.

Uzorak dobiven precipitacijom iz vodene otopine nije pokazivao termoluminiscenciju u intenzitetu koji bi omogućavao kvantitativnu obradu dobivenih krivulja. Oblik termoluminiscentne krivulje koja je neznatno izranjala iz šuma uređaja podudarao se sa oblikom krivulje za uzorke "Fluka" i "Koch-Light". Ovaj, za red veličine manji, intenzitet može postojati zbog manje gustoće defekata, ili zbog znatno manje veličine kristalita, tako da se naš uzorak približava amorfnoj strukturi. Prikazana je veličina zrna za naš uzorak i za "Fluka" uzorak snimljena elektronskim mikroskopom sa povećanjem oko 100.000 puta. Zbog sličnosti sa termoluminiscentnim vrhovima uzorka "Fluka" i "Koch-Light" pretpostavljamo da se radi o istom tipu zamki i centara luminiscencije.

Uzorak u obliku monokristalića zdrobljenih u prah pokazao je jedan razvučeni vrh sa maksimumom na temperaturi oko 100 K uz brzinu grijanja od nekoliko stupnjeva K po minuti. Obrada ove krivulje po modelu De Muera dala je dubinu zamke 0,05 eV. Predeksponencijalni faktor u izrazu za vjerojatnost prelazi iz zamke u vrpce za ovaj uzorak je jako velik ($7 \cdot 10^{-1} \text{ s}^{-1}$) što govori da zamka nije čvrsto vezana sa rešetkom. Vrijednosti udarnih presjeka za zamku i za luminiscentni centar govori da dominira rekombinaciona kinetika II reda. Spektar je jednak po svim temperaturama i pokazuje dubinu luminiscentnog centra od 2 eV. Postoji mogućnost da imamo još jedan centar luminiscencije na kojem se vrši rekombinacija uz emisiju signala u infra-crvenom području spektra, kojeg mi nismo u stanju mjeriti zbog spektralne osjetljivosti našeg fotomultiplikatora. Položaj zamke i luminiscentnog centra sa pripadnim parametrima u zabranjenoj vrpce dana je za ovaj uzorak.

Uzorci "Fluka" i "Koch-Light" pokazuju vrlo slične termoluminiscentne krivulje sa približno istim termoluminiscentnim parametrima. Oba uzorka imaju jedan termoluminiscentni vrh, spektralnog sastava jednakog po temperaturi sa vrhom na 760nm što daje dubinu luminiscentnog centra oko 1,5 eV. Također imamo mogućnost postojanja još jednog centra kojeg bi mogli vidjeti u infra-crvenom području. Udarni presjeci su istog reda veličine.

ODJEL FIZIKE IONIZIRANIH PLINOVA

Pročelnik odjela:

VLADIS VUJNOVIĆ, doktor fiz. nauka - viši naučni suradnik

Naučni suradnici:

DRAGUTIN MILER, doktor fiz. nauka, asistent PMF-a Sveučilišta u Zagrebu - asistent I

GORAN PICHLER, magistar fiz. nauka - asistent II

VLADIMIR RUŽDAK, dipl. ing. fiz. asist. postd. (od 1. X 1973)

DALIBOR VUKIČEVIĆ, dipl. ing. fiz. - asistent postd.
(na službi u JNA)

VADLA ČEDOMIL, dipl. ing. fiz. asistent postd.

Tehnički suradnik:

IVICA BOROŠAK, sam. tehn. suradnik

1. Pregled istraživanja

Težište rada je u određivanju intenziteta i profila spektralnih linija u vidljivom i ultraljubičastom području spektra. Kao izvor spektra upotrebljava se zidom stabilizirani istosmjerni električni luk (500 V i 200 A maksimalno).

Nastavlja se također s teoretskom analizom vodikova spektra, posebno procesa koji utječu na prijelaz spektralnih linija u kontinuum.

Odjel surađuje s Institutom "Ruđer Bošković", Nacionalnim uredom za standarde (NBS) Washington i Institutom za fiziku Beograd.

2. Mjerenja

Nastavljena su mjerenja u vidljivom, ultraljubičastom i vakuum-ultraljubičastom području spektra. Izvor je plin u lokalnoj termičkoj ravnoteži, kod temperatura 10-15000 K, s elektronskim koncentracijama reda 10^{17} cm^{-3} .

Razrađena je metoda za određivanje atomskih parametara u plazmi, koja nije sasvim optički tanka. Analizom krivulje rasta (ovisnosti optičke dubine o intenzitetu i vrsti profila spektralne linije) uočeni su uvjeti, u kojima se centralni koeficijent apsorpcije Dopplerove komponente profila spektralne linije, određuje iz apsolutnog intenziteta i parametra profila. Iz koeficijenta apsorpcije određene su apsolutne jakosti oscilatora za četiri spektralne linije argona, koje sistematski potvrđuju jednu od dviju u svijetu konkurentnih skala jakosti oscilatora. Ujedno, izvedena je relacija između linijske apsorpcije, relativnih intenziteta spektralne linije za jednostruku i dvostruku duljinu plazme, te odnosa direktnog i reflektiranog doprinosa spektralnoj liniji. Direktni i reflektirani doprinosi mjese se diferencijalnom tehnikom pomoću zrcala. Pokazano je da ova relacija ima široku primjenu u spektroskopskom ispitivanju termičke plazme. Relacija je poslužila da se uvede nova metoda dijagnostike plazme koja nije optički tanka, gdje se uz pomoć relativnih intenziteta dane spektralne linije dobivenih jednostrukim i dvostrukim prolazom kroz dužinu plazme, a uz pomoć poznatog parametra profila, određuje apsolutna vrijednost jakosti oscilatora. Ovdje je metoda primijenjena da bi se procijenio utjecaj nehomogenih rubnih slojeva plazme na točnost određivanja jakosti oscilatora dobivenih tehnikom mjerenja apsolutnih intenziteta (rad 1).

Rezultati mjerenja poluširine i jakosti oscilatora jedne spektralne linije ugljika (C I 247,8), izvršenih 1972. god. nalaze se u toku objavljivanja (rad 2).

U toku su mjerenja profila spektralnih linija ugljika, multipleta, u području ispod 200 nm. U tu svrhu je standardnim metodama određena temperatura i elektronska konc-

tracija plazme - mješavine argona i ugljičnog dioksida s tragovima vodika i dušika.

U toku jednog diplomskog rada izvršena je identifikacija spektralnih linija fosfora i preliminarna mjerenja atomskih parametara odabranih spektralnih linija. Za uvođenje fosfora u organsku plazmu koristi se PF_5 , zbog čega je u sistem električnog luka bilo potrebno ugraditi poseban sigurnosni sistem. Uočena nehomogenost plazmenog stupa, nastala taloženjem fosfora, uklonit će se novom konstrukcijom izbojne komore, što će omogućiti mjerenje apsolutnih vrijednosti jakosti oscilatora. Zbog potreba mjerenja spektra fosfora, izvršen je proračun funkcija particije neutralnih i jednostruko ioniziranih atoma fosfora te bora. Tabelarni prikaz pokriva interval temperatura od 5000 - 35000 K, sa sniženjem ionizacijske energije kao parametrom. Tabele za bor će se objaviti (rad 3).

Jedan od suradnika (G.P.) nalazio se na specijalizaciji u Institutu za eksperimentalnu fiziku Univerziteta u Kielu, Njemačka.

Analiza proširenja spektralnih linija atoma cezija, opaženih u apsorpciji kod nižih temperatura dovesti će do procjene vladanja međuatomskih potencijala. Ovaj rad predstavlja proširenje istraživanja uvjeta u kojima se formiraju profili spektralnih linija. Asimetrija spektralnih linija glavne serije, izmjerena u intervalu od 10^{13} - 10^{17} atoma/cm³ tumači se na osnovu kvazi-statičke teorije i aproksimacije najbližeg naboja (rad 7).

3. Ostalo

U nastavku studije empiričkih i teoretskih vodikovih spektara u predjelu Balmerove granice predložena je umjesto prikrojenih, polu-empiričkih postupaka raspodjela granice rekombinacijskog kontinuuma uzrokovana statističkom raspodjelom električnih mikropolja. Suma takvog, proširenog rekombinacijskog kontinuuma sa ostalim kontinuumima i sa sumom Stark-proširenih spektralnih linija, uspoređena je s eksperimentalnim podacima. Najveće nađeno odstupanje iznosi 15% (rad 8).

Metoda holografske interferometrije za proučavanje prostornog rasporeda fizičkih svojstava uzoraka, uvedena u 1972.god. nije u protekloj godini dalje razvijana, dijelom zbog odlaska jednog suradnika na službu u JNA, dijelom zbog nedostatka financijskih sredstava nužnih za nabavu lasera (rad 415) veće snage. U suradnji s grupom iz Instituta "Ruđer Bošković" objavljena je analiza svojstava optičke šupljine interferometra i fizičkih svojstava plinskog He-Ne-lasera.

U području spektroradiometrije, obrađena su mjerenja sa svjetiljkom s volframovom trakom, razvijena je metoda interne kalibracije svjetiljke za koju nisu potrebni primarni usporedni standardi (rad 6).

Eksperimentalni uređaj Odjela kompletiran je u toku godine McPherson-monokromatorom M 2051 za vidljivo. Dovršena je konstrukcija novog tipa zidom stabiliziranog luka, a izrada modela je u toku. Na uređajima za formiranje vakuuma izvršene su promjene, koje su doprinijele boljem funkcioniranju i većoj sigurnosti. Uzemljenje jednog pola ispravljača - čime je znatno olakšano rukovanje s električnim krugom i povećana sigurnost na radu - omogućeno je postavljanjem transformatora od 100 kW.

4. Popis radova

1. V.Vujnović, G.Pichler, A.M.Tonejc, K.Acinger and D.Müller, Absolute and relative line intensity measurements when the spectral lines are not optically thin, J.Quant.Spectrosc.Radiat.Transfer 13(1973)1465-1477.
2. D.Müller, G.Pichler and Č.Vadla, Determination of the Stark Width of the C I 2478 spectral line, Physics Letters A (u tisku).
3. D.Vukičević, G.Pichler and D.Müller, Partition function of B I and B II, Fizika (u tisku).

4. A.Peršin, D.Vukičević, Block defocused spherical Fabry-Perot interferometer, Appl.Optics 12(1973)275-278.
5. A.Peršin, D.Vukičević, Current dependence of the Ne $3s_2$ level population in a 6328 Å He-Ne laser, Fizika 5 (1973)77-82.
6. V.Vujnović, Self-calibration of tungsten-ribbon lamps by relative measurements of spectral and integral radiant energy, Appl.Optics 12(1973)2238-9.

Radovi iznijeti na konferencijama:

7. K.Niemax and G.Pichler, Asymmetric self-broadening of Cs principal lines, EPS Study Conf.on Spectral line broadening and related topics, Observatoire de Meudon, France, July 2-6, 1973.
8. V.Ružđak i V.Vujnović, Analiza vodikova spektra u području Balmerove granice, Konferencija jugoslavenskih astronoma, Beograd 6-8.XI 1973.

ODJEL FIZIKE POLUVODIČA

Pročelnik odjela:

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

Naučni suradnici:

VLATKO ČERIC, magistar fiz. nauka. - asistent (u JNA)
BRIGITA MESTNIK, magistar fiz. nauka, asistent PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - asistent
LIDIJA NONVEILLER, dipl. ing. fiz. - asistent postd. (do 15.9.)

Tehnički suradnik:

JOSIP DUMBOVIĆ, viši tehničar (s Instituta "R. Bošković")
(do 31. VII 1973.)

Pregled istraživačkog programa

1. Svojstva neuređene podrešetke bakar selenida

Kristalima binarnih i ternarnih spojeva s neuređenim kationskim podrešetkama posvećuje se u posljednje vrijeme velika pažnja jer se među njima nalaze i kristali s vrlo visokom ionskom vodljivošću na sobnoj temperaturi, dakle kristali primjenljivi u čvrstim galvanskim ćelijama. Oni se od ostalih kristala razlikuju po tome što atomima jedne vrste stoji na raspolaganju vrlo velik broj položaja u čvrstoj podrešetci koju čine atomi druge vrste. Istraživanjem takvih kristala nastoji se razjasniti porijeklo visoke ionske vodljivosti, karakter njene ovisnosti o temperaturi, vrstu nosilaca naboja, njihovu raspodjelu po čvorovima rešetke, njihovu energiju u tim položajima, eventualne fazne prijelaze itd.

Našim istraživanjima želimo objasniti kontinuirani fazni prijelaz u bakar selenidu čija visokotemperaturna faza spada u opisanu klasu kristala. U određenom temperaturnom intervalu, zavisnom o stehiometrijskom sastavu uzorka, mijenja se raspodjela atoma bakra po različitim čvorovima kristalne rešetke, tj. mijenja se kontinuirano struktura spoja. Čini se da ove promjene uzrokuju anomalno termičko širenje rešetke i naročitu temperaturnu ovisnost magnetske susceptibilnosti bakar selenida.

Rendgenska istraživanja termičkog širenja rešetke, izvršena u proteklom radnom periodu, pokazuju da koeficijent ekspanzije ima dva člana od kojih se jedan može zaista pripisati temperaturnoj promjeni raspodjele atoma bakra. Dodatno širenje uzrokovano je termičkom populacijom atoma bakra u praznine manjeg volumena. Početni rezultati ovog rada referirani su pod naslovom: A.Tonejc, Z.Ogorelec i B.Mestnik; Istraživanje nestehiometrijskog bakar selenida pomoću visokotemperaturne rendgenske komore, na 8.Konferenciji Jugoslavenskog centra za kristalografiju, Opatija, 25-27.10.1973. Daljnjim rendgenskim i dilatometrijskim mjerenjima nastojat će se skupiti podatke za račun energije atoma u pojedinim čvorovima rešetke.

2. Ionski "switching"

Terminom "switching" označava se vrlo nagli prijelaz neke poluvodičke strukture iz nevodljivog (visokootpornog) u vodljiv (niskootporno) stanje. Prijelaz se obično inducira promjenom napona na toj poluvodičkoj strukturi. Zbog vrlo velikih mogućnosti primjene, efekt je bio predmetom mnogih istraživanja, a mehanizmi koji ga uzrokuju danas su uglavnom poznati. Riječ je, dakako, o efektu u kojem su prisutni isključivo elektronski procesi.

Naša preliminarna istraživanja su, međutim, pokazala da se sličan efekt može očekivati i u čisto ionskim vodičima ako oni zadovoljavaju izvjesne kriterije. Ti su kriteriji

vrlo slični onima za elektronski "switching". Efekt je, zasad, eksperimentalno potvrđen na srebro jodidu. AgI, a pripisan je heksagonalno-kubičnom faznom prijelazu, gdje se ionska vodljivost povisuje za gotovo tri reda veličine.

3. Poluvodička svojstva prešanih i vakuumski stabiliziranih uzoraka AgSe

Uzorci poluvodiča često se ne mogu prirediti u obliku monokristala, a ni u obliku kompaktnog polikristalnog materijala. Ako mjerenja ili primjena ipak zahtijevaju masivne uzorke, oni se priređuju obično prešanjem praškastog materijala i termičkom obradom (npr. Termistori). Takvi uzorci nemaju, općenito, ona svojstva koja bi imali u obliku monokristala jer postupak dobivanja unosi obilje defekata. U eventualne izuzetke mogli bi se ubrojiti poluvodički spojevi opće formule $A_2^I B^{VI}$ kod kojih dominantan utjecaj na elektronička svojstva imaju stehiometrijske devijacije.

Cilj naših istraživanja na Ag_2Se , koji je vrlo perspektivan termoelektrični materijal, bio je odgovor na pitanje da li metoda dobivanja prešanjem praškastog materijala i njegovog stabiliziranja u vakuumu daje uzorke usporedive s polikristalnim uzorcima dobivenim iz taljevine. S obzirom na tzv. prosječnu kristalnu strukturu i vrlo veliku difuzionu konstantu Ag^+ iona, to se i moglo očekivati. Ipak, opsežna mjerenja elektronske i ionske vodljivosti, zatim difuzione konstante i gustoće daju suprotne rezultate. Prešani uzorci Ag_2Se pokazuju pretežno ona svojstva koja su karakteristična za vrlo defektnu strukturu. Ta svojstva se dakle ne mogu poistovjetiti s vlastitim svojstvima tog spoja. Ako to vrijedi za Ag_2Se , vrijedi i za ostale $A_2^I B^{VI}$ spojeve, a pogotovo vrijedi za one spojeve koji nemaju izražene stehiometrijske devijacije i ne odlikuju se tako brzim difuzionim procesima.

Popis objavljenih radova

1. Z.Ogorelec, B.Mestnik and J.Turković: Metal-Nonmetal Transition in the $\text{Cu}_{2-x}\text{Ag}_x\text{Se}$ System, Solid State Commun. 12(1973)857-859.
2. Z.Ogorelec i A.Bitti: Poluvodička svojstva prešanih i vakuumski stabiliziranih uzoraka Ag_2Se , 6.Jug.vakuumski kongres, Postojna 1973.Zbornik kongresa u štampi.

ODJEL PRIMIJENJENE FIZIKE POLUVODIČA

Pročelnik odjela:

ZDRAVKO BENDEKOVIĆ, dipl.ing.elekt. - viši str.sur.

Naučni suradnici:

JASNA BATURIĆ-RUBČIĆ, doktor fiz.nauka, docent PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu - nauč.surad.

BRANIMIR SAFTIĆ, dipl.ing.fizike. - viši struč.suradnik

VLATKA RADIĆ, dipl.ing.kemije - struč.suradnik

BRANKA PETRIĆ, dipl.ing.fiz. - struč.suradnik

BRANKA ŠMALJCELJ, dipl.ing.kemije - struč.suradnik

SREBRENKA URSIĆ-LOVREK, dipl.ing.elekt.-struč.sur.

MILIVOJ TURČEC, dipl.ing.elekt. - struč.sur.

ŽELJKO LATKOVIĆ, dipl.ing.elekt. - struč.sur.

Tehnički suradnici:

MILAN VUKELIĆ, viši tehničar

TOMO TELEBUH, samostalni konstruktor

MIRA RUŠNOV, kem.tehničar

Pregled istraživačkog programa

Planarna tehnologija poluvodičkih elemenata

1. a) Industrijski proces kopiranja, razvijanja i sušenja foto-emulzionih mikro-maski.

Projektiran je kontinuirani proces razvijanja foto-emulzionih mikro-maski uz maksimalne uvjete čistoće postupka. Prema izrađenom projektu u režiji RIZ-Tvornice poluvodiča

izraden je uređaj koji se nalazi u pogonu od juna 1973.god. Uređaj se sastoji od 7 kadica iz polipropilena s kemikalijama za razvijanje, fiksiranje, pranje i sušenje. Kadica za razvijanje je termostatirana s cirkulacijama kemikalije pomoću pumpe i stalnog filtriranja. Cijeli postupak prevodi se u planinarnom toku čistog zraka klase 100 po ASTM standardima. Uređaj je dao zadovoljavajuće rezultate rada.

b) Izvršiti izbor standardnih struktura za IC sklopove. U zajednici s Elektrotehničkim fakultetom u Zagrebu provodi se standardizacija struktura za IC sklopove. Izvršene su klasifikacije struktura za linearne sklopove. Detalji tog rada s izvodima iz biblioteke računskog stroja biti će priloženi konačnom izvještaju.

c) Izabiranje podloge za dobivanje neemulzionih masti te izbor filmova.

Rad po ovoj točki samo je djelomično izvršen. Ispitane su podloge švicarske firme Mettler AG Zürich i dobiveni dobri rezultati. Poteškoće su se javile pri obradi tih podloga pomoću elektronskog snopa jer im električka vodljivost površine nije dovoljna za takvu obradu. U zajednici s proizvođačem pokušati će se taj problem riješiti u 1974.godini. Pokušaj da se vrlo tankim vakuumskim napanivanjem titana poveća vodljivost površine nisu dali zadovoljavajuće rezultate. U 1974.god. planira se izvršiti pokuse s bar još jednom vrstom podloge.

d) Ispitan je pozitivni fotorezist AZ1350 firme Shiply. Fotorezist se pokazao naročito prikladan za maskiranje površina s malim otvorima. Prednost pozitivnog fotorezista u tom slučaju jest izbjegavanje rupica na većim zaštićenim površinama, što se teško izbjegava pri obradi takvih površina negativnim fotorezistima. U 1974.godini predviđa se primjena AZ1350 pri izradi poluvodičkih struktura s lemnim kuglicama.

e) Razvijanje metode difuzije fosfora uz minimalno oštećenje površine silicija.

Razrađene su dvije metode. Osnova za obje metode jest unošenje u proces neznatno više fosfora od količine koja se troši za difuziju. Na taj način većina fosfora u procesu ulazi u silicij a stvaranje fosfornosilikatnog stakla na površini je minimalno, odnosno površina se prekriva kompozicijom SiO_2 i fosfornog stakla s malom koncentracijom fosfora pa površina silicija ostaje neoštećena. Vršena su mjerenja za dobivanje korelacije parametara procesa i električkih parametara n-p-n tranzistora. Ustanovljeno je da je strujno pojačanje h_{FE} pri malim strujama uz novi proces veće za dva reda veličine. Na taj način je i u električkim mjerenjima registrirana minimalna površinska rekombinacija u bazi. Dobivene su n-p-n tranzistori s h_{FE} većim od 100 pri strujnom I_0 manjim od 100 μA . U 1974. planiraju se sistematska korelativna mjerenja šuma takvih elemenata a preliminarna mjerenja su dala također dobre rezultate.

Pri prvoj metodi uvodilo se u proces 500 ppm fosfora u kisiku a pri drugoj 500 ppm fosfora u dušiku s 1% kisika. Oba procesa daju slične rezultate za strujno pojačanje pri niskim strujama, a izgleda da će drugi dati povoljnije rezultate pri mjerenju šuma što treba verificirati 1974.godine.

2. a) Izrada i ispitivanje epitaksijalnih uzoraka s $p^+ - n$ i $n^+ - p$ prelaza.

Prema parametrima koji su određeni ranije naručeni su uzorci epitaksijalnih wafera s $p^+ - i - n^+ - p$ strukturama. Detaljno su ispitani uzorci s $n^+ - p$ strukturom sastava:

$$n^+ - 0,005 - 0,016 \text{ ohm cm}$$

$$p - 3 - 15 \text{ ohm cm}$$

U svrhu ispitivanja konstruirana je mikro maska tranzistora snage sa slijedećim projektiranim parametrima:

$BV_{CEC} - 20 - 100 \text{ V}$ $BV_{CBO} - 30 - 120 \text{ V}$ $IC_{max} - 20 \text{ A}$ $IC - 12 \text{ A}$ $BV_{EBO} - 3 - 5 \text{ V}$

Izrađeni su uzorci takvih tranzistora i ispitani na parametre malih struja. Rezultati odgovaraju projektiranim. Parametri velikih struja nisu ispitani jer je za ispitivanje potrebno odgovarajuće hlađenje elemenata. Taj rad se planira u 1974.g. p^+ - strukture nisu ispitivane, no pri projektu maske tranzistora snage predviđena je potpuno ista geometrija i za ta ispitivanja.

ODJEL ZA TEORIJSKU FIZIKU

Pročelnik odjela:

SLAVEN BARIŠIĆ, doktor fiz.nauka - naučni suradnik

Naučni suradnici:

ALEKSA BJELIŠ, dipl.ing.fiz. - asistent

TOMISLAV IVEZIĆ, magistar fiz.nauka - asistent

STJEPAN LUGOMER, magistar fiz.nauka - asistent

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

KREŠIMIR ŠAUB, dipl.ing.fiz. - asistent

VELJKO ZLATIOĆ, dipl.ing.fiz. - asistent

Pregled istraživačkog rada

Tokom 1973.godine nastavljen je i proširen rad Odjela za teorijsku fiziku u tri slijedeća pravca:

1. Elektron-fonon interakcija te kristalni i supravodljivi fazni prijelazi (S.Barišić, A.Bjeliš, K.Šaub i tokom dva mjeseca F.Napoli).

2. Fazni prijelazi u tekućim kristalima, uređenje polietilenskih lanaca u tekućim kristalima i biološkim membranama te dinamika faznih prijelaza u tim kristalima (S.Marčelja S.Lugomer).

3. Problemi magnetskih nečistoća u normalnim metalima i međumetalnim izolatorskim barijerama (V.Zlatić, T.Ivezić).

1. Međudjelovanje fonona s elektronima jako vezanim uz kristalnu rešetku još uvijek je nedovoljno objašnjeno, unatoč početnih uspjeha aproksimacije čvrstog vezanja. Jedan od nerasvjetljenih aspekata je uticaj organizacije atoma u kristalnu rešetku na iznos i karakter tog međudjelovanja. Stoga su F.Napoli i S.Barišić promatrali problem vezanja vibracija jednog centra elektronskog raspršenja s elektronskim plinom. Izračunat je električni otpor prouzrokovan vibracijama centra raspršenja u granici visokih temperatura. Dobiveni jednostavni izraz u dobrom je slaganju s eksperimentom za slučaj slabe interakcije s centrom raspršenja ($Al_{10}V$). To slaganje postaje loše u slučaju jake interakcije (Al_9Co_2 , Al_3V , ...) i indicira da se, unatoč uspjeha sličnih računa pri supravodljivosti uobičajeni posturbacioni pristup ne može primijeniti pri jakom vezanju. Publikacija tog rada je u pripremi.

A.Bjeliš, K.Šaub i S.Barišić promatrali su svojstva sistema jednodimenzionalnih lanaca u aproksimaciji čvrstog vezanja (npr. $K_2Pt(CN)_4 B_5O_{0,3} \times 3H_2O$ (TTF)TCNQ, A-15 slitine). Diskutirana je nestabilnost takvih sistema obzirom na različite male deformacije, te je pokazano da u pravilu sistem postaje nestabilan samo obzirom na jednu od mnogih linearno nezavisnih deformacija. U slučaju $K_2Pt(CN)_4 B_5O_{0,3}$ među svim deformacijama koje zadovoljavaju Peierlsov uvjet nađena je ona koja dominira nestabilnošću. Detaljno je promatrana ovisnost energije deformacije u komponenti valnog vektora uzduž lanca te su nađena odstupanja od uobičajenog ponašanja u blizini faznog prijelaza. Izvršeno je ispitivanje primjenljivosti Born-Oppenheimerove adijabetske aproksimacije u proračunu karakterističnih frekvencija vibracija i detaljno ispitan slučaj kad ta aproksimacija nije primjenljiva. Tad se fononski spektar na dovoljno niskoj temperaturi cijepa na dvije grane, od kojih samo ona niskofrekventna vodi nestabilnosti. U toku je ispitivanje utjecaja mekog moda na elektronska svojstva i, posebno, na supravodljivost BCS-tipa. Taj rad predstavljen je pozvanim predavanjima na konferencijama u Gatlinburgu (SAD) i Taormini (Italija), a magistarski radovi K.Šauba i A.Bjeliša su u pripremi.

M. Mrkobrada, diplomand našao je potpun temperaturno ovisan izraz za uticaj mekog Einsteinovog moda na elektronski spektar, unutar Migdalove aproksimacije.

2) U 1973. god. S. Marčelja nastavio je rad na računu uređenja polietilenskih lanaca u tekućim kristalima i biološkim membranama, pomenut u prošlom izvještaju. Tom prilikom riješen je problem tzv. parno-neparno (even-odd) efekta kod tekućih kristala.

Kod homolognih serija tekućih kristala temperatura prijelaza između izotropne i nematske faze pokazuje jaku ovisnost o duljini alkilnog lanca molekule. U faznim dijagramima za te materijale često spojevi s parnim (ili neparnim) brojem ugljikovih atoma imaju znatno više (ili niže) temperature prijelaza. Taj efekt poznat je odavna, opisan u nizu eksperimentalnih studija. Našim računom, u kome je po prvi puta uključeno i uređenje alkilnih lanaca, objašnjen je razlog za to ponašanje. Kada se osi simetrije čvrstog dijela molekule i alkilnog lanca ne podudaraju, doprinos lanca molekularnom polju (a time i temperatura prijelaza) mijenja se ovisno o tome da li je broj ugljikovih atoma u lancu paran ili neparan. U nastavku rada, koji je sada u toku, proveden je razmjerno detaljni račun za uređenje polietilenskih lanaca u biološkim membranama. Taj račun opisati će fazni prijelaz u membranama bakterija, gdje se dosad mislilo da dolazi do separacije raznih faza fosfolipida. Također će biti opisan efekt kolesterola uključenog u strukturu membrane kao i svojstva membrana stanica raka.

U kolaboraciji s grupom Prof. R. Blinca u Ljubljani, S. Luger je studirao, eksperimentalno i teorijski, ponašanje kolektivnih eksitacija u smektičkoj, nematskoj i izotropnoj fazi u blizini faznog prijelaza. Eksperimentalni rezultati dobiveni Raman-raspršenjem svjetlosti na tim fazama pokazuju predtranzicijsko povećanje reorijentacijskih molekularnih gibanja, tj. postojanje mekog moda molekularnih gibanja, analognog onom pri strukturnim prijelazima iz točke 1). Energetskom analizom intenziteta raspršenog zračenja određeni

su tipovi molekularnih gibanja, vezani uz fazni prijelaz. Teorijski je pokazano da uobičajeni modeli ne daju meki mod te je predloženo odgovarajuća generalizacija. Kao kritična deformacija pojavljuje se akustični mod drugog zvuka. U pripremi je nekoliko publikacija, sudjelovanja na konferencijama, te doktorska radnja S.Lugomera.

3) V.Zlatic nastavio je svoj rad na magnetskim nečistoćama u normalnim metalima. U zajednici s N.Rivierom i G.Brünerom s Imperial College-a u Londonu razmatran je opis magnetskog ponašanja nečistoće aproksimacijom lokaliziranih spinskih fluktuacija. Pretpostavivši da dinamičkom ovisnošću magnetske susceptibilnosti nečistoće dominira spinska fluktuacija, autori su izračunali spektar d-elektrona. Pored dva uobičajena maksimuma Friedel-Andersonovog tipa, na Fermijevom nivou se pojavljuje fina struktura, čija je temperaturna ovisnost u skladu s različitim mjerenjima. Posebna je pažnja posvećena proračunu termoelektričkih struja te elektronske specifične topline, V.Zlatic o.g. brani svoj doktorat.

T.Ivezić, u suradnji s grupom A.Zawadowskog iz Budimpešte radi na teoriji tuneliranja kroz kontakt metal-metalni oksid-metal, kad metalni oksid sadrži magnetske nečistoće. Veliki broj eksperimentalnih rezultata, akumuliranih od 1965.god., nije do sada našao kompletno teorijsko objašnjenje. Postoje parcijalne teorije koje s jedne strane objašnjavaju pojačanje tuneliranja elektrona kroz dopiranu izolatorsku barijeru i s druge strane promjenu elektronske gustoće stanja pri površini barijere. Primjenom nedavno razvijene metode P.Nozièresa, T.Ivezić radi na ujediničenju tih aspekata u zajedničku teoriju.

Popis radova

1. A.Bjeliš, S.Barišić, Fizika 5, 113, 1973.
2. S.Barišić, K.Šaub, J.Phys.C, 6, L367, 1973.
3. S.Barišić, A.Bjeliš, K.Šaub, Sol.St.Comm.13, 1119, 1973.
4. S.Barišić, Phys.Rev.B, October 1973.
5. A.Bjeliš, K.Šaub, S.Barišić, Proceedings of the Taormina Conf. Sept. 1973, N.Cimento (predano u štampu)
6. S.Marčelja, Nature, 241, 451 (1973)
7. S.Marčelja, Sol.St.Comm.13, 759 (1973)
8. B.Lavrenčić, I.Levstek and S.Lugomer, Raman cell for work with Liquid Crystals, Raman Newsletters
9. B.Lavrenčić and S.Lugomer, Raman depolarization ratio in the Smectic and Nematic Liquid Crystals, Advances in Raman Spec. Vol.1, Ed. J.Mathieu, Heyden and Son Ltd., Ind. p.2 i 5
10. R.Blinč, S.Lugomer and B.Žekš, Soft Mode Dynamics in Nematic and Smectic-A Type Liquid Crystals, poslano u Phys.Rev.
11. S.Lugomer, Correlation Function Analysis of Benzene Ring Rotation in Liquid Crystals, poslano u časopis Fizika
12. V.Zlatić, G.Grüner, N.Rivier, J.Phys.F.
13. V.Zlatić, N.Rivier, J.Phys.F (poslano u štampu)
14. R.Đorđević, T.Ivezić, B.Tošić, A.Žakula, Phys.St.Sol.(b)57, 1973.

Radovi prezentirani na konferencijama

1. S.Marčelja, Fazni prijelazi u biološkim membranama, Ljetna škola strukturne biofizike, 2-16.rujan 1973. Sarajevo (pozvano predavanje)
2. R.Blinč, S.Lugomer, B.Žekš, Soft modes in the Nematic and Smectic Liquid Crystals, 3-8. Dec. 1973. Bangalore, India
3. S.Barišić, Peierls Instability in the Quasi-One-Dimensional Conductors, Sept. 10-12, Gettynburg, SAD (pozvano predavanje)
4. S.Barišić, Dynamical Properties of the Quasi One Dimensional Electron-Phonon Systems, Sept. 17-21, Taormina, Italy (pozvano predavanje).

IV T A J N I Š T V O

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

Tajnik:

Dr. JOSIP MAKVIĆ, dipl. pravnik 1 (1)

Struktura i sastav:

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

Brojno stanje na dan 31.XII 1973.

- | | |
|----------------------------|-------|
| - Služba općih poslova | 6 |
| - Služba računovodstva | 2 |
| - Nabavno-skladišna služba | 2 |
| - Radionica | 4 (2) |
| - Knjižnica | 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 1973. godini financirali su:

A.	Za znanstvene projekte (teme)	
-	Republički fond za znanstveni rad SRH	2,615.514,-
-	Savezni zavod za međun.tehn.suradnju	50.000,-
-	RIZ - Tvornica poluvodiča Zagreb	168.058,-
-	Sveučilište u Zagrebu	1,189.936,-
	Ukupno	<u>4,023.508,-</u>
B.	Za stipendije postdiplomskog studija i pomoć za magistarske radnje i doktorske disertacije	
-	Republički fond za znanstveni rad SRH	78.250,-
-	Sveučilište u Zagrebu	63.127,-
	Ukupno	<u>141.377,-</u>
C.	Ostali izvanredni prihodi (pas.k-ti)	<u>90.641,-</u>
	S V E G A	<u>4,255.526,-</u>