

**Institute of Solid State Physics
University of Latvia**



ABSTRACTS
Of the 20th Scientific Conference

**February 16 – 18, 2004
Riga**

LU Cietvielu fizikas institūta 20.zinātniskās konferences tēzes latviešu un angļu valodā.

Atbildīgais redaktors: Prof. Andris Krūmiņš. Salikums: Anna Muratova.
Salikts LU Cietvielu fizikas institūtā Ķengaraga ielā 8, Rīgā, LV – 1063.

Tēzes sakārtotas sešās sekcijās to nolasīšanas secībā.

NELINEĀRI OPTISKI MATERIĀLI UN OPTOMETRIJAS PROBLĒMAS

FIZIKAS DOKTORE IRĒNA PĻAVIŅA

(28.02.1928 - 20.10.2003)

A.Tāle

Latvijas Universitāte

Pagājušais gads izrādījās pēdējais Valsts emeritētās zinātnieces Dr. habil. phys. Irēnas Pļaviņas darbīgajā mūžā, no kura vairāk kā pusgadsimts nesavtīgi atdots cietvielu (jonu kristālu) fizikai. Mājas lapā I. Pļaviņa gan uzsver, ka tā ir *eksperimentālā* cietvielu fizika.

Man ir bijuši divi skolotāji Ilmārs Vītols un Irēna Pļaviņa, abi Dr. habil. phys. un Latvijas Valsts Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes (LVU FMF) docenta Ludviga Jansona skolnieki. 1958. gadā man palaimējās noklausīties dažas doc. L.Jansona lekcijas fizikālās optikas kursā. Aspirants Ilmārs Vītols 1959. gadā vadīja manu diplomdarbu. Irēnas Pļaviņas zinātniskajā vadībā pagājuši 45 gadi.

Irēna Pļaviņa dzimusi 1928. gada 28. februārī Rīgā Elizabetes Velmeres (dz. Nagaines) un Kārļa Velmera ģimenē. Irēnas tēvs ir skolotājs. Pēc dažiem gadiem šai ģimenē jau aug arī otrā meita – Dina. Vecāki rūpējas, lai meitenes saņemtu vislabāko izglītību. Sākumā Irēna mācās 18. pamatskolā Čiekurkalnā, pēc tam Rīgas 2. ģimnāzijā, turklāt, kā atskatoties pati novērtē - laikā, kad tur fiziku māca pat augstākā līmenī nekā daudzus citus priekšmetus. Matemātiku māca talantīgā un Irēnas iemīļotā skolotāja H. Bandere, un Irēna gandrīz nolemj studēt matemātiku. Tomēr beigusī ģimnāziju, viņa izvēlas fiziku un studē LVU FMF (1947-1952).

Irēna atceras, ka tas ir laiks, kad tur strādā 8 fizikas pasniedzēji. (Tie varētu būt doc. L.Jansons, doc. A.Apinis, vec.pasn. J.Čudars, doc. E. Papēdis, J.Eiduss, I.Everss, A.Jansone; E.Krauliņa – no 1947 gan ir aspirantūrā pie S.E. Friša VU Ļeņingradā). Eksperimentālās fizikas katedru vada doc. fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts L.Jansons, grāmatas “Fizikas praktikums” autors. Zinātniskā pētniecībā iezīmējas divi galvenie virzieni – optika un cietvielu fizika. Doc. L.Jansons pārliecina I.Pļaviņu pievērsties jonu kristālu fizikai. Viņa vadībā Irēna izstrādā diplomdarbu “Elektrolīzes ietekme uz jonu kristālu optiskām īpašībām.”

Trīs nākošos gadus Irēna strādā par inženieri zinātniskās pētniecības institūtā Piemaskavas pilsētīnā Frjazino. Seko aspirantūra (1955-1957) PSRS Zinātņu Akadēmijas P. Ļebedeva Fizikas institūtā (FIAN) Maskavā.

“Maskavas periodā” Irēna apprecas un 1954. gadā piedzimst dvīņi – Ilze un Juris. (Ilze izstudē par ārsti, Juris beidz LU FMF. Abiem ir savas ģimenes un bērni. Ilzei – Jānis un Laima, Jurim – Reinis un Alise). Pati Irēna apgalvo, ka ģimenes rūpes nav nemaz traucējušas viņas fiziķes karjerai. Mēs, kolēģes, gan it labi zinām, ka tas tā varēja būt, tikai pateicoties viņas vecāku, it sevišķi Irēnas mātes un mātes māsas gādībai.

1958. gadā, Irēna Pļaviņa sāk strādāt Latvijas (toreiz Latvijas PSR) Zinātņu Akadēmijas (ZA) Fizikas institūtā (FI). Institūtā, kas radies no Fizikas un matemātikas institūta un kura direktora vietnieks kādu laiku (1946-1950) bijis doc. L. Jansons.

Sākumā viņas ir divas. Otrā ir Miralda Trinklere, kura kādu laiku strādājusi par fizikas pasniedzēju. Pēc gada Irēna jau vada fiziķu grupu, kurā ir Baiba Zunde (vēlāk Bērziņa), Aija Everte (vēlāk Tāle), tikko absolvējušas LVU FMF, un tās pašas fakultātes 1. kursa students Ļevs Nagli. Atrodamies ēkā pie Māras dīķa Pārdaugavā.

I.Pļaviņa aizstāv disertāciju “Foto- un γ -luminiscences kinētika dažos sārmu metālu halogenīdos,” iegūstot fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu (1959). 1960 gadā kopā ar Ilmāru Vītolu nopublicē rakstu žurnālā Optika un spektroskopija. Tas jau ir Pļaviņas ceturrtā publikācija šai žurnālā.

Pakāpeniski tiek sagādāta eksperimentiem vajadzīgā aparatūra. Sākumā ir 2 milzīgi oscilogrāfi (DESO ar 10^{-8} s lielu laika izšķiršanu), paškonstruētas “dzirksteles.” Tiek izmantoti fotoelektronu pavairotāji un to barošanas bloki no kodolfizikas scintilatoru iekārtām. Šeit jāatzīmē, ka pirms lielās pārvākšana uz jaunuzcelto Fizikas institūta ēku Salaspilī mūsu grupu ar lielgabarīta aparatūru izmantoja stratēģiskiem mērķiem, lai aizņemtu pēc iespēja lielāku platību Institūtam augstceltnes 3. stāvā (Turgeņeva ielā). Kad tas bija veikts, bija jāatgriežas pie Māras dīķa. Otrajā augstceltnes periodā bijām grupa Imanta Feltiņa

Pusvadītāju laboratorijā, kur bija jāievēro dzelžaina disciplīna. Institutā kopēji bija zinātniskie semināri, šķidrā slāpekļa piegāde un iespēja izmantot mehāniskās darbnīcas pakalpojumus.

Ne viss norit nevainojami un gludi. Irēnai jāraksta paskaidrojums, kāpēc 1. Maija svētkos laboratorijā uzsprāgst šķidrā slāpekļa djuārs. Situāciju nedaudz atvieglo tas, ka negadījumu pirms svētku demonstrācijas atklājam pašas, pēc izsista loga augstceltnes 3. stāvā sētas pusē.

Sākumā spektrāliem mērījumiem tiek iegādāts/sadabūts spektrofotometrs SF-4. Esam apņēmīgas uzkonstruēt pat monohromatoru, līdz saņemam Carl Zeiss Jena ražojumu SPM-1 ar maināmām prizmām, vēlāk vēl vienu un arī – SPM-2, kam lielāka spektrālā izšķiršana. Arī – SPECORD-UV-VIS, kas paredzēts absorbcijas mērījumiem. Bet tas jau ir tad, kad esam Salaspilī.

Institutā darbnīcās top eksperimentālu iekārtu atsevišķi mezgli un galdi, kā arī šķidrā slāpekļa kriostati, tiek montētas vakuuma iekārtas. Šai ziņā daudz palīdz I.Vītols un kolēģi no Pusvadītāju fizikas problēmu laboratorijas (PFPL). Tā neatlaidīgā un mērķtiecīgā darbā uz nelielās fiziku grupas kā bāzes izveidojas Jonu kristālu spektroskopijas laboratorija (JKSL). Irēna Pļaviņa ir tās vadītāja 25 gadus (1968 – 1992).

I.Pļaviņas vadībā sākotnējās grupas 3 līdzstrādnieces izstrādā un aizstāv disertācijas, iegūstot fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu, - M.Trinklere 1967, VAAK-s grādu piešķir 1968; B.Bērziņa un A.Tāle, abas – 1969). Drīz viņām pievienojas Ļ.Nagli 1971, V.G.Čerņaks ~1971 un R.Kalniņš 1975. Notiek regulāri iknedēļas zinātniskie semināri, pat īpašām tēmām veltīti lasījumi. M. Trinklere nolasa lekciju kursu par Jana-Tellera efektu.

1974. gadā I.Pļaviņa, viena no pirmajām Latvijas fiziķēm (patī pirmā ir Elza Krauliņa 1971), aizstāv doktora disertāciju “Ātri luminiscences procesi aktivētos sārmu metālu halogenīdos,” (uzraksta jau 1973) un 1976. gadā saņem fizikas un matemātikas zinātņu doktores diplomu. Viņai piešķir profesores zinātnisko nosaukumu cietvielu fizikā. Vēlāk 1992. gadā, t.i. “pirmajā PSRS zinātnisko grādu nostrifikācijas vilnī” – kandidāta grādu pielīdzina LR grādam Dr. habil. phys.

Kopš studiju gadiem I.Pļaviņa ir pievērsusies jonu kristālu fizikai, tai nesavtīgi tiek atdoti viņas turpmākie dzīves un darba gadi. I.Pļaviņa iezīmē savu zinātnisko virzienu, vispusīgi pētot ns^2 -jonu luminiscenci aktivētos sārmu metālu halogenīdos. Mērķtiecīgi sāk ar procesiem pašā aktivatora jonā (tieša optiska ierosme) un tad pāriet pie enerģijas pārnese izpēti no pamatvielas aktivatoram (optiskā anjona ierosmē vai apstarojot ar elektroniem, X-stariem u.c.). Tiek atklāta ļoti ātra enerģijas pārnese no F-centra aktivatoram. Uz dziļas fizikālu procesu izpēti tiek balstīti dažādi praktiski aktivētu sārmu metālu halogenīdu pielietojumi (optiskās atmiņas elementi, nekoherentas vai koherentas optiskās informācijas ieraksts, UV, elektronu vai Rentgena staru 2-dimensiju attēlu iegūšana, dažādu starojumu dozu mērīšana u.c.).

Paralēli “tīri” zinātniskiem pētījumiem rit darbs līgumdarbu virzienā, kurus slēdz ar “militārā kompleks iestādēm Maskavā un Ļeņingradā. Tā ir nepieciešamība, - lai būtu pietiekoši daudz līdzekļu aparātūras iegādei, jaunu eksperimentālo metožu ieviešanai un laboratorijas paplašināšanai. Ne visi zinātniskie līdzstrādnieki ir iesaistīti līgumdarbu izpildē. Irēna ir novērtējusi katra spējas un piemērotību, un personāla spēki tiek racionāli sadalīti. Taču arī šai ziņā I. Pļaviņa vienmēr ir centusies panākt, lai mēs varētu vienlaicīgi risināt “fundamentālās zinātnes problēmas”. Viņa panāk, ka tiek noņemts slepenības grifs un iegūtos zinātniskos rezultātus drīkst nublicēt.

Astoņdesmito gadu vidū JKSL ir moderna pētniecības laboratorija. Tā ir apgādāta ar aparāturu spektrāliem mērījumiem UV, redzamā un infrasarkanā diapazonā (optisku prizmu un difrakcijas režģu monohromatori) ar izvērsi laikā, sākot no 10 ns (dažādi oscilogrāfi, pašrakstītāji), plašā temperatūru intervālā, sākot no šķidrā hēlija un slāpekļa temperatūrām līdz augstākām temperatūrām, izmantojot atbilstošus kriostatus un krāsnis, kā arī dažādu starojumu veidu ierosmi vai apstarošanu (impulsa un stacionāri gaismas avoti, He-Ne un vairāki eksimēra lāzeri, elektronu lielgabals un dažādu radioizotopu avoti). Gandrīz katram līdzstrādniekam ir sava eksperimentālā iekārta.

Tiek izgatavoti arī pētāmie paraugi (aktivēti sārmu metālu halogenīdi) monokristālu veidā, pielietojot Stokbargera un Kiropulosa metodes, vai kā plānas kārtiņas, uztvaicējot vakuumā

uz cita kristāla pamatnes, un presēti pulveri. Laboratorijā ir 7 tehniekie darbinieki (ķīmiķis, optiķis, konstruktors, 2 mehāniķi, 2 elektronikas inženieri).

1990. gadā fizikas un matemātikas zinātņu grādu aizstāv I.Ļaviņas aspirants A.I.Popovs. I.Ļaviņas sākotnējās zinātnieku grupas četriem līdzstrādniekiem-zinātņu kandidātiem (doktoriem) ir savi skolnieki.

Pakavējoties sīkāk, M.Trinklere bija savukārt zinātniskā vadītāja 3 aspirantiem cietvielu fizikā (A.Kalniņam 1977, I.Zolovkinai 1977 un L.Trinklerei 1989, pēdējai autoreferatā kā vadītāja figurē I.Ļaviņa). Ļ.Nagli sekmīgi vadīja aspirantu darbus N.G.Staņko 1986 (Ukraina) un S.V.Djačenko 1988. (Trešais aspirants O.Tipāns disertāciju nepabeidza). Arī vairākus diplomdarbus (M.Rots, V.Šehtmans, M.Kārklīņa u.c.). Ļ.Nagli 1983 veica kopējus eksperimentus ar V.P.Daņilovu, kādu laiku sadarbojās ar akadēmiķa A.M.Prohorova līdzstrādniekiem FIAN-ā (~7-8 kopējas publikācijas), līdz – 1988 aizstāvēja un 1989 ieguva augstāko – doktora grādu fizikā. B.Bērziņai bija 2 aspiranti (L.Intenbergs ~1985, J.Obrascova darbu nepabeidz).

Daļa kvalificētu speciālistu, kuri par tādiem kļuva I.Ļaviņas laboratorijā, paliek strādāt tajā, kamēr daži (L.Nagli, V.Čerņaks) strādā ārpus Latvijas. Viņi turpina analoģu fizikālu procesu pētījumus, tikai citās jonu kristālu klasēs, kā piemēram, sudraba halogenīdos. Ir arī tādi, kuri strādā pavisam citās sfērās (piemēram, R.Kalniņš – nekustamie īpašumi, O.Tipāns – Valsts Prezidentes padomnieks).

Radoša ir I.Ļaviņas sadarbība ar zinātniekiem Latvijā (I.Vītols, J.Valbis, G.Vāle, V.Zīraps, I.Tāle, K.Švarcs, S.A.Černovs, D.Millers u.c.), Igaunijā (N.Luščika, S.Zazuboviča, Č.Luščiks, N.Kristofels, J.Kirss, A.Nijliskis, M.Elango u.c.), Krievijā (V.V.Antonovs-Romanovskis, L.M.Šamovskis, G.I.Vlasovs, V.P.Objedkovs, P.G.Baranovs, P.F.Braclavcs, B.I.Rapoports u.c.), Ukrainā (N.B.Žitovs, S.P.Kinah, N.S. Pidzirailo u.c.), Polijā (Z.Postawa, M.Szymonski). Šī sadarbība izpaužas gan jauno zinātnieku skološanā, gan kopējos eksperimentos, to izvērtēšanā un publicēšanā.

I.Ļaviņa ir autore un līdzautore vairāk kā 80 zinātniskām publikācijām, 8 izgudrojumiem (PSRS patentiem), vairāk kā 40 ziņojumiem starptautiskās konferencēs, kuras veltītas luminiscencei, krāsu centru un režģa defektiem jonu kristālos, luminiscences detektoriem un dozu mērītājiem u.c.

Astoņdesmito gadu sākumā viņa kā sieviete-zinātniece ar miera misiju brauc uz ASV. Pārmaiņus dzīvo 3 dažādās amerikāņu ģimenēs Aiovas štatā un stāsta par Latviju, tās cilvēkiem. Neaizmirst katram laboratorijas darbiniekam atvest kādu suvenīru-dāvanīņu.

I.Ļaviņa, būdama grupas, vēlāk laboratorijas vadītāja, darbojas Fizikas institūta Zinātniskajā Padomē. Siltuma un enerģijas pārnese laboratorijas vadītājs akad. Elmārs Blūms atzīmē viņas korekto attieksmi pret kolēģiem, atsaucību un principialitāti, risinot dažādas problēmas, un prasmī, diplomātiski novērst konfliktus, nevienu pusi neaizvainojot. Irēnas dēls Juris Ļaviņš pēc FMF beigšanas strādā viņa laboratorijā, beidz aspirantūru magnētisko šķidrumu jomā un iegūst Dr. phys. grādu. E.Blūms atzīmē, ka šai ziņā ar Irēnu nav bijušas nekādas domstarpības; viņa izlīdzējusi ar trūkstošo aparāturu un konsultējusi luminiscences jautājumos.

I.Ļaviņas vadībā izstrādātas un aizstāvētas 7 zinātņu kandidāta (doktora) disertācijas, laboratorijas eksperimentālā bāze nodrošina vairāku LU studentu kursa un diplomdarbu sekmīgu izpildi (Ļ.Naglim, J. Kristapsonam, G. Spulģim, R. Kalniņam S. Stoļarovai u.c.).

Ilgus gadus I.Ļaviņa ir LZA FI specializētās padomes locekle zinātnisko grādu piešķiršanā. Viņa ir oponente daudzām disertācijām cietvielu fizikā (I.Tāle 1974, D.Millers 1975), optikā (J.Valbis 1966, J.Bogans 1969, I.Vītols 1969) un cietvielu spektroskopijā, cietvielu radiācijas fizikā (J.Kristapsons 1971), arī “vadošā organizācija” (iespējams, M.Jansona 1969, I.Vītola 1975; E.Kotomina 1975 un J.Valbja 1984, A.Medvida 1979 disertācijām).

I.Ļaviņai piešķirtas 3 Latvijas PSR ZA Prezidija prēmijas (pirmā – 1977, 1981; otrā – 1990). Oficiāla atzinība par zinātnē veikto ir Latvijas PSR Nopelniem bagātā zinātnes darbinieka goda nosaukums (1988) un Valsts emeritētā zinātnieka nosaukums (1996).

Starptautiskā Latvijas zinātnes ekspertīze deviņdesmito gadu sākumā atzīst, ka eksitonu procesu pētījumi nolūkā izskaidrot telpiski korelētu defektu rašanos, ir aktuāli. Šai laikā laboratorijā vēl ir septiņi zinātniskie darbinieki (B.Bērziņa, A.Kalniņš, I.Ļaviņa, A.Popovs, A.Tāle, L.Trinklere, M.Trinklere). Pēdējo 5 gadu kvantitatīvais rādītājs ir vidēji 0,7 publikācijas uz vienu zinātnieku gadā.

Uzskatu, ka I.Ļaviņas darba rezultāts ir viena no 4 LZA FI laboratorijām (tagad - Jonu materiālu defektu laboratorija, vad. Dr. habil. phys. B.Bērziņa), kuras 1993. gadā tiek iekļautas LU CFI sastāvā.

Pēc tam, kad I.Ļaviņa laboratorijas vadības grožus (no viņas pašas maz atkarīgu iemeslu dēļ) nodod Baibas Bērziņas rokās, ir laika periods (1993 – 1995), kad viņa ir pensionāre, bet turpina strādāt ar lielu atdevi. Publikāciju īpatsvars un dalība starptautiskās konferencēs 1994 ir vislielākā.

Viņai ir ļoti svarīgi būt kādā zinātniskā kolektīvā un pārstāvēt to. Turpmākos gadus viņa vada LZP projektus vai piedalās to izpildē LU Cietvielu fizikas institūtā Nesakārtotu materiālu fizikas nodaļā, kuru vada Dr. habil. phys. D.Millers (Cietvielu radiācijas fizikas laboratorijas sastāvā, vad. – Dr. habil. phys. L. Grigorjeva). Projektu tematika skar radiācijas defektu telpisko korelāciju, to rašanos eksitonu (eksitona polaritonu) procesā un detektēšanu fotostimulētā luminiscencē.

I.Ļaviņai rūp zinātnes stāvoklis un fizikas attīstība Latvijā. 2001. g. novembrī viņa raksta: “Šis nav tas labākais laiks zinātnei. Lai tā attīstītos nepieciešams pienācīgs finansējums kā algām, tā arī mūsdienīga līmeņa aparatūras iegādei.”

Līdz sava mūža beigām viņa ir aktīvo Latvijas zinātnieku vidū. Viņa referē ikgadējās LU CFI konferencēs un piedalās starptautiskajās SPIE konferencēs. Arī vēl 2002. gadā Rīgā. 2003. gadā kopā ar Dr. M. Trinkleri redakcijā ir iesniegts raksts “Tuvu defektu pāru veidošanās pie zemām temperatūrām aktivētos sārnu metālu halogenīdu kristālos UV-gaismas ietekmē”. Jā, zīmīgi, ka abas viņas arī sāka eksperimentus 1958. gadā un 1962. gadā uzrakstīja pirmo kopējo publikāciju žurnālā *Оптика и спектроскопия*, bija iniciatores pirmā pārskata raksta tapšanai žurnālā *Physica Status Solidi* 1965.

Irēna Ļaviņa ir pateicīga saviem skolotājiem, izcilām personībām, kā viņa pati atzīmēja, – skolotājam Voldemāram Zelmenim pamatskolā, doc. Ludvigam Jansonam LU FMF, prof. Mihailam Dmitrijevičam Galaņinam - aspirantūras vadītājam “FIAN”-ā. Un – kolēģim Pjotram .Fjodorovičam Braclavcam, vēlāk strādājis pie līgumdarbiem.

Godīga attieksme pret darbu, augsti zinātnieka ētikas principi, prasme plānot, organizēt un mērķtiecīgi vadīt zinātnieku kolektīva darbu, drosme pārvarēt grūtības un nākt klajā ar faktiem, kuri apgāž esošos, vispārpieņemtos un it kā neapstrīdamos priekšstatus, bezkompromisa attieksme pret negodīgu rīcību, nievājoša attieksme pret ārišķībām – raksturo zinātnieci I.Ļaviņu. Domāju, ka to var apliecināt gandrīz visi, kas bijuši viņas kolēģi un strādājuši ar viņu kopā gan abos institūtos, gan piedalījušies vienās un tajās pašās konferencēs vai kādos citos pasākumos.

Irēna ļoti mīlēja pētnieces darbu, sekoja uz dziļām zināšanām balstītai intuīcijai un bija laimīga, pārsteigta un gandarīta, aizvien ko jaunu atklājot. Īpatnēji ir tas, ka viņa visu mūžu nav mainījusi ne pētījumu virzienu, ne pētījumu objektus. Rakstot jaunu publikāciju, reti kad mēdza ieskatīties iepriekšējos pierakstos. Nekad nav šķiedusi savus spēkus nelietderīgi. Viņa plānoja savu laiku gan darbam, gan atpūtai. Relaksēja, spēlējot klavieres, līdz tās “upurēja ģimenes labā”... Visaugstāk vērtēja atpūtu dabā. Savā laikā tie bija laivu braucieni pa Latvijas upēm Ventu, Gauju, Salacu, Rūju, Pededzi nelielā kolēģu-draugu un radu pulkā.

2002. gada 24. oktobrī fizikas doktori Irēnu Ļaviņu pēdējā gaitā uz atdusas vietu Raiņa kapos blakus vecākiem izveda Sv. Pētera Evanģēliski luteriskās baznīcas mācītājs Atis Voicehovskis. Pavadītāju pulkā ir viņas māsa, meita, dēls, mazbērni un citi radi, tuvinieki, draugi, daudzi skolas un studiju biedri, Irēnas skolnieki un kolēģi LU un LZA.

AMORFO HALKOGENĪDU PUSVADĪTĀJU IZMANTOŠANA OPTISKĀS TEHNOLOĢIJĀS

J.Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Amorfie halkogenīdu pusvadītāju (As-S, As-Se, Ge-S, Ge-Se u.c.) plānās kārtiņas izraisa pieaugošu interesi kā perspektīvi materiāli informācijas optiskam ierakstam un apstrādei. Būtiskas optisko īpašību fotoinducētās izmaiņas ($\Delta n \leq 0,8$; $\Delta E_g \leq 0,4$ eV) šajos materiālos dod iespēju veikt fāzu vai amplitūdas ierakstu plānās kārtiņās reālā laikā. Fotoinducētās izmaiņas halkogenīdu pusvadītājos saistītas ar ķīmisko saišu transformāciju, kas arī nosaka šo materiālu augsto izšķiršanas spēju ($\sim 10^4$ mm⁻¹) un iespēju tos izmantot hologrāfijā un litogrāfijā. Uz šo savienojumu bāzes izstrādāti fotorezisti redzamajā spektra daļā ($\lambda \leq 700$ nm) ar gaismas jutību ~ 10 mJ/cm². Referātā apskatīti šo fotorezistu darbības principi un to pielietošanas iespējas reljefa hologrammu un hologrāfisko optisko elementu ražošanā. Parādīta iespēja izmantot amorfo halkogenīdu plānās kārtiņas planārajos viļņvados.

APPLICATION OF AMORPHOUS CHALCOGENIDE SEMICONDUCTORS IN OPTICAL TECHNOLOGY

J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, LV-1063, Riga, Latvia

Thin films of amorphous chalcogenide semiconductors (As-S, As-Se, Ge-S, Ge-Se) have been recently studied as promising media for optical recording and processing of information. The essential photoinduced changes of optical properties ($\Delta n \leq 0,8$; $\Delta E_g \leq 0,4$ eV) enable to perform real time phase or amplitude recording in thin films of these materials. The photoinduced changes in amorphous chalcogenide semiconductors are due to transformation of the chemical bonds. Therefore these materials possess extremely high resolution ($\sim 10^4$ mm⁻¹) and they can be successfully used in holography and photolithography. The photoresists with a light sensitivity ~ 10 mJ/cm² for visible spectrum ($\lambda \leq 700$ nm) were produced on the base of these compounds. The main functional principles and possibilities of the practical use of these photoresists for the production of embossed holograms and holographic optical elements are discussed. The possibility to apply the thin films of amorphous chalcogenide semiconductors as planar waveguides has been shown.

HROMOFORA GRUPU IZMAIŅU IETEKME UZ HOLOGRĀFISKO IERAKSTU AZOBENZOLA OLIGOMĒROS

A.Ozols^{1,2}, M.Reinfelde², V.Kampars¹, V.Kokars¹

¹*Rīgas Tehniskā Universitāte*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Mēs esam eksperimentāli pētījuši hromofora azogrupu (ar dažādiem akceptoriem Br, NO₂, H, CN) ietekmi uz azobenzola oligomēru hologrāfiskajām un optiskajām īpašībām. Pētīta tika arī matricu (tolila, heksametilēna, dubultmatricu) ietekme. Hologrāfisko režģu ieraksts (ar periodiem 0.5–9.0 μm) tika veikts ar He-Ne lāzeru (632.8 nm) gaismas intensitāšu diapazonā no 0.2 līdz 76 W/cm². Konstatēts, ka ieraksta efektivitāte palielinās, ja palielina hromofora grupu koncentrāciju. Vislabākie rezultāti (maksimālā difrakcijas efektivitāte 7.9% un minimālā ieraksta enerģija 0.38 J/(cm² %)) ir sasniegti ar NO₂ grupām kā akceptoriem. Būtiska ir arī HG kovalenta piesaiste matricai. Ja HG ir tikai disperģētas matricā bez kovalentas piesaistes, tad ieraksta efektivitāte krasi samazinās (2.2*10⁻³ % un 4500 J/(cm² %)). Arī matrica jūtami ietekmē ieraksta efektivitāti. Vislabākā bija tolila matrica. Dubultmatricas lietošana, kad HG, kas piesaistītas pirmajai matricai, tiek kopā ar to kovalenti piesaistītas otrai matricai, būtiski palielina jūtību, bet samazina hologrāfiskā režģa dzīves laiku no 20-30 stundām līdz pusstundai un mazāk. Šajos paraugos ir novērots arī optiskā tranzistora efekts. Tajos arī daudz efektīvāks nekā paraugos ar vienu matricu ir vektorieraksts (0.32% un 30 J/(cm² %) pret <<10⁻³%).

CHROMOPHORE GROUP VARIATION EFFECT ON THE HOLOGRAPHIC RECORDING IN AZOBENZENE OLIGOMERS

A.Ozols^{1,2}, M.Reinfelde², V.Kampars¹, V.Kokars¹

¹*Riga Technical University*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

We have experimentally studied the effect of chromophore azogroups with different acceptors Br, NO₂, H, CN) on the holographic and optical properties of azobenzene oligomers. The influence of oligomer matrix is also studied. Holographic grating recording (with periods 0.5-9.0 μm) and readout was made by He-Ne laser (632.8 nm) with the light intensities from 0.2 to 76 W/cm². It is found that recording efficiency increases when the ChG concentration is increased. The best results (maximum diffraction efficiency of 7.9% and minimum specific recording energy of 0.38 J/(cm² %)) are obtained in the case of NO₂ acceptor groups. The crucial role of the covalent bonding of ChG to matrix is found. The holographic recording efficiency dramatically decreases (2.2*10⁻³ % and 4500 J/(cm² %) if ChG are only dispersed in the matrix without covalent bonding. The influence of the oligomer matrix is also important. The tolyle matrix is found to be the best. If ChG together with the first matrix are covalently incorporated in the second matrix (double matrix case) then the photosensitivity increases but the holographic grating lifetime decreases from 20-30 hours to half an hour and less. An optical transistor effect is observed in these samples. Vector grating recording is also much more efficient (0.32% and 30 J/(cm² %)) than in single matrix samples (<<10⁻³%).

MAZU PERIODU HOLOGRĀFISKO REŽĢU IERAKSTS AMORFOS HALKOGENĪDU PUSVADĪTĀ JOS

M.Reinfelde, J.Teteris
LU, Cietvielu Fizikas Institūts

Amorfo pusvadītāju plēvēs As-S-Se un As_2S_3 , izmantojot prizmas ar lielu laušanas koeficientu ($n \approx 1.82$), ierakstīti hologrāfiskie režģi ar maziem režģu periodiem (līdz $0.22\mu\text{m}$). Pētīta gaismas polarizācijas ietekme uz šādu režģu ierakstu un to īpašībām. Aplūkots šādu režģu īpašību atkarība no plēvēs biezuma (diapazonā $\approx 5\mu\text{m} < d < 11.7\mu\text{m}$). Eksperimentāli iegūtie rezultāti parāda amorfo pusvadītāju plēvēs potenciālās iespējas polarizācijas jutīgu difraktīvo elementu veidošanā.

SUBWAVELENGTH-PERIOD GRATING IN AMORPHOUS CHALCOGENIDE SEMICONDUCTORS

M.Reinfelde, J.Teteris
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Using prisms of large refraction indexes ($n \approx 1.82$) it is possible to create in amorphous As-S-Se and As_2S_3 films holographic gratings with subwavelength-periods (up to $0.22\mu\text{m}$). Light polarisation influence on formation as well on properties of such gratings was studied. The dependence of such gratings on film thickness ($\approx 5\mu\text{m} < d < 11.7\mu\text{m}$) was examined. The investigated gratings show the polarising effects that demonstrate the promising application of amorphous films as polarisation-selective diffractive elements.

ASIMETRISKIE RELJEFA REŽĢI As-S-Se PLĀNĀS KĀRTIŅĀS

I.Kuzmina, J.Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Režģiem ar asimetrisko trīsstūra profilu piemīt augsta spektrālā selektivitāte un īpašība savākt visu difragēto gaismu vienā maksimumā, tāpēc tos plaši pielieto spektroskopiskās iekārtās. Ideālā gadījumā difrakcijas efektivitāte tiek ierobežota tikai ar absorbcijas un izkliedes zudumiem. Difrakcijas efektivitāte ir maksimāla noteiktam viļņa garumam, ko nosaka režģa profila slīpuma leņķis.

Darba procesā šādi režģi tika ierakstīti As-S-Se plānās kārtiņās. Kārtiņu lielā laušanas koeficienta dēļ teorētiski režģu maksimālā difrakcijas efektivitāte ir starojuma UV diapazonā. Darbā tika pētīta ieraksta, ķīmiskās apstrādes un nolasīšanas nosacījumu (starojuma polarizācijas un nolasīšanas leņķa) ietekme uz režģu difrakcijas efektivitāti.

ASYMMETRIC RELIEF GRATINGS IN As-S-Se THIN FILMS

I.Kuzmina and J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The gratings with asymmetric triangular profile possess high spectral selectivity and property to concentrate the diffracted light into a specific one order therefore those are widespread used in spectroscopic devices. In ideal case the diffraction efficiency is limited only by light absorption and scattering losses. Diffraction efficiency is maximum for definite wavelength defined by the blazing angle.

The gratings were recorded in amorphous As-S-Se films. The maximum diffraction efficiency of the gratings due to high refractive index of the films theoretically is expected in UV spectral range. The influence of recording, chemical treatment and reconstruction (polarization of light and angle of readout) conditions on the diffraction efficiency was investigated.

TERMOOPTISKIE EKSPERIMENTI PLZT KERAMIKĀ UN NĀTRIJA-BISMUTA TITANĀTA MONOKRISTĀLOS

A.Firsovs, E.Tamanis, G.Liberts
Daugavpils Universitātes Fizikas katedra

Tika veikti termooptiskie (TO) eksperimenti ar lantānu dopētā svina cirkonāta –titanāta (PLZT) keramikā un nātrija-bismuta titanāta (SBT) monokristālos. Šajos materiālos tiek novērota fāzu koeksistence un nanoizmēru segnetoelektriskie klāsteri paraelektriskā matricā. Galvenā uzmanība tika pievērsta termiskās lēcas eksperimentiem. Mēs mērījām TO signāla temperatūras atkarību ar impulsa-zondes metodi (ms ilguma impulss – IR 20W CW YAG:Nd lāzers / zonde – He-Ne 10 mW 633 nm lāzers) plakanparalēlos paraugos krāsnī līdz 800 K temperatūrai. PLZT keramikā tika novērota krasa TO koeficienta samazināšanās pie 630 K, kur izzūd t.s. klāsteru polarizācija PZT references segnetoelektriskajos apgabalos. TO eksperimenti SBT monokristālos ([001]griezums) parādīja anomālijas fāzu (romboedriskā/tetragonālā) koeksistences apgabalos un pie fāzu pāreju temperatūrām. Mūsu TO mērījumi atklāja gaismas izkliedes samazināšanos izotropiskā (nulles dubultlaušana) punkta tuvumā (550 K). Abos materiālos tika novērota izteikta TO signāla histerēze.

THERMO-OPTICAL INVESTIGATIONS ON PLZT CERAMICS AND SODIUM-BISMUTH SINGLE CRYSTALS

A.Firsovs, E.Tamanis, G.Liberts
Department of Physics, Daugavpils University

We report here our experimental investigation on thermooptical (TO) phenomena in lanthanum doped lead-zirconate-titanate (PLZT) ceramics and sodium-bismuth titanate (SBT) single crystals. These materials are related to media containing nanosize ferroelectric clusters in the paraelectric surrounding matrix or exhibit coexisting phases. Our research was focused on the experiments of thermal lensing. We have studied temperature dependence of TO effect with pulse and probe method (pulse – ms duration infrared CW 20 W YAG: Nd laser radiation / probe - 633 nm 10 mW He-Ne laser) in PLZT ceramics up to high temperatures (800 K). At first we have observed drastic decrease of TO coefficient near 630K, where so called cluster polarization state vanishes due to phase transition in reference ferroelectric PZT clusters. TO experiments in sodium-bismuth titanate single crystals ([001] cut) show anomalies of TO behaviour near the phase transitions and in the region of coexisting phases (rhombohedral and thetragonal). Our TO experiments show decrease of light scattering near isotropic point (550 K) with zero birefringence. Strong thermal hysteresis of TO response has been observed in both materials.

VADOŠU STRUKTŪRU TIEŠĀ LĀZERRAKSTĪŠANA (TLR) UZ INDIJA ALVAS OKSĪDA

E. Tamanis^(a), G. Liberts^(a), J. Kleperis^(b).

^(a)*Daugavpils universitāte, Fizikas katedra, Parādes 1, Daugavpils, LV 5400*

^(b)*Cietvielu Fizikas institūts, Ķengaraga 8, Rīga, LV-1063*

Darbā tiek pētīta lāzera izraisīta indija alvas oksīda (ITO) reducēšana. Indija alvas oksīds ir viens no visplašāk lietotajiem materiāliem dažādās optoelektriskās iekārtās, plakanos displejos un sensoros, jo šis materiāls apvieno labu elektrovadāmību ar augstu gaismas caurlaidību redzamajā diapazonā. Mēs iepriekš ziņojām, ka dažādu keramisku materiālu skābekļa saturs var tikt lokāli samazināts ar CW YAG: Nd lāzera starojumu ūdeņraža atmosfērā. Identiska metode var tikt izmantota metālisku līniju iegūšanai uz ITO virsmas. Lāzerapstrādei ITO paraugi tika ievietoti reakcijas kamerā, kurā tika uzturēts nemainīgs ūdeņraža spiediens 1500 mbar. TLR tika ierosināta ar uz parauga virsmu fokusētu CW YAG: Nd lāzera staru (viļņa garums - 1064 nm). Lāzera stars tika pārvietots perpendikulāri parauga virsmai ar programmējamu x-y pozicionieri. Iegūtās vadošās līnijas tika novērtētas ar optisko mikroskopu, līniju pretestība noteikta ar standarta četru zonu metodi.

Tiek demonstrēta ITO metalizācija ar TLR (1. zīm.). Līniju pretestības atkarība no lāzera stara jaudas un stara pārvietošanās ātruma ir redzama 2. zīm. Līniju vadītspēja ir 2-3 kārtas augstāka par neapstrādātas ITO plēves vadītspēju.

DIRECT LASER WRITING (DLW) OF CONDUCTIVE STRUCTURES ON INDIUM TIN OXIDE

E. Tamanis^(a), G. Liberts^(a), J. Kleperis^(b).

^(a)*Daugavpils universitāte, Fizikas katedra, Parādes 1, Daugavpils, LV 5400*

^(b)*Cietvielu Fizikas institūts, Ķengaraga 8, Rīga, LV-1063*

Investigations on the laser-induced reduction of indium tin oxide (ITO), are presented. Indium tin oxide is one of the most widely-used transparent conducting oxides for optoelectronic devices, flat panel displays and sensors, as it combines good electrical conductivity with high transparency in the visible range. We have reported that oxygen content of advanced ceramic materials can be locally reduced by CW YAG: Nd laser irradiation in hydrogen atmosphere. A similar method has been applied to produced metallized stripes on to ITO surface. For laser processing the ITO samples were placed into a reaction chamber, which has been operated with constant pressure of hydrogen 1500 mbar. Laser-induced reduction and alloying was then achieved by focusing the 1064 nm wavelength CW YAG: Nd laser beam onto the sample surface. For DLW the laser beam was translated perpendicularly to the reaction chamber with PC programmable x-y stage. The conducting stripes were characterized by optical microscope, the resistance per length of stripe at room temperature was measured by using a standard four-probe technique.

We have demonstrated laser-induced metallization of ITO (Fig. 1). The dependence of resistance of stripes vs laser beam power and beam scanning velocity are shown in Fig. 2. The decrease of electrical conductivity of laser – written stripes due to reduction in hydrogen ambient was estimated 2 – 3 orders higher with respect to raw ITO film conductivity.

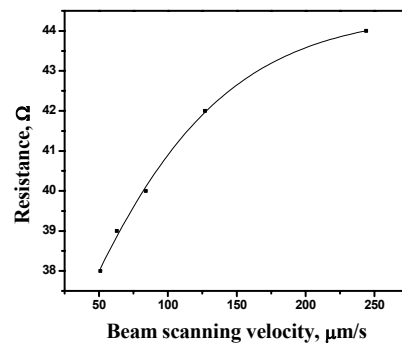
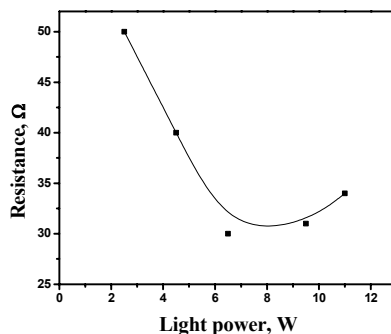
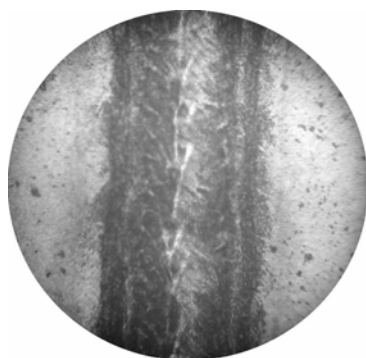


Figure 1. Metallized stripe on ITO. Figure 2. Resistance of metallized stripes vs light power and beam scanning velocity.

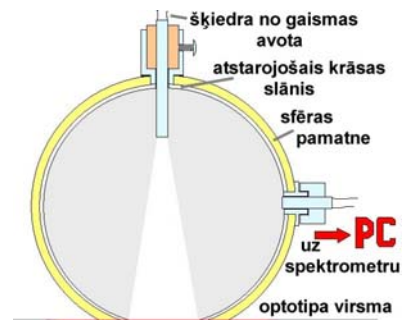
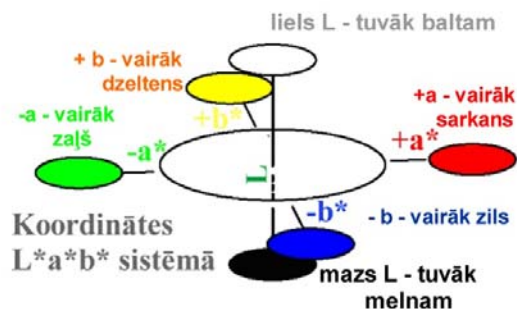
KĀ IZMĒRĪT ATTĀLUMU STARP KRĀSĀM

S. Fomins un M.Ozoliņš

Latvijas Universitātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa

Pētot redzi, kā arī radot dažādu vizuālo informāciju, ir nepieciešams novērtēt ahromātisko un krāsu kontrastu. Tāpat ir nepieciešams salīdzināt un kvantitatīvi novērtēt, par cik atšķiras, teiksim, melnā krāsa no pelēkā vai dzeltenās, vai baltā no zaļās, un tā savukārt no zilās. Šos attālumus starp krāsām var izteikt vairākās krāsu telpās **CIE xyz** (kas balstīta uz trihromātisko krāsu salikšanu, ir standarts un ir visu objektīvo krāsu mērījumu pamatā), vai arī cilvēka krāsu redzes īpatnībām piemērotajā **CIE L*a*b** krāsu telpā, kas balstās uz oponento krāsu teoriju. Ir izveidota iekārta – fotospektrometrs, kas realizē atstarotās gaismas uztveršanu un tās spektra noteikšanu, izmantojot datorā iemontētu “**Ocean Optics**” šķiedru spektrometra moduli. Stimula atstarotā gaisma tiek savākta integrējošajā sfērā, novadīta pa gaismas vadu līdz datoram. Dators realizē datu apstrādi, tā spektra noteikšanu, un, ņemot vērā acs krāsu jutības funkciju, stimula krāsu attēlošana **L*a*b** krāsu telpā.

Darba mērķis: ņemot talkā mūsdienu datora izdrukas tehnoloģijas, izveidot speciālus optotipus (dažāda kontrasta krāsainus Gabora režģus un optotipus ar hromatiskiem un achromātiskiem burtiem) krāsu kontrasta jutības noteikšanai. Noteikt, kā mainās stimulu īpašības atkarībā no printera krāsu pigmentu tipa un pamatnes, uz kuras stimuli tiek uznesti. Noteikt, kā mainās šādu stimulu redzes uztvere pie dažāda tipa apgaismojuma un dažāda stimula spožuma veseliem cilvēkiem un cilvēkiem ar kataraktu, krāsu redzes vai citām redzes pataloģijām. Papildus noteikt, kā mainās cilvēku redzes spējas, tiem nesājot dažādu krāsu saules brilles vai speciālās brilles (aizsargbrilles, speciālās krāsu filtru brilles).



MEASURING DISTANCE BETWEEN COLOURS

S. Fomins and M.Ozolinsh

*Department of Optometry and Vision Science,
University of Latvia*

Different chromatic optotypes are used to assess human colour vision, to diagnose colour vision deficiencies and colour contrast sensitivity. The main basic characteristics of chromatic optotypes are used colour coordinates in 3-D colour spaces; either in standard **CIE xyz** colour space or in **L*a*b** space fitted to the human vision colour receptor relative sensitivities. In the latter the distance between points with stimuli colour coordinates determines the colour contrast. We design optotypes for vision research experiments to assess human colour vision and colour contrast sensitivity. Optotypes are printed using various printer types (ink, laser) on different substrates. To measure colour coordinates new technique is developed using a miniature integration sphere and a PC build-in “**Ocean Optics**” fiber optic spectrometer.

GAISMAS IZKLIEDE UN POLARIZĀCIJA REDZES EKSPERIMENTOS

M.Ozoliņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Gaismas izkliede ir viena no neiztrūkstošām dabas parādībām. Tai ir izteiktas polarizācijas īpašības. Redzamajā gaismas diapazonā tas vistiešāk saistās ar krāsu – gadījumā, ja par gaismas detektoru tiek izmantota cilvēka acs. Referāts skar gaismas izklijes procesu no sekojošiem aspektiem: izkliede no objektiem, kas raksturīgi cilvēku redzes uztveres procesam; šādas izklijes reģistrēšana ar objektīvām metodēm; kā arī izklijes iespaids uz cilvēku redzes funkciju.

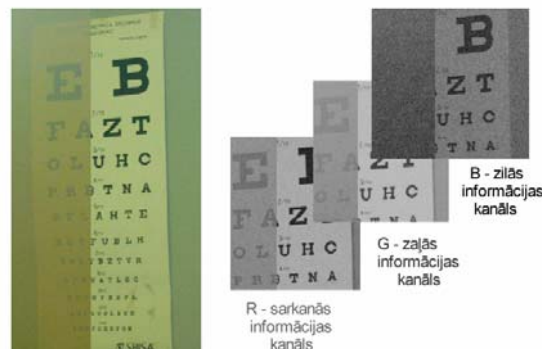
Referātā tiek ziņots par vadāmu gaismas izkliedi lietojot aizsegus no PLZT elektrooptiskās keramikas vai PDLC šķidrajiem kristāliem. Tādējādi iespējams simulēt gaismas izkliedi līdzīgu cilvēku acīs attīstošas kataraktas dēļ, kā arī ārēju apstākļu dēļ (migla, lietus). Šīs izklijes viļņa garuma un polarizācijas selektivitātes dēļ ir iespējams analizēt vizuālo stimulu (atšķirīgu pēc krāsas; pēc stimulu krāsu filtrācijas, lietojot speciālas brilles un aizsargbrilles) cilvēku redzes uztveri, ar mērķi optimizēt vizuālās informācijas izveidi normālos un nelabvēlīgos redzes apstākļos. Gaismas depolarizācija savukārt var tikt izmantota kā acs kataraktas attīstības kritērijs.

LIGHT SCATTERING AND POLARIZATION IN VISION SCIENCE EXPERIMENTS

M.Ozolinsh

*Institute of Solid State Physics, University of
Latvia*

We report on light scattering in objects related to those involved in human visual chromatic stimuli recognition. Ability to simulate controllable and continuous light scattering in ferroelectric materials (electrooptic PLZT ceramics, polymer dispersed liquid crystals PDLC) allows studies of light scattering chromatic and polarization characteristics to evaluate vision facility in unfavourable conditions (presence of eye cataract, vision in rainy and foggy weather). Results are valuable for design of optimum indoor and outdoor colour visual information, as well for estimation of development stage of cataract development.



Redzes asuma testa tabula fotografēta ar CCD kameru ($f = 18 \text{ mm}$)

- testa kreisā pusē ar PDLC aizsegu objektīva priekšā ($U = 0 \text{ V}$);
 - testa labā pusē PDLC aizsega gaismas izkliede minimizēta pieliekot spriegumu $U = 30 \text{ V}$;
- Blakus parādīti atsevišķi attēla sarkanā, zaļā un zilā sastāvdaļas.

MAINĪGU REDZES STIMULU IETEKME UZ SMADZEŅU AKTIVITĀTI

G.Ikaunieks

Latvijas Universitātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa

Laikā mainīgs redzes stimulš rada izmaiņas smadzeņu aktivitātē – veidojas īslaicīgas elektriskā potenciāla izmaiņas noteiktos smadzeņu apgabalos. Metode, ar kuru tiek noteiktas potenciālu izmaiņas, saucas redzes izsauktie potenciāli (*visual evoked potential* – VEP). Potenciālu izmaiņas šinī metodē tiek reģistrētas ar speciāliem elektrodiem, kuri tiek piestiprināti pie galvas noteiktās vietās. Signāla reģistrēšanu traucē neirālo un elektriski inducēto trokšņu summa, kura ir vairākas reizes lielāka par redzes stimula radītām potenciāla izmaiņām. Izmantojot signāla sinhrono detektēšanu, trokšņu līmenis tiek samazināts un pastiprināts signāls, kurš rāda redzes stimula izraisītās potenciālu izmaiņas smadzenēs.

Iegūto potenciālu izmaiņu līkni ietekmē vairāki redzes stimula parametri: stimula lielums, kontrasts, apgaismojums, krāsas, stimula veids, tā mainīšanās biežums u.c. Otrs būtisks faktors, kurš ietekmē potenciālu izmaiņu līkni, ir subjekta redzes sistēmas funkcionālais stāvoklis. Referātā tiek ziņots, kā neirālo atbildi ietekmē redzes stimuli ar atšķirīgu telpisko struktūru, kontrastu, krāsu un kā atbildi izmaina krāsu filtru izmantošana.

VISUAL STIMULUS EVENTS AND BRAIN ACTIVITY

G.Ikaunieks

Department of Optometry and Vision Science, University of Latvia

Visual stimulus events change the activity of the brain. Visual evoked potential (VEP) is a method, which is used to detect these changes. VEP is recorded, by placing electrodes on the scalp. The recorded VEP is very small, thus biological and main noises distort the true form of the recorded potential changes. Using signal averaging and amplification, the noise is reduced and the size of the VEP signal is enlarged.

Many visual stimulus parameters, such as size of the stimulus, contrast, luminance, colour, events frequency and others parameters influence VEP. Pathologies of the visual system influence VEP too. The report presents results, showing how some of the stimulus parameters – spatial structure, contrast, colour – and use of colour filters influence VEP.

SUPRESIJAS ĪPAŠĪBAS ROBEŽGADĪJUMOS STARP BINOKULĀRO KONKURENCI UN FŪZIJU

J.Fridrihsons

*Latvijas Universitātes Fizikas un Matemātikas fakultātes
Optometrijas un Redzes zinātnes nodaļa.*

Ja abu acu uztvertie attēli ir atšķirīgi, tad spēja sajust izmaiņas vai ieraudzīt objektu vienā no monokulārajiem attēliem samazinās. Atkarībā no monokulāro attēlu atšķirību daudzuma novēro divus principiāli atšķirīgus uztveres fenomenus: stereoskopisko fūziju un binokulāro konkurenci. Stereoskopiskās fūzijas gadījumā atšķirības starp monokulārajiem attēliem tiek interpretētas kā objektu izvietojums telpā – dziļumā, un tiek uztverta viena, laikā stabila aina. Binokulārās konkurences gadījumā novēro laikā nestabilu ainu, kad periodiski uztverē nonāk tikai viens no monokulārajiem attēliem. Eksperimentā pētītas supresijas dziļuma izmaiņas dažāda vērsuma monokulārajiem režģiem. Režģu vērsumu atšķirības tika izvēlētas tā, lai būtu iespējams izraisīt gan binokulāro konkurenci, gan stereoskopisko fūziju.

Katra mērījuma sākumā viena monokulārā attēla kontrasts bija zems un pakāpeniski pieauga līdz subjekts ziņoja par uztveres izmaiņām: binokulārās konkurences gadījumā par citas orientācijas līniju pamanīšanu, stereoskopiskās fūzijas gadījumā par līniju virziena izmaiņu un līniju noliekšanos telpā.

Eksperimenta rezultāti uzrāda supresijas dziļuma pieaugumu režģu savstarpējam vērsumam samazinoties, netika novērota supresijas dziļuma pazemināšanās režģiem ar mazu disparitāti, kas bez grūtībām tika sapludināti stereoskopiskā attēlā.

CHARACTERISTICS OF SUPPRESSION IN BORDERLINE CASES BETWEEN BINOCULAR RIVALRY AND FUSION

J.Fridrihsons

*Department of Optometry and Vision science at Faculty of Physics and Mathematics,
University of Latvia.*

It is well known that increase of stimulus detection threshold is observed when two eyes receive dissimilar visual stimulation. Depending upon amount of dissimilarity two principally different perceptual phenomena arise: stereoscopic fusion and binocular rivalry. In stereoscopic fusion dissimilarities of two images are translated in information about arrangement of objects in depth and perception of single temporary stable scene results. In binocular rivalry no single scene is observed, perception is temporary unstable mixture of monocular image elements.

Experiment was carried out to determine depth of suppression in borderline region of disparities where both binocular rivalry and fusion may be seen.

Visual stimuli were gratings of different orientations. By means of liquid crystal shutterglasses different monocular gratings were presented to observer. Contrast of one of gratings was low at beginning of each measurement and gradually increased until alternation of perception or formation of stereoscopic scene was reported.

Increase in detection threshold was observed as mutual direction a difference was decreased. No decrease of detection threshold was observed for stimuli with small disparities, which were easily fused, in stereoscopic percept.

REĀLA UN PLAKANA TELPISKA OBJEKTA PERSPEKTĪVAS UZTVERE

G.Krūmiņa*, R. van Ee**

*Latvijas Universitāte, Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa

**Utrehtas Universitāte, Helmholtz institūts, Cilvēka fizikas nodaļa

Telpiska trīsdimensionāla un zīmēta objekta uztveri veido vairāki nosacījumi: binokulārā disparitāte, acu un objektu kustības, acs akomodācija, lineārā perspektīva, malu proporcionālais lielums u.c.

Mērķis: Pētījuma mērķis ir novērtēt subjekta spēju noteikt reālam un plakanam objektam vienu no telpiskuma uztveres nosacījumiem – objekta slīpuma leņķi jeb perspektīvu.

Metode: Reālie trīsdimensionālie objekti ir izveidoti kā trapezveida objekti pie noteiktiem slīpumiem (0° , $\pm 25^{\circ}$, $\pm 50^{\circ}$ un $\pm 70^{\circ}$) un noteiktām disparitātēm (0, 25, 50 un 70). Objektu leņķiskie izmēri visos gadījumos ir vienādi. Reālie objekti tiek ievietoti speciālā gaismas kastē, kurā ir novērsta ēnu rašanās no objekta, kas varētu palīdzēt noteikt objekta slīpumu. Subjekta uzdevums ir noteikt katra objekta slīpumu. Šie paši objekti tiek izveidoti kā plakani objekti uz datora ekrāna, saglabājot to leņķiskos izmērus un attālumus, kurā tie tiek projicēti gaismas kastē. Subjektam jānosaka plakanā objekta telpiskā perspektīva. Reālam un plakanam objektam slīpuma novērtēšanu subjekts veic gan binokulāri, gan monokulāri. Pētījumā piedalījās 10 subjekti.

Rezultāti: Plakana objekta perspektīvas uztvere binokulārās un monokulārās redzes gadījumā ir līdzīga. Savukārt monokulārās redzes gadījumā subjektu noteiktie perspektīvas leņķi reālam objektam ir tuvāki patiesajam slīpumam salīdzinot ar binokulāri uztvertajiem. Monokulāri skatoties, reāla objekta perspektīvas uztvere ir tuvāka patiesam slīpumam nekā skatoties monokulāri plakanu objektu. Reāla objekta slīpuma uztvere ir atkarīga no disparitātes un perspektīvas veidu kombinācijas.

Secinājums: Trīsdimensionāla un divdimensionāla telpiska objekta slīpuma jeb perspektīvas uztvere ir atkarīga gan no binokulārās, gan monokulārās redzes, gan no savstarpējās disparitātes un perspektīvas veidu kombinācijas.

SLANT PERCEPTION OF REAL AND FLAT OBJECTS

G.Krumina*, R. van Ee**

*University of Latvia, Department of Optometry and Vision science

**Utrecht University, Helmholtz Institute, Department Physics of Man

We have studied the depth perception of three-dimensional and pictorial objects created in human visual system in different conditions: binocular disparity, objects and eye movements, eye accommodation, linear perspective, size proportions a.o.

Purpose: The goal of this investigation was to estimate subject's ability to detect the perspective or slant of real three-dimensional and of flat pictorial objects.

Method: Real three-dimensional objects were created as trapezoidal objects with a different slant (0° , $\pm 25^{\circ}$, $\pm 50^{\circ}$ and $\pm 70^{\circ}$) with different disparities (0, 25, 50 and 70). All these different objects had the equal angular size. Objects were moved in a special light-box, where the formation of shadow (helping to detect the slant of real objects) is prevented. The task of subjects was to determine the slant angle of real objects. Similar objects were created on a computer screen as photographs with the same angular size and at the same distance as in the light-box. Subject should define the perspective angle of the flat object seen on the screen. Subjects determined slant perception binocularly and monocularly. Ten subjects took the part in investigation.

Results: The slant perception of flat objects was approximately the same in monocular vision as in binocular vision. For monocular vision visually determined perspective angles of real objects were closer to the true slant as on the same condition detected binocularly. The monocular slant perception of real objects is closer to the actual slant comparing with the slant of the same object simulated on the flat screen. The real object slant perception depended on disparity and perspective combinations.

Conclusion: The slant perception of three-dimensional and pictorial objects depends on monocular or/and binocular vision, and disparity and perspective combination.

IESPĒJAMĀ TUVREDZĪBAS SAISTĪBA AR PROTEASOMU GĒNU

R.Paeglis¹, N.Sjakste², A.Balgave¹

¹ *Latvijas Universitātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa*

² *Latvijas Universitātes Medicīnas fakultāte*

Miopija jeb tuvredzība ir izplatītākais redzes traucējums. Šobrīd atklāta ir diskusija par vides un iedzimtības faktoru mijiedarbību tuvredzības etioloģijā un patoģenēzē. Normālas redzes attīstību nodrošina ģenētiski determinēta spēja veidot adekvātu bioķīmisko atbildi uz acs tīklenes kairinājumu ar gaismu. Ar tuvredzību saistīti gēni ir identificēti uz 7, 12, 17 un 18 hromosomas [1, 2], taču nav noskaidroti precīzi gēnu defekti, un nav zināms to specifiskums dažādām populācijām.

Šī pētījuma mērķis ir noskaidrot iespējamo miopijas attīstības saistību ar proteasomu proteīna *PSMA 6* gēna polimorfismu. Proteasomas nodrošina defektīvu, svešu vai novecojušu proteīnu proteolīzi, iesaistoties šūnas cikla regulācijā, diferenciācijā, šūnu atmiņā, DNS reparācijā, antigēnu prezentācijā un imūnā atbildē pret infekciju izraisītājiem [3]. Pēc mūsu domām, proteasomu darbība varētu ietekmēt arī redzes aparāta attīstību. Nesen aprakstītā audu saderības lokusa polimorfisma saistība ar miopiju sniedz papildu argumentus mūsu hipotēzei [4].

Plānojamā pētījumā paredzēts ekstrahēt DNS no 30 brīvprātīgo asins paraugiem, kuriem ir diagnosticēta miopija, kontroles grupu veidosim no slimniekiem ar tālredzību. Viena nukleotīda aizvietojumus *PSMA 6* gēna promoterā noteiksim ar alēlspēcīgas PCR paņēmieni.

POSSIBLE LINKAGE OF MYOPIA WITH THE PROTEASOME GENE

R.Paeglis¹, N.Sjakste², A.Balgave¹

¹ *Department of Optometry and Vision Science, University of Latvia*

² *Faculty of Medicine, University of Latvia*

Myopia or nearsightedness is the most widespread visual disorder. The interactions of environmental and genetic factors in becoming a myope are currently the field of major concern. Genetically determined biochemical reactions to visual stimuli on the retina ensure development of normal vision. Genes involved in myopia have been mapped to chromosomes 7, 12, 17 and 18 [1, 2]. However, related genetic defects and their population-specificity have not been described to date.

Elucidating the relation of myopia to the proteasome gene *PSMA 6* is the aim of this research. The role of the proteasome is in proteolysis of defective, foreign or short-lived proteins, thereby influencing the cell cycle, differentiation, long-term memory, DNA repair, antigene presentation and removal of infectious agents [3]. We hypothesize that regulatory functions of the proteasome make it essential to the proper development of the visual apparatus. Additional support to our hypothesis is lent by the discovery of the linkage of the HLA polymorphism and myopia [4].

DNA samples from volunteering myopes are to be processed. The control group is to be composed of volunteering individuals with a diagnosed hyperopia. Single nucleotide substitutions in the promoter of the *PSMA 6* gene will be determined with the aid of the allele-specific PCR method.

[1] Terri L. Young et al. *A Second Locus for Familial High Myopia Maps to Chromosome 12*. Am. J. Hum. Genet., Vol. 63, 1998. – pp. 1419–1424.

[2] Prasuna Paluru et al. *New Locus for Autosomal Dominant High Myopia Maps to the Long Arm of Chromosome 17*. Investigative Ophthalmology and Visual Science, Vol. 44, 2003. pp. 1830-1836.

[3] M. H. Glickman. *Getting in and out of the proteasome*. Cell & Developmental Biology, Vol. 11, 2000. – pp. 149–158.

[4] Li S et al. *Study on the association of pathologic myopia with HLA-DQB1 gene*. Zhonghua Yan Ke Za Zhi, Vol. 37(4), Jul.2001. – pp. 263-266.

FIKSĀCIJAS DISPARITĀTES IZMANTOŠANA VERĢENCES ADAPTĀCIJAS PROCESA NOVĒRTĒŠANĀ

A.Švede, J.Dzenis, W.Jaschinski

*Latvijas Universitātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa
Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund, Individuelle Sehleistungen,
Dortmunde*

Lielākā daļa pētījumu aplūko verģences statiskos procesus, lai arī mūsu ikdienas darbība vairāk saistās ar verģences dinamiskām izmaiņām. Ir nemitīgi jāmaina skata virziens un fiksācijas attālums no tuvākiem priekšmetiem uz tālākiem un otrādi. Šīs verģences sistēmas dinamiskās izmaiņas raksturo verģences adaptācija. Jo labāka verģences adaptācija, jo mazāk tiek izjuts redzes sistēmas diskomforts tuvuma darba laikā.

Līdz šim izmantotajos verģences adaptācijas testos tika izmantotas forijas izmaiņas, kas ļauj noteikt nelielu mērījumu skaitu laika vienībā. Fiksācijas disparitātes pielietošana verģences izmaiņu dinamiskā procesa noteikšanai ļauj iegūt lielāku mērījumu skaitu laika vienībā, kā arī atvieglo pašu mērīšanas procesu.

ASSESSMENT OF VERGENCE ADAPTATION PROCESS USING FIXATION DISPARITY

A.Švede, J.Dzenis, W.Jaschinski

*Department of Optometry and Vision Science, University of Latvia
Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund, Individuelle Sehleistungen,
Dortmund*

Most of researches analyse static processes of the vergence system, although our daily activities are mostly related to dynamic changes of the vergence system. We have to change our sight and gaze from distant to nearer objects and vice versa. The dynamics of vergence system is characterized by vergence adaptation. Subjects with good vergence adaptation rarely have the near work produced visual discomfort.

Previous researches use phoria measurement's changes to describe vergence adaptation processes. This method has a small sampling rate. Fixation disparity measurements can give a larger sampling rate for vergence adaptation dynamic assessment.

KODOLREAKCIJAS UN “EURATOMA” PROGRAMMAS PROJEKTI

KODOLFIZIKAS SPECIĀLISTU SAGATAVOŠANA LU SEŠDESMITAJOS GADOS

U.Ulmanis

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Piecdesmitos gados visā pasaulē un arī Latvijā sākās strauja atomu kodolu fizikas attīstība. Ar jēdzienu kodolfizika darbā saprotam atomkodolu teoriju, elementārās daļiņas, jonizējošā starojuma īpašības un tā izmantošanu un radioaktīvo izotopu izmantošanu kā “iezīmētos” atomus.

Tai laikā Latvijā jau strādāja 2 teorētiķi – kodolfiziķi fizikas un matemātikas zinātņu kandidāti Pjotrs Kuņins un Igošua Taksārs, abi beiguši aspirantūru Maskavā, PSRS Zinātņu Akadēmijas Ļebedeva v.n. Fizikas institūtā (PS ZA FI) pie pasaulē pazīstamā fiziķa-teorētiķa Igora Tamma un nosūtīti uz Latviju. 1949 gada beigās P.Kuņins sāka strādāt par LVU Fizikas un matemātikas fakultātes teorētiskās fizikas (TF) katedras vadītāju. I.Taksārs sākumā strādāja LZA Elektrotehnikas un mašīnbūves institūtā, bet no 1951. g. FI. Vēl 1951.g. LPSR Zinātņu Akadēmijas (LZA) Fizikas institūtā (FI), kur strādāja 42 darbinieki no tiem 28 zinātniskie, bet tikai 5 ar zinātniskiem grādiem, darba plānā nav kodolfizikas (KF) problēmas.

KF attīstībā visai ieinteresēts bija LZA Prezidents Jānis Peive, kurš gribēja attīstīt “iezīmēto” atomu izmantošanu bioloģijā, lauksaimniecībā, rūpniecībā u.c., FI vajadzēja samazināt zinātnisko problēmu skaitu, izvēloties svarīgākās problēmas.

1952.g. sākti pirmie eksperimenti radioaktīvā starojuma mērīšanā, FI bija piešķirtas vairākas iekārtas kā “B-iekārta” u.c., kas bija slepenas un šifrētas. Jau varēja pasūtīt no Maskavas radioaktīvos izotopus, piemēram radioaktīvo fosfora izotopu ^{32}P un kobalta izotopu ^{60}Co un Geigera – Millera skaitītājus.

Pievēršanās KF kļuva neatgriezeniska pēc 28.10.52 PSRS Ministru Padomes (PS MP) lēmuma, kurā bija arī punkts “LPSR ZA FI darbi kodolfizikas teorijā un radioaktīvo izotopu izmantošanā”, uzskaitot FI tēmas un plānu uz 1953.g. / 1 /. Lēmumā faktiski atkārtoti FI priekšlikumi par atomkodolu fizikas attīstību Latvijā.

1952. g. beigās LZA Prezidijs noklausījās FI atskaiti par PS MP lēmuma izpildi, atzīmējot, ka plāns visumā izpildīts, norādīts ka KF darbi jāpaplašina, jālūdz LPSR MP palīdzēt iegādāties Ra - Be neitronu avotu, FI jāiekārto laboratorijas telpas darbam ar RV L.Altonovas ielā 13.

Iespējams, ka šādu telpu nepieciešamība bija cēlonis ēkas piešķiršanai L.Altonovas i.13, Pirmie KF bija Ludvigs Pelēķis un Pēteris Prokofjevs, kurš 1950.g. beidza LVU fiz.-mat. fak. kā fiziķis - optiķis (diplomdarba tēma: Apgaismošanas apstākļu analīze tekstilfabrikā Rīgas Manufaktūra, vad. doc. L.Jansons). 1951.g. rudenī viņš iestājās aspirantūrā un ar 1952.g. viņa vadītājs bija kodolfizikas speciālists Aršavirs Karamjans no Ļeņingradas D.Mendeļejeva v.n. Vissavienības Metroloģijas ZPI kurš vairākus gadus vadīja FI KF pētījumus.

1953 g. KF darbi bija apvienoti Atomfizikas laboratorijā (vadītājs Vladimirs Januškovskis, beidzis 1946.g. Maskavas Enerģētisko institūtu). 1952 .g. viņa intereses saistīja radioaktīvo izotopu izmantošana ražošanas procesu kontrolē un automatizācijā.

1952.g. PS MP lēmumā bija uzskaitītas arī LZA FI uz 1953.g. plānotās KF tēmas:
Izstrādāt efektīvu gamma-starojuma reģistrācijas metodi. Projektēt, uzbūvēt un pārbaudīt gamma-defektoskopu ar kristālisko skaitītāju laboratorijas paraugu. (V.Januškovskis, L.Pelēķis, A.Tumuļkāns, H.Gunne);

Izstrādāt mākslīgo radioaktīvo elementu bagātināšanas metodi;

(A.Karamjans, V.Grīva, L.Bambe, U.Ulmanis)

Noteikt radioaktīvo izotopu maisījuma sastāvu ar diferenciālās jonizācijas kameras metodi (A.Karamjans, V.Breslava);

Kodolu mijiedarbības pētījumi (I.Taksārs, P.Kuņins);

Ar 1954.g 1.1. nodibināja izotopu laboratoriju fiz.-mat. zin. kand., docenta Jāzepa Čudara vadībā, kurš 1953 g rudenī atgriezās FI no LVU. V.Januškovska vadīto Atomfizikas laboratoriju pārdēvēja par radioaktīvo automatizācijas metožu laboratoriju. Tā strauji attīstījās

ar lozungu “ Atomu – mieram”. Tika izstrādāti dažādi priekšmetu skaitītāji, līmeņrāži, dažādu procesu regulātori u.c., organizētas izstādes, piedalīšanās Vispasaules izstādē Briselē.

Ar izotopu laboratoriju saistīta gamma- defektoskopijas ieviešana republikas rūpnīcās (piem. Kuģu remonta rūpnīcā), ko veica galvenokārt L.Pelēķis un radioaktīvo indikātoru metodes izmantošana bioloģijā un tehnikā t.i. “ iezīmēto” atomu izmantošana daudzos ZA un citos institūtos un uzņēmumos.

Šie pamatvirzieni turpināti un paplašināti arī 1956 – 58 gg. Strauji pieauga iestāžu skaits, kur izmantoja ražošanas procesu regulēšanu un automatizāciju ar radioaktīvo izotopu ierīcēm.

1958.g. V.Januškovskis, H.Gunne, I.Taksārs un A.Tumuļkāns saņēma LPSR Valsts prēmiju.

Izotopu laboratorijā attīstījās eksperimentālā KF, izmantojot radioaktīvos izotopus. Uzbūvēti vairāki scintilāciju spektrometri un sakrišanas shēmas. Veikti pirmie eksperimenti kodolu spektroskopijā : izmērīti daudzu radioaktīvo izotopu gamma- spektri, to ierosināto līmeņu dzīves laiki un pussabrukšanas periodi

(L.Pelēķis, V.Breslava, L.Bambe-Graudiņa), beta starojuma absorbcijas likumības

(J.Čudars, I.Taure), gamma – starojuma izkliede dažādos materiālos atkarībā no to biezuma un starojuma enerģijas (U.Ulmanis, N.Dubinska).

Organizēta LZA darbinieku un rūpnīcu inženieru apmācību darbam ar izotopiem un speciālu laboratoriju iekārtošana daudzās iestādēs.

1956.g. P. Prokofjevs pabeidza disertāciju par magnētiskā beta spektrometra “ Apelsīns “ radīšanu un 1957. g. kļuva par pirmo zinātnu kandidātu eksperimentālā KF. (kodolspektroskopijā).

KF attīstībā nākošais etaps saistīts ar atomreaktora (AR) celtniecību. 1958.g. janvārī LZA ierosināja, ka jāceļ AR, “ karstā” laboratorija 6000 m² ap 10 mlj. rbļ. vērtībā un jāceļ dzīvojamo ēku komplekss /2/. 1958.g. 26.aprīlī bija PSRS MP rīkojums par AR celtniecību Latvijā /3/ un Latvijas MP lēmums 4.6.58 jau konkretizēja uzdevumus LZA , ministrijām un arī LVU “ p.6 – P.Stučkas v.n. LVU 1958/59 un 1959/60 mācību gados veikt vecāko kursu studentu apmācīšanu , lai komplektētu reaktora, “ karstās” laboratorijas un radioaktīvo automatizācijas metožu laboratorijas štatus /4/.

Ar 1.7. 58 LZA Prezidijs par FI reaktora lab. vadītāju ieceļ t.z.k. P.Prokofjevu, uzdodot viņam organizēt reaktora celtniecību.

Jau drīz pēc lēmuma par AR celtniecību FI direktora vietnieks Viktors Veldre kopā ar LVU TF katedras vad. doc. P.Kuņinu organizē no 3.,4. un 5. kursa studentiem pirmās kodolfiziķu grupas.

ZPI. KF apmācībā sākumposmā sevišķi aktīvi piedalījās TF katedras darbinieki (P.Kuņins) un FI KF speciālisti (L.Pelēķis, P.Prokofjevs, J.Čudars , U.Ulmanis, I.Taaksārs, A.Tumuļkāns, I.Taure.), lasot lekcijas un organizējot speclaboratoriju un praktiskos darbus, vadot diplomdarbus). Vēlāk arī V.Breslava, O.Vēveris, V.Belogurovs, L.Graudiņa, G.Rezvaja un B.Rolovs.

Līdz 1962. g. praktiskiem darbiem LVU izmantoja FI telpas L.Altonovas i. 13, kur pagrabstāvā bija iekārtota drošības tehnikas prasībām atbilstošas telpas darbam ar radioaktīvām vielām. 1962.g. LVU izdalīja telpas Ļeņina 32, lai iekārtotu laboratoriju darbam ar radioaktīvām vielām (to atklāja 1964.g. 10.februārī). Tur izvietoja mācību telpas studentiem un arī FI neitronu aktivācijas analīžu laboratorijai (vad. L.Pelēķis). Pasniedzēji bija galvenokārt FI darbinieki. Vēlāk NAA lab. pārcēla uz Salaspili kur FI 3.5.67 atklāja jau augstākām prasībām atbilstošu radioķīmijas laboratoriju. Tās un arī iepriekšējo laboratoriju iekārtošanā galvenie nopelni bija FI radioķīmijas speciālistam Oļģertam Vēverim. LVU Fiz.un mat. fak. RĶL 1968.g. palika strādāt FI kodolfiziķe L.Graudiņa.

Kodolfiziķu apmācībā lielu palīdzību sniedza PS vadošie KF centri : Dubnas AKPI, ĻVU, ĻFTI, Radija institūts, I.Kurčatova v.n. AEI, MVU u.c. Piemērām Vera Breslava disertāciju izstrādāja ĻFTI , Līksma Graudiņa – Ļeņingradā Rādijs institūtā pie prof. Konstantīna Petržaka (viens no urāna spontānās dalīšanās atklājējiem). Larisa Kalmikova – Protasova Ļeņingradas universitātē.

Divas studentu grupas 1963 un 1964.g.izlaidumi mācījās 5 ar 1/2 gadus un 9 mēnešus pavadīja Dubnā, Apvienotā Kodolpētījumu Institutā kur MVU filiālē viņiem lekcijas lasīja ak. B.Pontekorvo, V.Meščerjakovs , N.Bogoļubovs u.c./5/. Vairāki (J.Lukstiņš, L.Šijanova) pēc diploma saņemšanas palika tur strādāt.

Pēc P.Kuņina aizbraukšanas uz Maskavu 1964.g.rudenī . kodolfiziķi tika gatavoti pēc individuāliem plāniem. Pieprasījums pēc kodolfiziķiem jau bija stipri samazinājies. Jaunie kodolfiziķi strādāja galvenokārt LZA FI un citos institūtos, kas izmantoja radioaktīvas vielas un Rīgas radioizotopu aparātbūves ZPI.

Jaunie kodolfiziķi ātri iesaistījās studentu apmācībā.(J.Tambergs, I.Ābrams, M.Balodis, J.Bērziņš, D.Kalniņš u.c.) Pie P.Prokofjeva 1970. g. disertāciju kodolfizikā izstrādāja LVU pasniedzēja Gaļina Rezvaja, kura arī piedalījās jauno kodolfiziķu apmācībā..

Līdz 1970. g. sagatavoti apm. 70 kodolfiziķi, pie kam trīs gadus bija KF grupas kuriem diplomā bija ieraksts fiziķis (kodolfiziķis). Vairāki fiziķi – teorētiķi ir ar kodolfizikas novirzienu (piem. I.Bērsons, V.Novikovs u.c.). Pirmo KF izlaidumu nosūtīja darbā uz FI – reaktora lab, J.Bērziņš, M.Balodis, A.Liepiņš, izotopu lab. V.Šteinbergs, reaktora tehniskā grupā D.Kalniņš un J.Alksnis. J.Bērziņš, M.Balodis un J.Alksnis vēl joprojām strādā reaktora telpās. Kā kodolfiziķi savu darbību sākuši plaši pazīstami fiziķi, kuri laika gaitā pievērsušies citām zinātņu nozarēm : piem. profesori Elmārs Blūms, Arturs Balklavs-Grīnhofs, Imants Bērsons, Gunārs Sermons , Eduards Alukers u.c. (tai skaitā Jānis Kristapsons un Jānis Vaivads).

Pēdējos desmit – divdesmit gados LU ar kodolfiziķu apmācību nodarbojās galvenokārt .Juris Tambergs.

Literatūra

1. Ulmanis U. Kodolfizikas attīstība Latvijā I. LU rakstu krājums “Zinātņu vēsture un muzejniecība. 2003,lpp.
2. LZA arhīvs 1.fonds, 1. apr. 700. lieta, 6. lp
3. LV arhīvs 270. fonds, 1-s apr. 1106. lieta, 91. lp.
4. LV arhīvs 270. fonds, 1-s apr. 1194. lieta, 157-158 lp.
5. LU arhīvs , apr. 6, lietas N. 46; 51; 123; 196; 231; 742; 1010; 1519; 1685.
6. LU arhīvs, apr. 6.

1.Pielikums

Pirmie kodolfiziķi – LU Fizikas un matemātikas fakultātes 1959.g. absolventi, viņu diplomdarbu tēmas un vadītāji /5/.

- | | | |
|----------------------|--|-------------------|
| 1. Jānis Alksnis | Gamma – starojuma izkliede svinā. | vad. U.Ulmanis |
| 2. Eduards Alukers | Radioaktīvā starojuma īslaicīga ietekme uz gāzu izlādes skaitītājiem. | vad. A.Tumuļkāns |
| 3. Mārtiņš Balodis | Beta spektrogrāfa magnētiskā lauka intensitātes mērīšana ar atbilstošu korekciju | vad. P.Prokofjevs |
| 4. Jānis Bērziņš | Saliktu spektru pētīšana ar scintilāciju spektrometra palīdzību. | vad. J.Čudars |
| 5. Elmārs Blūms | Scintilāciju spektrometra izmantošana radioaktīvo izotopu gamma-staarojuma pētīšanai. | vad. L.Pelēķis, |
| 6. Dzintars Kalniņš | Neitronu kūļa izmantošana bora kvantitatīvai analīzei gāzu maisījumos | vad. I.Taure |
| 5. Audzis Liepiņš | Magnētiskā gamma- spektrometra uzlaaabošana, pielietojot beta-gamma sakrišanas shēmu.
(diplomu saņēmis 1960.g. maijā) | vad. P.Prokofjevs |
| 6. Gunārs Sermons | Regulējamās termokodolu reakcijas. | vad. B.Rolovs |
| 7. Valdis Šteinbergs | Gāzu izlādes skaitītāju temperatūras raksturlielumi. | vad. A.Tumuļkāns |

2. Pielikums

Kodolfizikas apmācības programma 1964.g. (1964.g. absolventa Māra Beitiņa atzīmju grāmatiņas izraksti / 6/.)

	priekšmets	stundu skaits	pasniedzējs
1961/62 māc. g.	Atomfizika	54 + 36	A. Jurgis
.	Kodolfizika	64	B.Rolovs
	Kvantu mehānika	48 + 75	I.Taksārs
1962 /63 māc. g.	Eksperimentālā kodolfizika	75	L.Pelēķis
	KF speclaboratorija	225	L.Pelēķis
	Radioķīmija	48	O.Vēveris
	Elementārās daļiņas	75	P.Kuņins
	Vielas un starojuma mijiedarbība	50	U.Ulmanis
	Kursa darbs		P.Prokofjevs
1963/64 māc. g.	Kodolspektroskopija	44	V.Breslava
	Kodolteorija	36 + 38	I.Taksārs
	KF speclaboratorija	108	L.Graudiņa
	Radiācijas drošības tehnika	28	B.Varšava (no Rīgas SES)
	Speclaboratorija	70	J.Linde
1964/65 māc. g.	Kodolreakcijas	39	L.Pelēķis
	Cietvielu teorija	52	B.Rolovs
	Ražošanas prakse FI	13.5 – 31.12. 64	L.Pelēķis
	Diplomdarba aizstāvēšana	1.12.64	P.Prokofjevs
“ Iekšējās konversijas elektronu spektru pētīšana deformētos kodolos pie siltuma neitronu saķeršanas”.			

LU Fizikas-matemātikas fakultātes sakatavoto kodolfiziķu saraksts 1960 – 1970

(TF – fiziķi-teorētiķi kodolfizikā)

1960

1961

1962

1. A.Bahmate	K.Baltmugurs	I.Ābrams
2. A.Dinduns	V.Bondarenko	I.Breikšs
3. D.Gubatova	L.Kalmikova	Ā.Čerņonoks-Čerņenko
4. J.Kašļinskis	J.Kudeiko	J.Kristapsons
5. J.Ļitvinskis	B.Kuvaldins	J.Linde
6. A.Risenko	R.Ķemers	Z.Voicehovičs
7. U.Saulīte	M.Ludriks	
8. G.Spuļģis	E.Lūre	
9. L.Tokare	E.Raitmans	
10. P.Tomsons	G.Rezvaja	
11. I.Bērsens TF	N.Stegalkina	
	S.Portnova TF	

1963

1. V.Grīgalis
2. J.Jurka
3. A.Lapenas
4. J.Lukstiņš
5. B.Oļšvangers
6. Ļ.Simonova
7. N.Smironova
8. L.Šianova
9. B.Zapols TF
- 10 J.Valdmanis TF
- 11.

1964

- M.Beitiņš
 S.Bezmens
 R.Kaledarjovs
 A.Ļuļa
 Ņ.Mironova
 L.Rode
 P.Seņkovs
 V.Teļatņikovs
 S.Zatoloka
 V.Novikovs TF
 J.Stetjuha TF

1965

- G.Berdičevska
 A.Eglītis
 D.Riekstiņa
 O.Stolārovs
 J.Tambergs
 B.Vancāns
 V.Zaļinkēviča
 O.Dumbrājs TF

1966

1. U.Fainers TF
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

1967

- A.Bogdanovs TF
 H.Bondars TF

1968

- M.Birze
 J.Pavlovs
 G.Svikulis
 J.Vaivads
 O.Kanaviņš F
 A.Krūmiņa F

NEITRONA ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI AR KVARKU POTENCIĀLA MODELI

A.Aleksejevs¹, S.Barkanova², T.Krasta³, J.Tambergš³

¹ *Astronomijas un fizikas nodaļa, Sv.Marijas Universitāte, Halifaksa, Kanāda*

² *Fizikas nodaļa, Akadijas Universitāte, Volfvilla, Kanāda*

³ *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Radiācijas fizikas laboratorija*

Trīs kvarku (3q) sistēmas Šrēdingera vienādojums tika atrisināts ar hipersfērisko harmoniku metodi, ievērojot barionu sistemātikas SU(6)xO(3) multipletu struktūru [1]. Izmantotās nerelativiskā kvarku modeļa versijas qq-mijiedarbības potenciālu raksturo harmoniskais r^2 -atkarīgais kvarku gūsta loceklis, viena gluona apmaiņas Kulona potenciāla tipa loceklis un kontakta spina-spina mijiedarbības loceklis, kuru ņēma vērā kā perturbāciju. Lietojot aprēķinātās 3q sistēmas viļņu funkcijas, tika iegūtas sekojošas neitrona elektromagnētisko parametru vērtības: neitrona vidējais kvadrātiskais lādiņa rādiuss $\langle r_n^2 \rangle = -0.105 \text{ [fm}^2\text{]}$, neitrona-elektrona izkliedes garums $b_{ne} = -1.21 \cdot 10^{-3} \text{ [fm]}$, neitrona elektriskā polarizējamība $\alpha_n = 1.42 \cdot 10^{-3} \text{ [fm}^3\text{]}$ un neitrona magnētiskā polarizējamība $\beta_n = 0.235 \cdot 10^{-3} \text{ [fm}^3\text{]}$. Iegūtās vērtības tika salīdzinātas ar eksperimentālajiem datiem un citu aprēķinu rezultātiem.

STUDY OF NEUTRON PROPERTIES IN QUARK POTENTIAL MODEL

A.Aleksejevs¹, S.Barkanova², T.Krasta³, J.Tambergš³

¹ *Department of Astronomy and Physics, Saint Mary's University, Halifax, Canada*

² *Department of Physics, Acadia University, Wolfville, Kanāda*

³ *Radiation Physics Laboratory, Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Schrödinger equation for the system of three quarks (3q) was solved using method of hyperspherical harmonics, taking into account the SU(6)xO(3) multiplet structure of baryon systematics [1]. The qq-interaction potential of employed non-relativistic quark model version is characterized by the harmonic r^2 -dependent confinement term, the Coulomb potential like one-gluon exchange term and the contact spin-spin interaction term, treated as perturbation. The calculated 3q system wave functions were used for the evaluation of neutron electromagnetic characteristics, which were obtained as follows: neutron mean squared charge radius $\langle r_n^2 \rangle = -0.105 \text{ [fm}^2\text{]}$, neutron-electron scattering length $b_{ne} = -1.21 \cdot 10^{-3} \text{ [fm]}$, neutron electric polarizability $\alpha_n = 1.42 \cdot 10^{-3} \text{ [fm}^3\text{]}$ and neutron magnetic polarizability $\beta_n = 0.235 \cdot 10^{-3} \text{ [fm}^3\text{]}$. The evaluated values have been compared with experimental data as well as with the results of other calculations.

[1] A.Aleksejevs et al. In: Proceedings of Int. Europhys. Conf. on High Energy Physics (Jerusalem, 1997). Eds. D.Lellouch, G.Mikenberg, E.Rabinovici (Springer, Berlin, Heidelberg, 1999), p.381-383.

KVARKU-GLUONA VIRSOTNES FUNKCIJA KHD DAISONA-ŠVINGERA VIENĀDOJUMOS

A. Dzalbs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Radiācijas fizikas laboratorija

Daisona-Švingera vienādojums kvarka propagatoram ietver sevī 1) gluonu propagatoru; 2) neapģērbto un apģērbto kvarku-gluona virsotnes funkciju. Minētās funkcijas kvarka propagatora vienādojuma sastādīšanai nosakāmas modeliski pamatojoties uz 1) vienādojuma atrisinājuma multiplikatīvo renormējamību, 2) atrisinājuma sakritību ar perturbāciju teorijas rezultātu augsto enerģiju (ultravioletajā) apgabalā. Tādēļ esam izvēlējušies vairākas modeļizteiksmes pilnāji virsotnes funkcijai un lietojuši tās kvarku Daisona-Švingera vienādojuma sastādīšanai. Vienādojuma pusanalītiskie un skaitliskie atrisinājumi dod iespēju noteikt hadronu fenomenoloģijā lietotās apģērbtās kvarku masas un kvarku kirālās simetrijas dinamisko pārkāpšanu, bet iegūtā virsotnes funkcija ir lietojama KHD skrejošās saites konstantes (α_s) un mēroga parametra (Λ_{KHD}) noteikšanai, kā arī neperturbatīvu renormēšanas shēmu izstrādāšanai. Aplūkojam arī iespējas teorētiskos rezultātus salīdzināt ar datiem, kas iegūstami eksperimentā.

Kvarka propagators ir nepieciešams arī Bētes-Salpētera vienādojuma sastādīšanai, lai noteiktu divu un vairāku kvarku saistīto stāvokļu spektru un formfaktorus, šie lielumi ir nepastarpināti salīdzināmi ar eksperimentu.

QUARK-GLUON VERTEX FUNCTION OF DYSON-SCHWINGER EQUATIONS IN QCD

A. Dzalbs

Radiation Physics Laboratory, Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Dyson-Schwinger (gap) equation (DSE) for dressed quark propagator consists of 1) dressed gluon propagator; 2) bare and dressed quark-gluon vertex functions. They should be determined from the following requirements: 1) multiplicative renormalizability of solution should be preserved; 2) the UV behaviour of solution should be in agreement with the results of perturbative QCD. Therefore we have made several *ansatze* for dressed vertex and used them for the construction of quark Dyson-Schwinger equation. The semianalytic and numerical solutions of DSE give us the possibility to evaluate the constituent quark masses used in hadron phenomenology and the dynamical chiral symmetry breaking (D χ SB). Out of this the obtained vertex function are used for determination of QCD running coupling (α_s) and scale parameter (Λ_{QCD}) as well as for derivation of non-perturbative renormalisation schemes. The possibilities to make the comparison of the theoretical results with the experimental data are reviewed.

The quark propagator is necessary for drawing up the Bethe-Salpeter equation which is used for determination of spectra and formfactors of two and more quark bound states. These quantities can be compared directly with experimental data.

KODOLU DEFORMĀCIJAS MAIŅA MASU SKAITĻU 150 UN 190 APKĀRTNĒ

M. Balodis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Apspriežam efektus dažādu kodolu līmeņu shēmās divos visai plašos nuklīdu tabulas apgabalos, veicot salīdzinājumus, kuri rāda kodolu deformācijas maiņu. Liekam priekšā nesenus jaunus rezultātus, ko mūsu kolēģi ir ieguvuši ^{152}Sm kodola struktūrai un attiecīgajiem kaimiņkodoliem. Izklāstām arī mūsu ^{194}Ir pētījuma rezultātus, kuros ir iegūts būtisks progress 2003. gadā. Šī kodola labāku izpratni ceram iegūt, veicot teorētiski modeliskus pētījumus.

A CHANGE OF NUCLEAR DEFORMATION IN THE MASS NUMBER REGIONS NEAR 150 AND 190

M. Balodis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The effects due to a change of nuclear deformation in two rather broad regions of nuclear chart are reviewed basing on the comparison of nuclear level schemes for a number of nuclei. We present recent new results of our colleagues on the nuclear structure of ^{152}Sm and its neighbourhood. Also we outline the results of our ^{194}Ir study which has an essential progress during 2003. Better understanding of this nucleus can be achieved using model theoretical studies.

K-IZOMĒRU PĒTĪJUMI VOLFRAMA IZOTOPOS

I. Tomandl¹, J.Honzatko¹, V.Bondarenko², J.Bērziņš²

1. Nuclear Physics Institute, 250 68 Rež, CZ

2. LU Cietvielu fizikas institūts, LV-1063 Rīga, LV

Zināšanām par absolūtām pāreju varbūtībām ir liela nozīme ne tikai pētot kodolu struktūru, bet arī daudzos pielietojumos. Noteikumi pie kuriem veidojas daži kodolu izomērie stāvokļi ir atkarīgi no daudziem faktoriem. Piemēram, vairāku ilgi dzīvojošu stāvokļu eksistenci Hf-W apgabalā nosaka K izvēles likumi. Šī situācija ir rezultāts tam, ka kodolu spinu K projekcija uz simetrijas asi deformētos kodolos ir labs kvantu skaitlis, taču kodolu pāreju rezultātā K likums kļūst aizliegts. Atbilstošo aizkavēto sakrišanu analīze ļauj iegūt interesanto izomēro stāvokļu izlādi. Starp daudziem nesen iegūtajiem ¹⁸⁵W līmeņiem 13 ir jauni. Daži no tiem ir dubleti ar enerģiju diferenci 1 keV. Pētījumi parāda, ka, analizējot aizkavētās sakrišanas, iespēms iegūt svarīgu informāciju par līmeņu shēmām.

K- ISOMER STUDIES IN TUNGSTEN ISOTOPES

I. Tomandl¹, J.Honzatko¹, V.Bondarenko², J.Berzins²

1. Nuclear Physics Institute, 250 68 Rež, CZ

2. Institute of Solid State Physics University of Latvia, LV-1063 Rīga, LV

Knowledge of the absolute transition rates is of great importance not only for probing the nuclear structures but also for many applications. Conditions under which the certain nuclear state becomes isomeric depends on the many factors. For example, an existence of the many long-lived half lives in Hf-W region is caused by the so known K-selection rules. This situation arises in consequence that the K-projection of the nucleonic spins on the symmetry axis in deformed nuclei is a good quantum number so the nuclear transition violating the K-rule behaves as forbidden. An analysis of the corresponding time-delayed coincidences allows to select only those events that precede the isomer depopulation of interest. Among the many levels in ¹⁸⁵W established recently in the follow-up (d,p) and (d,t) studies 13 levels are completely new. Few known levels are found to be a close doublets with the energy difference only about 1 keV. These studies have clearly shown that with an analysis of delayed-coincidence events new important information regarding the level scheme can be achieved.

GAMMA SPEKTROMETRISKO METOŽU PIELIETOJUMS APKĀRTĒJĀS VIDES RADIĀCIJAS MONITORINGĀ AUGSNĒ UN GRUNTSŪDEŅOS

J.Bērziņš, D.Riekstiņa, O.Vēveris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darba mērķis ir – pielietot gamma spektrometrisko analīzi radionuklīdu koncentrācijas noteikšanai augsnēs un gruntsūdeņos, lai iegūtu pārskatu par radioaktivitātes fona līmeni radionuklīdu koncentrācijām viena pagasta robežās. Novērojuma tīkla blīvums bija izvēlēts 500×500 m, kopējais kontroles punktu skaits augsnēm –113, gruntsūdeņiem –34 paraugi.

Mērīšanai izmantota augstas izšķiršanas spējas gamma-spektrometrija. Mērījumi veikti gamma enerģiju diapazonā 50 – 2000 keV. Minimālā detektējamā aktivitāte ir no 0.3 līdz 1 Bq/kg.

Rezultātā augsnēs konstatēta tikai ^{137}Cs un dabīgo radionuklīdu ^{232}Th , ^{238}U un ^{40}K klātbūtne. ^{137}Cs koncentrācija svārstās robežās no 0.3 līdz 227 Bq/kg. Ūdens paraugos ^{137}Cs koncentrācija nepārsniedz minimālo detektējamo aktivitāti. Tika novērots, ka pat blakus esošos kontroles punktos savāktajos paraugos var būt stipri atšķirīgas ^{137}Cs koncentrācijas, ko var skaidrot ar koku klātbūtni, to tipu(skuju, lapu) un atšķirību augsnēs. Kā zināms, māla augsnes ir labi sorbenti un ^{137}Cs migrācija tajās notiek daudz lēnāk. ^{238}U , ^{232}Th un ^{40}K satura atšķirības ir skaidrojamas ar augsnes tipu un iespējamo minerālmēslu lietošanu (zālājos, bijušās aramzemēs). Mērījumos noteiktā radionuklīdu koncentrācija visos paraugos ir republikas vidējo līmeņu robežās.

ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING OF SOIL AND GROUND WATER USING GAMMA SPEKTROMETRICAL METHODS

J.Bērziņš, D.Riekstiņa, O.Vēveris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The aim of this work is to analyze the radionuclide concentration in soils and ground water using gamma spectroscopic methods in order to obtain an information about the background level of radioactivity in environment. A number of 113 soil and 34 groundwater samples were taken from 3x3 km² area in Salaspils using the grid of 500x500 m. The measurements were performed with high-resolution gamma spectrometry in energy range of 50 – 2000 keV. The uncertainty of measurements was 3 – 10% depending on activity measured, and minimal detectable activity 0.3 – 1.0 Bq/kg.

In the soil samples only presence of ^{137}Cs and natural radionuclides ^{232}Th , ^{238}U un ^{40}K were obtained. The concentration of ^{137}Cs in soil samples was 0.3 – 227 Bq/kg, whereas in water it is below the minimal detectable activity. Variations of radionuclide concentration in various samples are depending of soil type (forest, grassland, plough land etc.). The concentration of radionuclides in all samples measured corresponds to the range of average level values in republic.

SEGNETOELEKTRISKU UN ANTISEGNETOELEKTRISKU PLĀNU KĀRTIŅU FIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS PĒC ELEKTRONU APSTAROŠANAS

A.Šternbergs, I.Aulika, V.Zauls, K.Kundziņš, M.Kundziņš, R.Bittner¹, H.W.Weber¹,
E.Hodgson²

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts, Rīga, Latvija

¹ *Austrijas Universitāšu Atom инститūt, Vīnē, Austrija*

² *CIEMAT, Madride, Spānija*

Elektronu starojuma izraisītas dielektrisko īpašību izmaiņas tika novērotas augsti orientētām PbZrO₃ (PZ) un PbZr_{0.53}Ti_{0.47}O₃ (PZT) plānajām kārtiņām, kuras PZ/SrRuO₃/Pt/Ti/SiO₂/Si un PZT/Pt/Ti/SiO₂/Si heterostruktūru veidā tika iegūtas ar sol-gela un lāzerablācijas metodēm (PLD). Paraugi tika apstaroti ar elektronu plūsmu ~10⁸ Gy (1.8 MeV) CIEMAT Madridē, Spānijā.

Segnetoelektriskajām PZT un antisegetoelektriskajām PZ plānām kārtiņām tika uzņemtas dielektriskās caurlaidības ε un dielektrisko zudumu $tg\delta$ temperatūras (20°C - 400°C, 2°/min) un frekvenču (160 Hz – 1 MHz) atkarības, izmantojot HP4284 LRC mēriekārtu, kā arī uzņemtas elektriskā lauka intensitātes atkarības no polarizācijas (histerēzes cilpas) ar modificētu Soijera-Tauera shēmu pie 15Hz. Dielektriskie un polarizācijas mērījumi tika veikti pirms un pēc apstarošanas.

Pēc apstarošanas tika novērota dielektriskās caurlaidības vērtības ε_{max} samazināšanās, ε_{max} temperatūras palielināšanās un polarizācijas asimetrija PZ plānajām kārtiņām. PZT kārtiņām pēc apstarošanas tika novērota ε un paliekošās polarizācijas samazināšanās. Izmantojot izohronisku termisku atkārsēšanu, tika novērota daļēja radiācijas inducēto defektu izraisīto dielektrisko īpašību izmaiņu relaksācija. Novērotie efekti ir saistāmi ar iekšējā lauka palielināšanos kārtiņās pēc apstarošanas.

PHYSICAL PROPERTIES OF FERROELECTRIC AND ANTIFERROELECTRIC THIN FILMS AFTER ELECTRON IRRADIATION

A.Sternbergs, I.Aulika, V.Zauls, K.Kundzins, M.Kundzins, R.Bittner¹, H.W.Weber¹,
E.Hodgson²

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

¹ *Atomic Institute of the Austrian Universities, Vienna, Austria*

² *CIEMAT, Madrid, Spain*

Electron irradiation damage have been observed for preferentially oriented PbZrO₃ (PZ) and PbZr_{0.53}Ti_{0.47}O₃ (PZT) sol-gel and pulsed laser deposited (PLD) thin films with a thickness from 250 nm to 1000 nm, which were, deposited on SrRuO₃/Pt/Ti/SiO₂/Si and Pt/Ti/SiO₂/Si substrates. PZ and PZT thin films have been exposed to electron fluency up to ~10⁸ Gy (1.8 MeV) in CIEMAT Madrid, Spain.

Dielectric properties have been evaluated by measurements of capacitance and loss factor performed on a probe station and HP4284 LRC meter. As a rule, "zero field" measurements in the frequency range of 160 Hz – 1 MHz have been made in the temperature range of 20°C - 400°C. Ferroelectric properties of the films were evaluated by polarisation-electric field hysteresis loops measured on a modified Sawyer-Tower circuit at frequency 15 Hz testing system. Measurements were made before and after irradiation. Post irradiation isochronic annealing to elevated temperatures was performed to study the recovery of properties. Dielectric permittivity was measured during the annealing process up to the temperature 300°C (heating rate 2 ÷ 3 °C/min). Maximum of the dielectric permittivity ε decreases it's temperature increase and hysteresis loop becomes asymmetric for PZ thin films after electron irradiation. Decrease of ε and remanent polarisation have been observed for PZT films after electron irradiation. Partial recovering of dielectric properties is observed at post-irradiation isochronal annealing to elevated temperatures. Internal bias field of the films relates the observed effects of irradiation.

INTENSĪVA NEITRONU STAROJUMA IEDARBĪBA UZ SOL – GEL PbZrO_3 UN $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ PLĀNAJĀM KĀRTIŅĀM

A.Šternbergs, I.Aulika, V.Zauls, K.Kundziņš, M.Kundziņš, R.Bittner¹, H.W.Weber¹

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts, Rīga, Latvija

¹ *Austrijas Universitāšu Atom institūts, Vīnē, Austrija*

Intensīva neitrona starojuma rezultātā tika novērotas dielektrisko īpašību izmaiņas no 200 nm līdz 1300 nm plānām PbZrO_3 (PZ), $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ (PZT, $x = 0.47$) plānajām kārtiņām, kuras augsti orientētas PZ(PZT)/(SrRuO_3)/Pt/ TiO_2 /Si heterostruktūras veidā tika iegūtas ar sol – gel metodi. Paraugi tik apstaroti TRIGA MARK II reaktorā Austrijas Universitāšu Atom institūtā Vīnē ar neitronu plūsmu $(0.5 \div 3) \cdot 10^{22} \text{ m}^{-2}$, kuru enerģija $> 0.1 \text{ MeV}$, kopā ar γ starojuma dozu $7.1 \cdot 10^9 \text{ rad}$ ar enerģiju $> 1 \text{ MeV}$ pie $< 60^\circ\text{C}$ temperatūras. Pēc apstarošanas tika novērota dielektriskās caurlaidības ϵ samazināšanās, spontānās un paliekošās polarizācijas palielināšanās PZ un samazināšanās PZT plānajām kārtiņām. Izmantojot izohronisku termisku atkārsēšanu, tika novērota daļēja radiācijas inducēto defektu izraisīto dielektrisko īpašību izmaiņu relaksācija. Novērotie efekti PZT plānajās kārtiņās var tikt saistītas ar kustīgo lādiņu saķeršanu uz defektiem (graudu robežas, starpslāņi), kā arī skābekļa vakanču izveidošanos pēc apstarošanas plāno kārtiņu heterostruktūrās. Satverto lādiņu izsauktā depolarizācijas lauku ekranēšana izraisa dielektriskās caurlaidības un polarizācijas samazināšanos segnetoelektriskām plānām kārtiņām un polarizācijas palielināšanos antisegetoelektriskām plānām kārtiņām pēc apstarošanas.

INTENSIVE NEUTRON IRRADIATION EFFECTS ON SOL – GEL PbZrO_3 AND $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ THIN FILMS

A.Sternbergs, I.Aulika, V.Zauls, K.Kundzins, M.Kundzins, R.Bittner¹, H.W.Weber¹

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

¹ *Atomic Institute of the Austrian Universities, Vienna, Austria*

In consequence of intensive neutron irradiation the changes in the dielectric properties have been observed for preferentially (100) oriented spin coated PbZrO_3 (PZ), $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ (PZT, $x = 0.47$) sol-gel films with thickness from 200 nm until 1300 nm on Pt/ TiO_2 /Si substrate. The PZ and PZT heterostructures have been exposed to high fluency neutron irradiation $(0.5 \div 3) \cdot 10^{22} \text{ m}^{-2}$, average energy $> 0.1 \text{ MeV}$; accompanied by gamma rays dose $7.1 \cdot 10^9 \text{ rad}$, energy $\sim 1 \text{ MeV}$; $T_{\text{irrad.}} < 60^\circ\text{C}$ in TRIGA MARK II reactor, Atomic Institute of the Austrian Universities in Vienna. Decrease of dielectric permittivity ϵ , increase for PZ and decrease for PZT of spontaneous and saturation polarization has been established after irradiation. Partial recovering of dielectric properties is observed at post-irradiation isochronal annealing to elevated temperatures. The observed effects of irradiation may be related to capture of mobile charge carriers on defects (grain boundaries, interfaces) in the thin film heterostructures. Screening of depolarizing fields by charges captured in thin films may cause a decrease of dielectric permeability and polarization for ferroelectrics and increase and polarization for antiferroelectrics at irradiation.

KODOLSINTĒZES PLAZMAS TEORIJAS TURPMĀKIE IESPĒJAMIE PĒTĪJUMU VIRZIENI LATVIJĀ

O.Dumbrājs

*Somijas Zinātņu Akadēmija, Vihonvuorenkatu 6, 00500 Helsinki,
PL 99, 00501 Helsinki, Somija*

Pirmās kodolsintēzes plazmas teorijai būtiskās studijas Latvijā ir saistītas ar plazmas malā (virskārtā) lokalizētām modām (ELMiem). Šis darbs tiek veikts Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtā un pašlaik tuvojas veiksmīgam nobeigumam. Nākošā ierosinātā tēma ir “Magnētiskā lauka līniju stohastiskošanās un tās ietekme uz plazmu”. Šī tēma saistīta ar ergodisko magnētiskā lauka teoriju.

Tiek domāts, ka magnētiskā lauka līniju stohastiskošanās ir galvenais process ātros enerģijas zušanas notikumos, kuri magnetohidrodinamisko modu (MHD) dēļ notiek magnētiski satvertā plazmā. Klasiskie piemēri ir zāgveida zobu sabrukums un pārraušanās. Šeit tiek domāts, ka stohastiskošanās ietekmē bieži novēroto palielināto atkal-savienošanos ātrumu. Nesen ar šo procesu ieteica skaidrot neoklasiskās sarautās modas (NTM) fenomenu, kurš ir atkārtojošs neoklasiskā magnētiskā apgabala straujš samazinājums, tam mijiedarbojoties ar citām MHD modām. Nepārprotami šī fenomena raksturīgais laiks ir par īsu, lai to varētu izskaidrot ar vispārpieņemto atkal-savienošanos. Teorētiskie stohastiskošanās sākuma stadijas pētījumi tiks ilustrēti plazmas parametru vērtībām, kuras ir tipiskas ASDEX Upgrade tokamakam, kas darbojas Plazmas fizikas Maksa-Planka-institūtā Garhingā, Vācijā.

POSSIBLE FURTHER SUBJECTS OF STUDY IN THE FIELD OF FUSION PLASMA THEORY IN LATVIA

O.Dumbrājs

*Academy of Finland, Vihonvuorenkatu 6, 00500 Helsinki,
PL 99, 00501 Helsinki, Finland*

First fusion plasma theory relevant studies in Latvia were related to edge localized modes (ELMs). This work has been carried out at the Institute of Solid Physics and is nearing successful completion. The next suggested topic “Stochastisation of magnetic field lines and its impact on fusion plasma” is related to the theory of ergodic magnetic fields.

The stochastisation of magnetic field lines is thought to play a major role in fast energy loss events from magnetically confined fusion plasma due to magnetohydrodynamic (MHD) modes. Classical examples are sawtooth crashes and disruptions. Here it is thought that stochastisation plays a role in the enhanced reconnection rate, which is often observed. More recently, this process has also been proposed as an explanation for the neoclassical tearing modes (NTM) phenomenon, which is repetitive rapid decrease of a neoclassical magnetic island due to its interaction with other MHD modes. The timescale for this phenomenon is clearly too fast to be explained by a conventional reconnection. The theoretical study of the onset of stochastisation will be illustrated for plasma parameters typical for the ASDEX Upgrade tokamak operated at the Max-Planck-Institute for Plasma Physics in Garching, Germany.

ŠĶIDRA METĀLA LIMITERA IZVEIDE TOKAMAKAM ISTTOK (PORTUGĀLE)

O.Lielausis, E.Platacis, A.Kļukins, A.Miķelsons

Latvijas Universitātes Fizikas institūts

Plazmas konfigurāciju kontrolējošās ietaises -limiteri- uzskatāmi par termāli un korpuskulāri visvairāk slogotajām Tokamaka sastāvdaļām. To efektivitāte būtiski pieaugtu, ja parastas mehāniskas konstrukcijas vietā izdotos izveidot kustīgu šķidra metāla “aizkaru”. Pamatprasība –apiet mainīgā magnētiskā lauka destabilizējošo iedarbi. Pirmajos variantos (eksperimenti Tokamakā T3-M) bija paredzēts, ka “aizkaru” veidos šķidra metāla pilieni, bet tas izrādījās tehniski smags uzdevums. Dotajā darbā plazmai jākontaktē ar šķidra gallija strūklu, kura zemāk (bet pēc iespējas tuvāk kontakta punktam), Releja nestabilitātes rezultātā sadalās pilienos. Aprakstīti visi sagatavošanās etapi, ieskaitot eksperimentus ar 1:1 hidraulisku modeli. Tādā veidā tika rasta atbilde uz vienu no pamatjautājumiem – tika nodemonstrēta šķidra metāla strūklas sabrukšanas stabilitāte. Raksturota arī iekārtas uzstādīšanas gaita Portugāles Augstākās Tehniskās Skolas Tokamakā ISTTOK.

DEVELOPMENT OF A LIQUID METAL LIMITER FOR TOKAMAK ISTTOK (PORTUGAL)

O.Lielausis, E.Platacis, A.Kļukins, A.Miķelsons

Institute of Physics of University of Latvia

The plasmas shape controlling arrangements–limiters–should be considered as the most heat/particles loaded components of a Tokamak. Their efficiency would be essentially increased if the mechanical constructions could be replaced by moving liquid metal “screens”. The main problem–to get around the destructive influence of the changing magnetic fields. In the first version (experiments on Tokamak T3-M) the screen was formed by liquid metal droplets, but their generation turned out to be a technically difficult task. In the case under consideration plasma should contact a gallium jet, which after the contacting point is broken down in droplets because of the Rayleigh instability. All the stages of the preparatory work have been described including experiments on a 1:1 hydraulic model. The essential question about the stability of the liquid metal jet break-down was answered. The situation with the installation of the stand on the Tokamak ISTTOK in the Instituto Superior Tecnico (Portugal) has been characterized.

DETERMINISTISKĀS UN TROKŠŅA KOMPONENTES ATDALĪŠANA ELM LAIKA RINDĀS

G. Zvejnieks un V. Kuzovkovs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Viena no svarīgākajām problēmām datu analīzē ir atdalīt eksperimentālajos signālos deterministisko informāciju saturošo daļu no trokšņa komponentes. Piemēram, plazmas fizikā rodas šāda problēma, analizējot plazmas malā (virskārtā) lokalizētās modas (ELMus). Vai novērotie ELM signāli rodas sarežģītu deterministiskā haosa vai tikai gadījuma procesa dēļ? Mēs esam izstrādājuši metodoloģiju, kas balstās uz finanšu inženierzinātnes principiem. Tā ļauj mums atšķirt deterministisko un trokšņa komponentes. Mēs papildinājām lineāro auto regresīvo (AR) metodi, iekļaujot nelinearitāti (NAR). Pirmajā tuvinājumā nelinearitāti mēs izvēlējāmies polinoma formā, taču NAR metode var tikt pielietota, izmantojot jebkura cita veida nelineārās funkcijas. Labākais eksperimentāli novērojamo ELMu polinomu modelis tiek iegūts, izmantojot Baijes Informācijas kritēriju (BIC).

Ar šo metodi mēs esam izanalizējuši I tipa ELMu uzvedību daļai ASDEX Upgrade eksperimentu. Iegūtie rezultāti liecina, ka ar lineārais AR modelis ir pietiekams ELM uzvedības aprakstam. Tas nozīmē, ka I veida ELMu periodiem ir relaksējošs vai gadījuma raksturs.

DISTINGUISHING DETERMINISTIC AND NOISE COMPONENTS IN ELM TIME SERIES

G. Zvejnieks and V.N. Kuzovkov

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

One of the main problems in the preliminary data analysis is distinguishing the deterministic and noise components in the experimental signals. For example, in plasma physics the question arises analyzing edge localized modes (ELMs): is observed ELM behavior governed by a complicate deterministic chaos or just by random processes. We have developed methodology based on financial engineering principles, which allows us to distinguish deterministic and noise components. We extended the linear auto regression method (AR) by including the non-linearity (NAR method). As a starting point we have chosen the non-linearity in the polynomial form, however, the NAR method can be extended to any other type of non-linear functions. The best polynomial model describing the experimental ELM time series was selected using Bayesian Information Criterion (BIC).

With this method we have analyzed type I ELM behavior in a subset of ASDEX Upgrade shots. Obtained results indicate that a linear AR model can describe the ELM behavior. In turn, it means that type I ELM behavior is of a relaxation or random type.

IEKĀRTA Ga PIEMAIŠĪJUMU SPEKTROSKOPISKAI DIAGNOSTIKAI TOKOMAKA ISTTOK KODOLU SINTĒZES PLAZMĀ

A.Šarakovskis, I.Gromuls, R.Gomes*

LU Cietvielu fizikas institūts

**IST Lisbon, Portugal*

Sadarbības projekta ietvaros starp Latvijas Universitātes un Portugales Augstākās Tehniskās Augstskolas, EURATOM Asociācijām izveidota un aprobēta iekārta piemaisījumu spektroskopijai kodolu sintēzes plazmā. Iekārta nodrošina piemaisījumu emisijas spektrālā sastāva reģistrēšanu septiņos virzienos, kuri atrodas tora simetrijas plaknē un šķērso plazmas kūli dažādos attālumos no tora centra. Iekārta darbojas sinhroni ar plazmas inicializāciju. Mērījumu rezultāts ir emisijas vidējā vērtība 40 ms laikā, kas salīdzināma ar plazmas degšanas laiku. Iekārta sastāv no objektīva, kas fokusē plazmas attēlu izvēlētajā radiālā šķērsgriezumā uz gaismas šķiedru kūli. Objektīva apertūra ir saskaņota ar spektrogrāfa apertūru. Gaismas šķiedra nodrošina reģistrējošās spektrālās aparātūras telpisku atdalīšanu no ISTTOK konstruktīviem elementiem. Emisijas reģistrēšanu veic CCD kamera 128X1024. Katras emisijas pozīcijas reģistrēšanai izmantota kolonna, kas sastāv no septiņām pikselēm. Iekārtas vadīšanu, datu savākšanu un analīzi nodrošina programma, kas izveidota LABWIEV vidē.

THE EQUIPMENT FOR SPECTROSCOPIC DIAGNOSTICS OF Ga IMPURITIES IN THE ISTTOK FUSION PLASMAS

A.Šarakovskis, I.Gromuls, R.Gomes*

LU Cietvielu fizikas institūts

**IST Lisbon, Portugal*

Results of the development of equipment for spectroscopy of impurity vapor in fusion plasmas has been reported in framework of collaboration between EURATOM UL and EURATOM Portugal according to the project „Investigation of metal ions in fusion plasmas using emission spectroscopy “. The equipment allows to obtain the spectral composition and intensity of plasma emission in seven directions, located in the symmetry plane of the plasma torus and cross the plasma in different distances from the center of torus. Intensity measurements are synchronized with initialization of the plasma discharge. The results of measurements represent the mean value of the emission during ~40 msec, which is close to the plasma life time. The equipment involves objective, which focuses the plasma emission image at selected cross-section plane of plasma onto the entrance end of the optical fiber bundle. Aperture of the objective conforms to that of the spectrograph. Use of the optical fiber bundle allows adjust the spectroscopic equipment to the ISTTOK construction elements. Registration of the emission spectra is provided by the CCD camera pixel size being 128x1024. Each position of the plasma emission of given spectral line is registered at the column consisting from seven pixels. The control of the equipment, data acquisition and data analysis is provided by software developed in the LABWIEV environment.

LĀZERA ABLĀCIJAS PLAZMAS PARAMETRU NOTEIKŠANAS PROBLĒMAS Ga- TVAIKU KONCENTRĀCIJAS ETALONĒŠANAI

I.Tāle, A.Šarakovskis, I.Gromuls

LU Cietvielu fizikas institūts

Piemašījumu koncentrāciju tokamak plazmā var tieši noteikt ar emisijas spektroskopijas metodēm pie nosacījuma, ka ir zināmas līniju absolūtās intensitātes, attiecinātas uz vienu atomu. Ja to intensitāte, ko nosaka jonizācijas- rekombinācijas ātrums, nav zināma, tad spektrālo aparāturu var tieša veidā kalibrēt, ievadot tokamak plazmā noteiktu pētāmā metāla daudzumu. Tokamak ISSTOK (Portugale) tas nav iespējams konstruktīvu iemeslu dēļ. Kā alternatīvas risinājums var būt metāla, (gallija) emisijas pētījumi lāzera ablācijas plazmā. Galvenā problēma lāzera ablācijas paņēmienā ir iespējamā plazmas parametru atšķirība no tokamak plazmas parametriem, kas reducējas uz nepieciešamību eksperimentāli tos noteikt. Savukārt, metāla iztvaikošanas ātrums arī ir atkarīgs no plazmas parametriem- jonu koncentrācijas un temperatūras, kamēr fluorescences intensitāti nosaka elektronu temperatūra un koncentrācija. Lāzera ablācijas metode ļauj plazmā iztvaicēt noteiktu, neatkarīgi izmērāmu metāla daudzumu ekstremāli īsā laikā no desmitiem ps līdz dažām ns. Iztvaicētā metāla daudzums un temperatūra ir nelineāri, bet viennozīmīgi atkarīga no lāzera impulsa intensitātes. Iegūtā elektronu koncentrācija sasniedzama līdz 10^{19} cm^{-3} .

Referātā aplūkoti lāzera ablācijas plazmas parametru un Ga- emisijas mērīšanas principi.

THE PROBLEMS OF EVALUATION OF THE PARAMETERS OF LASER ABLATION PLASMA FOR DEVELOPMENT OF Ga- IMPURITY EMISSION ETALON SOURCE

I.Tāle, A.Šarakovskis, I.Gromuls

LU Cietvielu fizikas institūts

Direct estimation of the impurity concentration in the tokamak plasma can be provided if the absolute line intensities with respect to single atom on plasma are known. In the case the absolute intensities caused by excitation – recombination rate are unknown, the direct calibration of the spectral equipment would be provided applying direct injection of the known amount of metal in tokamak plasma. Corresponding injection is not available for experiments at tokamak ISSTOK (Portugal).

An alternative approach could be investigation of Ga- emission in laser plasma. Unfortunately, in the case of the laser evaporation the initial local plasma parameters of the evaporated metal direct after pulse will differ from that in tokamak plasma. Evaporation rate of metal in tokamak plasma depends on plasma parameters: ion concentration and temperature, whereas fluorescence intensity is determined mainly by T_e and n_e . In the case of laser ablation the evaporation of known amount of metal is performed by extremely short pulse duration from tenths of ps up to some ns. The amount of evaporated material and temperature non-linear depends on the laser pulse intensity (W/m^2). The referred electron density reaches of order 10^{17} to 10^{19} cm^{-3} .

Methods of evaluation of electron and ion parameters as well as impurity Ga- emission intensities depending on of evaporated metal amount are reported.

EMISIJAS SPEKTROSKOPIJA METĀLA TVAIKU KONCENTRĀCIJAS NOTEIKŠANAI KODOLU SINTĒZES PLAZMĀ

A.Šarakovskis, I.Gromuls, I.Tāle
LU Cietvielu fizikas institūts

Piemaisījumu metāla tvaiku absolūtās koncentrācijas noteikšanai kodolsintēzes plazmā nepieciešams izstrādāt spektroskopijas aparātūras kalibrēšanas principus un paņēmienus.

Kalibrēšanai var izmantot vairākas pieejas. Gadījumā, ja metāla atoma emisijas ātrums pie uzdotiem ārējās iedarbības radītās jonizācijas parametriem ir zināms, tad spektrālās aparātūras spektrālā kalibrēšana reducējas uz kalibrēšanu radiometrijas vienībās. Pie nezināma emisijas ātruma rutīnā kalibrēšanas procedūra lieto etalona paraugu komplektu, kas sastāv no analizējamā materiāla, kurā noteiktā koncentrācijā ievadīti analizējamie piemaisījumi. Lai noteiktu piemaisījumu koncentrāciju plazmā jāizveido plazmas avots, kas raksturojas ar noteiktiem plazmas parametriem- elektronu koncentrāciju un temperatūru, un kurā ir ievadīti metāla tvaiki koncentrācijā, kas izmērāma neatkarīga procedūrā.

Darbā aplūkotas iespējas noteikt Ga piemaisījumu koncentrāciju tokomakā ISTTOK (portugale) izmantojot radiometriskās vienībās graduētu emisijas spektroskopijas iekārtu un datus par Ga fluorescences dzišanas kinētikas pētījumiem.

Ga emisijas spektrālais sastāvs rāda, ka sadursmes ar ūdeņraža joniem jonizē Ga. Rekombinācija ir daudzpakāpju process. Emisijā novērojama intensīvas līnijas, kuras atbilst atļautām pārejām: elektrona radiatīva satveršana uz termu $4s^25p$ (639 nm), pāreja $4s^25p - 4s^25s$ (1,211 μm); pāreja uz Ga pamatstāvokli $4s^25s - 4s^24p$ (403 nm). Literatūrā ir dati par dažu ierosināto stāvokļu dzīves laika, kā arī oscilatoru stipruma pētījumiem. Līniju intensitāšu attiecību analīze kopā ar ierosināto stāvokļu dzīves laika datiem var tikt izmantota, lai izstrādātu procedūru Ga piemaisījumu koncentrācijas noteikšanai izmantojot atomu emisijas spektroskopiju.

THE EMISSION SPECTROSCOPY FOR EVALUATION OF CONCENTRATION OF THE METAL VAPOR CONCENTRATION IN TOKAMAK PLASMA

A.Šarakovskis, I.Gromuls, I.Tāle
LU Cietvielu fizikas institūts

Evaluation of the absolute concentration of the impurity metal vapors in plasma using emission spectroscopy requires development of the principles and procedure of in situ calibration of equipment.

Several approaches can be used for calibration of the equipment. In the case the emission rate of single metal atom under ionizing conditions is known, the calibration of the spectroscopic equipment reduces to the calibration in radiometric units (irradiance). For unknown emission rate the routine calibration procedure involves use of the set of etalons of material under investigation with known concentration of impurity metal. For evaluation of impurity concentration in plasma it is necessary to develop a corresponding plasma source having certain plasma parameters – temperature and concentration of electrons and metal vapors in concentration, which can be measured independent procedure.

Present report deals with problems of estimation of Ga impurity concentration in ISSTOK (Portugal) tokamak plasma using decay data of atom emission lines.

Emission spectra of Ga atoms show that collisions with hydrogen electrons and ions results in ionization of Ga followed by multi step radiative recombination. The main emission lines corresponds to the capture of electron to the $4s^25p$ (639 nm), transition $4s^25p - 4s^25s$ (1,211 μm); and transition to the ground state $4s^25s - 4s^24p$ (403 nm). Some of the excited state lifetimes obtained from decay kinetics are reported. Analysis of emission line intensity ratios together with lifetime data will allow elaborate the procedure for evaluation of Ga impurity concentration in the tokamak plasma.

LI SATUROŠIE MATERIĀLI KĀ ATMIŅAS VIDES LĒNO NEITRONU VIZUALIZĀCIJAI

P. Kūlis, I. Tāle, U. Rogulis, M. Springis, A. Veispāls

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Viens no luminiscento materiālu pētījumu virzieniem ir radīt atmiņas vides jonizējošā starojuma vizualizācijas platēm (VP). Lēno neitronu radiogrāfija un datoru tomogrāfija tiek pielietota nesagraujošai materiālu testēšanai. Plaši izplatītās VP sastāv no atmiņas fosfora BaFBr:Eu²⁺ un neitronu konvertora (Gd₂O₃, LiF, B, In) pulvera maisījuma organiskā saistvielā. Šādu VP galvenie trūkumi ir relatīvi maza izšķiršanas spēja un augsta gamma staru jutība. Izšķiršanas spējas palielināšanai var izmantot atmiņas vides, kas vienlaicīgi ir neitronu jutīgas, t. i. Li vai Ga saturošus materiālus.

Veiktie LiBaF₃ pētījumi rāda, ka šis materiāls var tikt izmantots kā atmiņas vide jonizējošā starojuma vizualizācijai. Jonizējošā radiācija kristālā rada F-centrus. Foto stimulāciju F-centru absorbcijas joslās pavada rekombinatīvā luminiscence. Par luminiscences centriem var kalpot kristālā ievadītie retzemju elementu joni (Ce, Eu).

THE Li- CONTAINING COMPOUNDS AS STORAGE MATERIALS FOR SLOW NEUTRON IMAGING

P. Kulis, I. Tale, U. Rogulis, M. Springis, A. Veispals

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

One of main problem of luminescent material investigation is find out new materials for storage and read out – photoluminescent imaging plates (IP). Slow neutron radiography and computer tomography has been a method for non-destructive testing. Commercially available neutron IP's are composed of fine mixture of well known storage phosphor BaFBr:Eu²⁺ and neutron convector (Gd₂O₃, LiF, B, In) powders in an organic binder. The main disadvantages of present neutron converter imagining systems are relatively low spatial resolution and high sensitivity to gamma rays. Prospective further development of slow neutron IP is elaboration of neutron active storage materials, based on Li and Ga compounds.

Our results of investigation of LiBaF₃ crystals show that this material is prospective for slow neutron energy storage-read-out materials. Strong absorption bands of F-centres arise after X-irradiation of LiBaF₃ crystals. Optical bleaching at RT by selective stimulation in absorption bands of F-centres is accompanied by stimulated recombination luminescence and results in read-out almost all accumulated energy. As recombination centres act the activator ions (Ce, Eu)

STENDS KOROZIJAS PĒTĪJUMIEM Pb_{17}Li SAKAUSĒJUMĀ PIE $T = 550^\circ\text{C}$

I.Bucenieks, R.Krišbergs, E.Platacis, A.Šiško

LU Fizikas Institūts, Salaspils-1, Miera 32, LV-2169, Latvija

LU Fizikas institūtā izstrādāts un samontēts šķidrā metāla stends MHD efektu iedarbības pētīšanai uz hromētā tērauda EUROFER neizotermisko ($T_{\max} = 550^\circ\text{C}$, $T_{\min} = 350^\circ\text{C}$) koroziju eutektikas Pb_{17}Li plūsmā ($U_{\text{vid}} = 5 \text{ cm/sec}$). Stenda zemās temperatūras daļa (elektromagnētiskais sūknis, ātruma mērītājs, siltummainis un korozijas produktu uztvērējs) izgatavoti no tērauda AISI 316L. Augstās temperatūras daļa sastāv no sildīšanas trakta un test-sekcijas. Trakts izgatavots no tērauda 1.4713, kura korozijas īpašības nodrošina optimālos apstākļus test-sekcijā EUROFER paraugu korozijas pētīšanai.

Ar gaisu dzesējamais elektromagnēts pie samērā neliela enerģijas patēriņa rada nemagnētiskās spraugas tilpumā $3 \times 3 \times 15 \text{ cm}^3$ homogēnu magnētisko lauku līdz 2 T. Referātā apskatīta test-sekcijas konstrukcija, kas ļauj vienlaicīgi pētīt EUROFER paraugu koroziju kā magnētiskajā laukā, tā arī bez lauka.

EXPERIMENTAL FACILITY FOR INVESTIGATION OF CORROSION IN Pb_{17}Li MELT AT $T = 550^\circ\text{C}$

I.Bucenieks, R.Krišbergs, E.Platacis, A.Šiško

Institute of Physics of University of Latvia, Salaspils-1, Miera 32, Lv-2169, Latvia

At Institute of Physics of University of Latvia (IPUL) the liquid metal experimental facility have been designed, fabricated and installed for investigation of MHD effects on corrosion processes of EUROFER steel in non-isothermal ($T_{\max} = 550^\circ\text{C}$, $T_{\min} = 350^\circ\text{C}$) flow of eutectic alloy Pb_{17}Li ($U_{\text{mean}} = 5 \text{ cm/s}$). The cold part of experimental facility (including electromagnetic pump, electromagnetic flow meter, heat exchanger and cold trap for corrosion products) have been made from stainless steel AISI 316L. High temperature part of experimental facility consists from heater part and Test Section. Heater is made from steel 1.4713, the corrosion properties of which ensure optimal conditions in Test Section for investigation of corrosion of EUROFER samples.

Air cooled electromagnet at relatively low energy consumption in the non-magnetic gap having space volume $3 \times 3 \times 15 \text{ cm}^3$ creates uniform magnetic field strength up to 2 Tesla. In report the construction of Test Section is represented, which allows to investigate simultaneously corrosion of EUROFER samples both at the presence of magnetic field and without magnetic field.

MAGNĒTISKĀ LAUKA IETEKME UZ TRITIJA IZDALĪŠANOS NO APSTAROTAS BLANKETA KERAMIKAS (EXOTIC-8 EKSPERIMENTS)

J.Tīliks¹, G.Ķizāne¹, A.Vītiņš^{1,2}, J.Tīliks jun.¹, J.Rudzītis¹

¹ *Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes Cietvielu radiācijas ķīmijas laboratorija*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Spēcīgi magnētiskie lauki (ML, ap 7-10 T), kas ir kodolsintēzes reaktora blanket zonas neatņemama sastāvdaļa, var kavēt tritija izdalīšanos no cietajiem tritijatražojošiem materiāliem – keramiskajām Li_4SiO_4 vai Li_2TiO_3 mikrolodītēm. Aizkavēšanas process ir saistīts ar lādēto tritija formu (T^+ , T^-) difūzijas ceļa pagarinājumu polikristāliskā keramikas grauda tilpumā un tā efektivitāte ir proporcionāla grauda izmēriem. Pie graudu izmēriem ($d > 4R_L$, kur R_L – Larmora rādiuss), daļa tritija var tikt aizkavēta keramikas grauda tilpumā. Reaktora DEMO reālajos ML šāds kritiskais keramisko graudu izmērs sastāda 50-80 μm . Dotajā darbā pārbaudīta ML (2,35 T) ietekme uz tritija izdalīšanos termoatdedzināšanas procesā (ar lineāru izvērsi $\beta = 2,7 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$) Li_4SiO_4 mikrolodītēm (FZK), kuras starotas EXOTIC-8 eksperimentā HFR, Pettenā (neutronu plūsma ar enerģiju virs 0.1 MeV – $2,8 \cdot 10^{25} \text{ n} \cdot \text{m}^{-2}$, starošanas temperatūra – 640 °C, Li izdegšanas pakāpe 11%). Iepriekš ar ķīmisko akceptoru metodi noteikts lādēto tritija formu (T^+ , T^-) saturs lodītēs (75%), ar skanējošo elektronu mikroskopiju – graudu izmēru sadalījums (vidēji graudu izmērs starošanas rezultātā palielinājies no 2-5 μm uz 25-40 μm). Termoatdedzināšanas procesā novērojama tritija izdalīšanās aizkavēšana ML klātbūtnē (līdz 40%), kura ir proporcionāla ML intensitātes kvadrātam. Palielinot karsēšanas ātrumu līdz $\beta = 10 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$, aizkavēšanas efekts ML samazinās. Iegūtie rezultāti liecina, ka ilgstoša keramikas ekspluatācija HCPB var novest pie graudu izmēru palielināšanās līdz kritiskajam izmēram un izraisīt daļēju tritija aizturi.

MAGNETIC FIELD EFFECTS ON THE TRITIUM RELEASE FROM THE BLANKET CERMICS IRRADIATED IN THE EXOTIC-8 EXPERIMENT

J.Tīliks¹, G.Ķizāne¹, A.Vītiņš^{1,2}, J.Tīliks jr.¹, J.Rudzītis¹

¹ *Laboratory of Solid State Radiation Chemistry, University of Latvia*

² *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The intense magnetic fields (MF, 7-10 T) occurring in the blanket zone of a fusion reactor can delay tritium release from the ceramic tritium breeder - Li_4SiO_4 or Li_2TiO_3 ceramic pebbles. The delay is related with the lengthening of the diffusion path of charged tritium forms (T^+ , T^-) in the volume of ceramic grains. The delay is proportional to the grain size. At the grain size above the critical size of $4R_L$ (R_L – the Larmor radius), a considerable part of tritium can be retained in the volume of ceramic grains. For the MF of the real DEMO reactor, the critical grain size is 50-80 μm . The effect of MF of 2.35 T on the tritium release at thermoannealing at a linear temperature increase at $\beta = 2.7 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$ from the Li_4SiO_4 pebbles (FZK) irradiated in the EXOTIC-8 experiment (HFR, Petten; the neutron fluence above 0.1 MeV – $2,8 \cdot 10^{25} \text{ n} \cdot \text{m}^{-2}$, the irradiation temperature – 640 °C, the Li burn-up – 11%) was investigated in this study. The abundance ratio of charged tritium forms (T^+ , T^-), 75%, was determined by the chemical acceptor method, the distribution of grain sizes – by scanning electron microscopy. As a result of the irradiation, the grain size increased from 2-5 μm to 25-40 μm . A considerable delay of the tritium release in MF (up to 40%) was observed. The delay is proportional to the squared MF intensity. Increasing the heating rate β to 10 $\text{K} \cdot \text{min}^{-1}$, the delay in MF decreases. The results obtained testify that a long-term operation of HCPB can increase the grain size to the critical size and cause partial tritium retention.

AUGSTTEMPERATŪRAS RADIOLĪZE BLANKETA KERAMISKAJOS MATERIĀLOS

G.Ķizāne¹, J.Tiliks¹, A.Vītiņš^{1,2}, E.Kolodinska¹

¹ *Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes Cietvielu radiācijas ķīmijas laboratorija*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Viena no kodolsintēzes reaktora tehnoloģiskajām problēmām ir keramisko tritijatražojošo materiālu (Li_4SiO_4 un Li_2TiO_3 mikrolodītes) sastāva un struktūras izmaiņas ilgstošā ekspluatācijā (piem., reaktora DEMO blanket izmantošanas laiks paredzēts 20000 stundas). Smagie ekspluatācijas apstākļi (temperatūra līdz 900 °C, neitronu plūsmas līdz $10^{19} \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, magnētiskais lauks (ML) līdz 10 T, u.c.) var izsaukt keramisko materiālu radiolīzi, graudu augšanu, keramisko lodīšu disperģēšanos, u.c. Graudu augšana augsttemperatūras radiolīzes apstākļos var novest pie tritija aiztures grauda tilpumā Larmora efekta rezultātā. Dotajā darbā pārbaudīta divu veidu keramisko lodīšu (Li_4SiO_4 no FZK un Li_2TiO_3 no CEA) sastāva un struktūras izmaiņa, starojot ar ātro elektronu plūsmu (5 MeV, $P=100 \text{ MGy}\cdot\text{h}^{-1}$, absorbētā doza līdz 1200 MGy) 600-1000 °C temperatūrā. Sastāva izmaiņas tika noteiktas ar rentgendifrakcijas un elektronu paramagnētiskās rezonances metodēm, struktūras izmaiņas (graudu izmērs) ar SEM metodi. Pēc augsttemperatūras radiolīzes paraugi tika iezīmēti ar tritiju fotoneitronu avotā (līdz $2\cdot 10^{17} \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}$), tika veikta tritija termoatdedzināšana gan izotermiskā režīmā, gan lineāras izvērse režīmā. Iegūtie rezultāti parāda, ka radiācijas defektu lokalizācija pie temperatūras virs 600 °C nav novērojama ne Li_4SiO_4 , ne Li_2TiO_3 mikrolodītēs. Keramisko graudu augšana lielāka ir Li_4SiO_4 gadījumā (no 10-15 μm līdz 20-25 μm pie 930 °C un $D=1100 \text{ MGy}$), kamēr Li_2TiO_3 mikrolodītēm tie palielinās no 1-3 μm līdz 3-7 μm pat pie 970 °C un $D=1200 \text{ MGy}$. Li_4SiO_4 gadījumā ievērojami pieaug nestehiometriskā SiO_2 daudzums, kā dziļas radiolīzes produkts (līdz 7%, salīdzinot ar 2% nestarotā materiālā), parādās arī Li_2SiO_3 . Tika novērota šāda radiolizēta materiāla kušanas temperatūras pazemināšanās. Tā kā graudu izmērs nevienā gadījumā nesasniedza kritisko (30-40 μm pie 2,4 T), ML ietekme uz tritija izdalīšanos šādiem radiolizētiem paraugiem bija neievērojama.

HIGH-TEMPERATURE RADIOLYSIS OF BLANKET CERAMICS

G.Ķizāne¹, J.Tiliks¹, A.Vītiņš^{1,2}, E.Kolodinska¹

¹ *Laboratory of Solid State Radiation Chemistry, University of Latvia*

² *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

One of the technological problems of a fusion reactor is changes in the composition and structure of ceramic breeder (Li_4SiO_4 and Li_2TiO_3 pebbles) during long-term operation (eg., the operation time of DEMO blanket will be 20000 h). Heavy operating conditions (temperature up to 900 °C, the neutron flux up to $10^{19} \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, the magnetic field (MF) up to 10 T, etc.) can cause radiolysis of ceramics, grain growth, destruction of ceramic pebbles, etc. The grain growth can cause tritium retention in the grain volume as a result of the Larmor effect. Changes in the composition and structure of the Li_4SiO_4 (FZK) and Li_2TiO_3 (CEA) ceramic pebbles at fast electron irradiation (5 MeV, $P=100 \text{ MGy}\cdot\text{h}^{-1}$, absorbed dose up to 1200 MGy) at 600-1000 °C were investigated in this study: the changes in composition – by XRD and ESR, in structure – by SEM. The samples were marked with tritium in a photoneutron source (up to $2\cdot 10^{17} \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}$). Thermoannealing of tritium was performed both at a constant temperature and at a linear temperature increase. No localisation of radiation defects was observed above 600 °C in the Li_4SiO_4 and Li_2TiO_3 pebbles. The Li_4SiO_4 grain size increased from 10-15 to 20-25 μm at 930 °C and $D=1100 \text{ MGy}$. The Li_2TiO_3 grain size increased from 1-3 to 3-7 μm at 970 °C and $D=1200 \text{ MGy}$. Non-stoichiometric SiO_2 increased from 2% to 7%, and Li_2SiO_3 appeared in Li_4SiO_4 , the melting point decreased. MF effect on the tritium release was not appreciable in all the radiolysed samples.

BLANKETA KERAMIKAS UN EUROFER TĒRAUDA SAVSTARPĒJĀ KOROZIJA AUGSTTEMPERATŪRAS RADIĀCIJAS APSTĀKĻOS MAGNĒTISKAJĀ LAUKĀ

J.Tiliks¹, G.Ķizāne¹, B.Poļakovs²

¹ Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes Cietvielu radiācijas ķīmijas laboratorija

² Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

Konstrukcijas materiālu savstarpējā savietojamība ir svarīga problēma kodolsintēzes reaktora blanketa zonā. Patreizējā variantā optimālākais materiāls HCPB dzesējošām platēm, caurulēm un korpusam ir izvēlēts zemas aktivācijas martensīta tērauds EUROFER 97. Ilgstošā ekspluatācijā (ap 20000 stundas 650-900°C temperatūrā, pie ātro neitronu plūsmas ap 10^{19} n.m⁻².s⁻¹) var realizēties fizikāli ķīmiskie procesi metāla-keramikas saskares virsmās, kas noved pie metāla korozijas. Tomēr reālos apstākļos (DEMO vai ITER tipa iekārtās) papildus darbosies arī spēcīgi magnētiskie lauki (ML) – līdz 10 T. ML ietekme uz keramikas –metāla savstarpējo koroziju nav pētīta. Dotajā darbā pētīta augstu temperatūru (650°C), radiācijas (5 MeV elektronu ar P=15 MGy.h⁻¹ un MF (1,5 T) vienlaicīga un atsevišķa ietekme uz pulēta EUROFER 97 un keramisko materiālu (Li₄SiO₄ un Li₂TiO₃ pulveru) virsmas koroziju. Paraugi sagatavoti „sendviča” veidā. Virsmas izmaiņas tika pētītas ar atomspēku mikroskopijas metodi. Tika noteikti vairāki parametri – virsmas raupjums (DIN 4718), 10 izvēlēto punktu vidējais augstums (ANSI 846.1) u.c. Iegūtie rezultāti parāda, ka vienlaicīga temperatūras (T), radiācijas (R) un magnētiskā lauka (M) iedarbība izsauc vislielākās virsmas izmaiņas. No pētītajām keramikām lielāko virsmas koroziju izsauc Li₄SiO₄. Atsevišķa (T+R), (T+M) un T iedarbība rada metāla virsmas neglaudumus apmēram 2 reizes mazāk. Radiācijas ietekmē tiek sagrauts metāla oksīdu aizsargslānis, ML savukārt ietekmē aktīva korozijas aģenta radiolītiskā skābekļa veidošanos.

MUTUAL CORROSION OF THE BLANKET CERAMIC AND EUROFER STEEL AT THE HIGH-TEMPERATURE IRRADIATION IN THE MAGNETIC FIELD

J.Tiliks¹, G.Ķizāne¹, B.Poļakovs²

¹ Laboratory of Solid State Radiation Chemistry, University of Latvia

² Institute of Chemical Physics, University of Latvia

Mutual compatibility of the structural materials is an important problem of the blanket zone of thermonuclear reactors. The low-activation martensitic steel EUROFER 97 is chosen as the optimal material for HCPB reactor cooling plates, pipes and casing at present. During the long term operation (approx. 20.000 hours at 650-900°C, fast neutron flux 10^{19} n.m⁻².s⁻¹) the physicochemical processes inducing the metal corrosion can take place on the contact surfaces between metal and ceramics. In addition to these factors at the real operation of the DEMO or ITER devices, high magnetic fields (MF) up to 10 T will act as well. The influence of MF on the mutual corrosion of metal-ceramics has not been investigated at present. The effect of the high temperature (650 °C), irradiation (5 MeV electrons, dose rate 15 MGy.h⁻¹) and MF (1.5 T) were investigated simultaneously and separately on the mutual corrosion of polished surfaces of EUROFER 97 and ceramic materials (Li₄SiO₄ and Li₂TiO₃ powders). The samples were prepared in the “sandwich” type. The changes of the surface of samples were investigated by atomic force method. Some of the surface characterisation parameters were determined – roughness (DIN 4718), root mean square (ISO 4287/1) and ten point height (ANSI B 46 1). The obtained results indicate that the simultaneous action of high temperature (T), radiation (R) and magnetic field (M) generate the largest changes of the surface. The greatest surface corrosion of the EUROFER caused Li₄SiO₄. The separate effect of (T+R), (T+M) and (T) creates the twice-smaller surface roughness. Radiation damages the surface protective metal oxide layer. MF influences the formation of radiolytical oxygen, which is an effective corrosion agent.

STRUKTŪRA UN FĀŽU PĀREJAS

DEFEKTU IETEKME UZ PĀREJAS METĀLU ADHĒZIJAS ĪPAŠĪBĀM UZ NEPOLĀRĀS MgO(001) VIRSMAS: SALĪDZINOŠA TEORĒTISKĀ ANALĪZE

J. Žukovskis un J. Kotomins

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pirmo principu datormodelēšana ir veikta cēlo (Ag) un pārejas (Cu) metālu atomiem, kuri adsorbēti uz *regulāras* un *defektētas* MgO(001) pamatnes [1]. Kā metālu atomi, tā arī virsmas O vakances (F_s centri) tiek sadalītas vienmērīgi ar vienu Ag (Cu) atomu vai F_s centru vienā 2×2 virsmas superšūnā. Virsmas O^{2-} jonu pozīcijas ir enerģētiski izdevīgākas metālu atomu adsorbcijai uz regulāras pamatnes nekā Mg^{2+} jonu vietas. Mijiedarbība starp Ag vai Cu adatomiem un bezdefektu MgO pamatni ir *fizisorbcija* neraugoties uz atšķirību adsorbciju enerģijās: attiecīgi 0.62 eV un 0.39 eV uz vienu Cu un Ag adatomu, attiecīgi). Virs F_s centriem metālu atomi tiek saistīti daudz *stiprāk*, salīdzinot ar regulārām O^{2-} pozīcijām (attiecīgi 2.4 eV un 2.1 eV uz vienu Cu un Ag adatomu). To pavada nozīmīga lādiņa parnese uz katru adatomu ($\Delta q_{Cu} = 0.41 e$ un $\Delta q_{Ag} = 0.32 e$), kā arī daļēji kovalentās Me- F_s saites izveidošanās perpendikulāri robežvirsmi (Malikena saišu populācijas $p_{Cu-F_s} = 0.25 e$ un $p_{Ag-F_s} = 0.33 e$). Tādējādi, pārejas metālu atomu adsorbcija uz defektētās MgO(001) pamatnes skaidri norāda uz *stipro elektrostatisko saiti* ievērojamās robežvirsmas lādiņa pārdalē dēļ.

INFLUENCE OF DEFECTS ON THE ADHESION OF TRANSITION METALS ON NON-POLAR MgO(001) SURFACE: COMPARATIVE THEORETICAL ANALYSIS

Yu.F. Zhukovskii and E.A. Kotomin

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

First principles simulations were performed for noble (Ag) and transition (Cu) atoms adsorbed on *regular* and *defective* MgO(001) substrate [1]. Both metal atoms and surface O vacancies (F_s centers) were distributed uniformly with one Ag (Cu) atom or F_s defect *per* 2×2 surface supercell. Surface O^{2-} ions are the energetically more preferable for metal atom adsorption on a regular substrate as compared to Mg^{2+} ions. The nature of the interaction between Ag or Cu adatoms and a defectless MgO substrate is *physisorption* (despite the difference in the adsorption energies: 0.62 eV *vs.* 0.39 eV *per* Cu and Ag adatom, respectively). Above the F_s centers, metal atoms are bounded much *stronger* as compared with the regular O^{2-} sites (2.4 eV *vs.* 2.1 eV *per* Cu and Ag adatoms, respectively). This is accompanied by a substantial charge transfer towards each adatom ($\Delta q_{Cu} = 0.41 e$ and $\Delta q_{Ag} = 0.32 e$) as well as a formation of partly covalent Me- F_s bonds across the interface (Mulliken bond populations $p_{Cu-F_s} = 0.25 e$ and $p_{Ag-F_s} = 0.33 e$). Thus, adsorption of transition metal atom on the defective MgO(001) substrate clearly indicates a *strong electrostatic bonding* because of the considerable interfacial charge redistribution.

- [1] Yu.F. Zhukovskii, E.A. Kotomin, and G. Borstel, Adsorption of single Ag and Cu atoms on regular and defective MgO(001) substrates: an *ab initio* study - *Vacuum*, **73** (2004) *in press*.

HIBRĪDA BLĪVUMA FUNKCIONĀĻĀ TEORIJAS PIELIETOŠANA DEFEKĒTO PEROVSKĪTU KRISTĀLU NEEMPĪRISKOS APRĒĶINOS

S. Piskunovs, R. Eglītis un J. Kotomins

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Blīvuma funkcionālā teorija (DFT) ir plaši lietota kā efektīva un parbaudīta metode pamatstāvokļa enerģiju aprēķinos dažādiem materiāliem. Tomēr, ar DFT metodi aprēķinātās īpašvērtības neatbilst sistēmas ierosinātajiem stāvokļiem. Tas ir īpaši labi redzams zonu struktūru aprēķinos, kad efektīvā potenciāla neanalītiskā atkarība no blīvuma noved pie aizliegtās zonas platuma, kas bieži ir vairāk kā divas reizes mazāks par eksperimentālo vērtību. Kā alternatīva DFT metodei, Hārtrī-Foka (HF) metode ļauj aprēķināt gan sistēmas pamata, gan ierosināto stāvokli, bet ievērojami pārvērtē aizliegtās optiskās zonas platumu. Lai aprēķinātu kompleksu materiālu elektronu struktūru un to optiskās īpašības ir vajadzīga metode, kas ļautu precīzi aprēķināt aizliegto zonu un sistēmas pamatstāvokli. Mūsu darbā, kā piemēru izmantojot defektētos perovskītus, izmantojot *hibrīda* HF/DFT aprēķinu shēmu. Plašo perovskītu klasi mēs reprezentējam ar trīs galvenajiem materiāliem: SrTiO_3 , BaTiO_3 , un PbTiO_3 to kubiskajā fāzē. Lai dotu ieguldījumu dažādu elektro-optisko efektu izskaidrošanā, kuri ir novēroti šajos perovskītu materiālos, to pamatstāvokļu īpašības ir aprēķinātas no pirmajiem principiem un analizētas šajā darbā.

USE OF HYBRID DENSITY FUNCTIONAL THEORY FOR AB INITIO CALCULATIONS OF DEFECTIVE PEROVSKITE CRYSTALS

S. Piskunov, R.I. Eglitis, and E.A. Kotomin

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Density Functional Theory (DFT) is widely used as an efficient and reliable method for computing the ground state energetics for a broad variety of materials. Nevertheless, the eigenvalues in DFT calculations do not formally correspond to excitation energies. This is particularly apparent in their use to estimate band gaps where the non-analytic dependence of the effective potential on the density often leads to a optical gap value less than half of experimentally observed. As an alternative to DFT, Hartree-Fock (HF) approach gives both ground and excited states, but considerably overestimate the optical band gap. In order to study the electronic and optical properties of complex materials, an approach providing a reliable estimate of band gaps in combination with a reasonable description of the ground state is required. In the present study on defective perovskite crystals, the fulfillment of such requirements is clearly demonstrated using a simple *hybrid* HF/DFT scheme. In present theoretical investigations, a wide class of perovskite oxides is represented by three crystals: SrTiO_3 , BaTiO_3 , and PbTiO_3 , in their high symmetry cubic phases. In order to make a contribution to the explanation of various electro-optical effects observed in such perovskite materials, their ground-state properties have been calculated from first principles and analyzed in the present study.

PUSADIABATISKA ELEKTRISKĀ POLARIZĀCIJA SEGNETOELEKTRĪKOS: DINAMISKĀ HISTERĒZE

I. Aulika, E. Klotiņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Nestacionāras elektriskās polarizācijas modelēšanai statiskā laukā un dinamiskās histerēzes modelēšanai periodiski mainīgā laukā tiek izmantotas gan *ab initio* gan kontinuālas teorijas. Kritiski nozīmīgi jautājumi šajā sakarā saistīti ar termisko fluktuāciju ietekmi uz polarizācijas kinētiku, bet attiecīgais matemātiskais apraksts balstās uz Ginzburga-Landau enerģijas funkcionāli. Sarežģītības dēļ šī apraksta potenciāls netiek pilnībā izmantots un aprobežojas ar vienādojumiem, kuri apraksta tikai aperiodisku polarizācijas kinētiku. Viens no šīs matemātiskās tehnikas paplašinājumiem balstīts uz sakarību starp Ginzburga-Landau tipa kinētiku un Šrēdingera vienādojumu imaginārā laikā, kas dod iespēju modelēt nestacionāru elektrisko polarizāciju ar elektronu kinētikas aprēķinos plaši pazīstamām kvantu mehānikas metodēm, proti, polarizācijas sadalījuma funkcija tiek saistīta ar viļņu funkcijas analoģu izmantojot WKB tipa palīgfunkciju kā teorijas centrālo objektu. Klasiskie Šrēdingera vienādojuma imaginārā laikā atrisinājumi tiešā veidā ir pielietojami telpiski homogēnā gadījumā dodot iespēju modelēt dielektrisko relaksāciju termisko fluktuāciju ietekmē, reakciju uz laikā periodisku ārējo lauku, un nelineāro dielektrisko uzņēmību. Darbā demonstrētas histerēzes cilpas atkarībā no ārējā lauka amplitūdas un frekvences, temperatūras, un sistēmas iekšējiem parametriem – Landau koeficientiem un vidējā barjeras šķērsošanas laika. Rezultāti attiecas uz ilglaika polarizācijas kinētiku segnetoelektrīkos stiprā ārējā laukā.

SEMIADIABATIC HIGH FIELD POLARIZATION RESPONSE IN FERROELECTRICS: DYNAMIC HYSTERESIS

I. Aulika, E. Klotins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

Both *ab initio* and continuum theories apply to the analysis and numerically simulating both the polarization in static field and the dynamic hysteresis under periodic driving field. Crucial questions related to this type of analysis address the rate of polarization switching and the role of thermal noise in kinetics of ferroelectric polarization. Well-known models having a potential for characterization of nonstationary polarization response are based on Ginzburg-Landau type energy functional. Nevertheless, due the complexity of relations accounting for the thermal activated nature of polarization switching this potential is not exploited completely and conventionally is restricted to damped equations. A departure from the conventional mathematical technique is inspired by the mapping between Ginzburg-Landau approach and the imaginary time Schrödinger equation addressing the problem to well-developed simulating methods of quantum electron dynamics with an auxiliary relationship (ansatz) coupling the multipoint density distribution of polarization with an analogue of wave function as the key entity. In the case of spatial homogeneity this imaginary time Schrödinger treatment yields thermal noise controlled dielectric relaxation, dielectric response on time periodic driving voltage, and nonlinear susceptibility. We present hysteresis plots modelled as functions of driving amplitude, frequency, temperature, and intrinsic features of the system - Landau expansion coefficients and the averaged time of barrier crossing. Results are addressed to high field response and long time dynamics in ferroelectrics.

TERMISKO FLUKTUĀCIJU EFEKTI SEGNETOELEKTRĪKOS: NELINEĀRĀ DIELEKTRISKĀ UZNĒMĪBA

I. Aulika, E. Klotiņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Attīstīta teorija, kurā nelineāru un neadiabātisku dielektrisko procesu apraksts segnetoelektrīkos balstīts uz nekonservatīvu enerģijas funkcionāli. Atbilstošā matemātiskā tehnika ietver difūziju metastabilā un no laika atkarīgā potenciālā. Teorijas pamatlielumi ir enerģijas funkcionāla izvirzījums pēc elektriskās polarizācijas pakāpēm, lineāra elektriskās polarizācijas atkarība no ārējā lauka un temperatūras, kura ietekmē kā enerģijas funkcionāli, tā arī barjeras šķērsošanas vidējo laiku. Polarizācijas modelēšanai izmantota sakarība starp kinētiskiem vienādojumiem Ginzburga-Landau tipa enerģijas funkcionālim un Šrēdingera vienādojumu imaginārā laikā kas dod iespēju modelēt nestacionāru elektrisko polarizāciju ar elektronu kinētikas aprēķinos plaši pazīstamām kvantu mehānikas metodēm, proti, polarizācijas sadalījuma funkcija tiek saistīta ar viļņu funkcijas analogu izmantojot WKB tipa palīgfunkciju kā teorijas centrālo objektu. Darbā parādīta polarizācijas relaksācija statiskā elektriskā laukā un nelineārā dielektriskā uzņēmība pie dažādām temperatūrām un ārējā lauka amplitūdām un frekvencēm kas modelētas izmantojot ceturtās pakāpes enerģijas funkcionāli. Rezultāti ietver zemo frekvenču dielektrisko spektroskopiju un segnetoelektrīku īpašības pie lieliem laukiem.

EFFECT OF THERMAL FLUCTUATIONS ON FERROELECTRIC RESPONSE: NONLINEAR SUSCEPTIBILITY

I. Aulika, E. Klotins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

A nonconservative energy functional based theory, which claims to describe non-linear and nonadiabatic dielectric response in ferroelectrics, is advanced. Its mathematical technique combines diffusion in multistable and time dependent potentials. Basic entities comprise the extension of energy functional in terms of electric polarization, the external field coupled linearly with polarization, and the temperature contributing both in the energy functional and averaged rate of barrier crossing. The kinetics of polarization is modelled taking advance of the mapping between Ginzburg-Landau approach and the imaginary time Schrödinger equation addressing the problem to well-developed simulating methods of quantum electron dynamics for an analogue of wave function as the key entity. We present both the relaxation of polarization in static field and the nonlinear susceptibility modelled for the quadratic prototype energy functional at different driving voltages, frequencies and temperature. Application-grade results concern both the low frequency dielectric spectroscopy and high power characterization of ferroelectrics. However, significance of the results goes beyond this model situation and may be applicable to more general energy functionals.

POLARIZĀCIJAS MIKROSTRUKTŪRA SEGNETOELEKTRĪĶOS: IMAGINĀRĀ LAIKA ŠRĒDINGERA TUVINĀJUMS

Ē. Klotiņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Polarizācijas kinētika segnetoelektrīķos ir saistīta ar komplicētu mikrostruktūru un tās apraksts atšķiras no tradicionālā nepārtrauktās vides tuvinājuma. Matemātiskās metodes, kas ir piemērotas termodinamisko fluktuāciju aktivizētai kinētikai balstās uz sakarību starp Ginzburga-Landau teorijas vienādojumiem un imaginārā laika Šrēdingera vienādojuma atrisinājumiem. Kritiskais faktors ir daudzpunktu polarizācijas sadalījuma funkcijas sasaiste ar viļņa funkcijas analoģu, izmantojot palīgfunkciju, kura aprēķināta, cik zināms pirmo reizi, vājas nelokalitātes gadījumam. Rezultātā problēma transformējas uz rekurentu matricu vienādojumu, kurš piemērots liela mēroga skaitliskai modelēšanai. Otrkārt, ir aprēķināts, ka polarizācijas pārslēgšanās iesākas domēnu sienu tuvumā kur tās otrais atvasinājums pēc koordinātas sasniedz maksimumu. Šis rezultāts dod iespējamo izskaidrojumu problēmai, kāpēc polarizācijas pārslēgšanās eksperimentāli novērojama pie daudz mazākiem laukiem nekā paredz tradicionālais tuvinājums. Šrēdingera tuvinājuma nozīme neierobežojas ar šo speciālo palīgfunkciju un attiecas uz visdažādākajām problēmām, saistītām ar termodinamisko fluktuāciju aktivizētas un telpiski nehomogēnas polarizācijas kinētiku.

POLARIZATION MICROSTRUCTURE IN FERROELECTRICS: IMAGINARY TIME SCHRÖDINGER TREATMENT

E. Klotins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

Polarization kinetics in ferroelectrics is influenced by a very complex microstructure and constitutes a relatively new subject different from the routine continuum approach. Mathematical developments reasonable for thermal activated nature of the relevant kinetics concern the connection between Ginzburg-Landau relations and the solutions of imaginary time Schrödinger equation. Crucial in this context is mapping of the multipoint density distribution of polarization with an analogue of wave function by an auxiliary relationship (ansatz) derived, firstly after our knowledge, for the case of weak nonlocality. As a consequence, the problem is addressed to a recurrence matrix representation suited for large-scale numerical modeling. Secondly, the polarization switching is found initiated in the vicinity of domain boundaries at which the second spatial derivative of polarization reaches its maximal value. It gives a possible answer to the question why the polarization switching occurs at much lower field than the conventional approach suggests. However, the significance of this treatment goes beyond of this particular ansatz and is applicable for a variety of problems associated with thermally activated and spatially extended polarization instability.

BIEZUMA IETEKME UZ PLĀNU BaTiO₃ KĀRTIŅU OPTISKAJĀM ĪPAŠĪBĀM

I. Aulika, V. Zauls, K. Kundziņš, M. Kundziņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Ar lāzerablācijas metodi uz Si/SiO₂/Ti/Pt/SrRuO₃ virsmas iegūtu bārija titanāta BaTiO₃ (BT) plānu optiskās kvalitātes heterostruktūru atstarošanās spektri redzamajā diapazonā tika pētīti, izmantojot Ocean Optics CCD spektrometru ar optiskās šķiedras ievadu, gaismai krītot perpendikulāri uz paraugu. Papildus izmantojot pusautomātisku nulleslīpsometru, tika veikti arī elipsometriski mērījumi ar He-Ne lāzera starojumu $\lambda = 632.8$ nm, mainot stara krišanas leņķi robežās no 45° līdz 75°. Reflektometrijas un elipsometrijas datu kopīga apstrāde tika veikta ar daudzslāņu modeļa skaitliskās optimizācijas metodi, iegūstot makroskopiski novērojamo optisko parametru spektrālās atkarības. Noskaidrots, ka parauga biezumam samazinoties, laušanas koeficienta vērtības nedaudz samazinās, bet absorbcijas koeficienta spektrs nobīdās lielāku enerģiju virzienā. Paralēli tika pārbaudītas paraugu virsmas topogrāfijas īpatnības, iegūstot attēlus ar Smena NT-MDT Co. atomspēka mikroskopu un izmantojot standarta adatas kontakta režīmā. Ar atomspēka mikroskopu iegūto virsmas attēlu statistiskā apstrāde parāda, ka kārtiņas augšanas procesa īpatnības uzputināšanas laikā ir atkarīgas no slāņa biezuma, un tā rezultātā tiek iegūti paraugi ar dažādu mikroreljefu, kas ietekmē makroskopiski novērojamās optiskās īpašības un gaismas izkliedes parametrus.

THICKNESS EFFECTS ON OPTICAL PROPERTIES OF BaTiO₃ THIN FILMS

I. Aulika, V. Zauls, K. Kundzins, M. Kundzins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

The reflectivity spectra under normal light incidence geometry in the range of 350 - 750 nm were made by miniature "Ocean Optics" CCD spectrometer with fibre optics input. Ellipsometric measurements were performed by variable-angle null-ellipsometer (at He-Ne laser wavelength $\lambda = 632.8$ nm, angles set from 45° to 75°, step 5°). Additional surface morphology atomic force microscopy (AFM) tests in contact mode with conventional tips were made using Stand Alone SMENA instrument from NT-MDT Co. Multilayer model numerical optimization procedure was developed for reflectometric and ellipsometric data evaluation. The variation of refractive index and absorption coefficient has been observed for pulsed-laser deposited (PLD) BaTiO₃ (BT) thin films on Si/SiO₂/Ti/Pt/SrRuO₃ substrate with different thickness. The refractive index slightly decreases and absorption coefficient spectra shifts to higher photon energies with thickness decrease. Estimated values of band gap energies are 2.86 eV, 3.03 eV and 3.38 eV for film thickness 320 nm, 170 nm and 130 nm respectively. The AFM surface topography analysis showed that thin film growth process depends on layer thickness resulting in various surface final roughness patterns and affecting optical properties due to band structure modifications and scattering losses.

FIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS UN FĀŽU DIAGRAMMAS PLZT x/85/15 KERAMIKĀM

Ē. Birks, I. Aulika, A. Fuith¹, H. Kabelka¹, M. Antonova, A. Štrenbergs

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts, Rīga, Latvija

¹ *Vīnes Universitātes Eksperimentālās fizikas institūts, Vīne, Austrija*

Saskaņā ar rentgena difrakcijas mērījumu rezultātiem karsti presētiem lantāna modificētiem svina cirkonāta titanāta (Pb_yLa_x)($\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y}$) O_3 sastāviem, kur $y = 0.95$ un $x = 1, 2, 3, 4, 4.5, 5, 6, 8, 10$ molu procenti (PLZT x/85/15), ir viendabīga perovskita struktūra un elementāršūnas izmērs pie istabas temperatūras monotoni samazinās palielinoties La koncentrācijai. Ir veikti izgatavoto sastāvu dielektriskās caurlaidības, polarizācijas un termiskās izplešanās mērījumi. Tika uzņemtas dielektriskās caurlaidības temperatūras 20 °C – 300 °C un frekvenču 1 kHz – 100 kHz atkarības, izmantojot HP4284 LRC mēriekārtu, kā arī uzņemtas elektriskā lauka intensitātes atkarības no polarizācijas (histerēzes cilpas) ar modificētu Soijera-Tauera shēmu pie 15Hz. Termiskās izplešanās $dl(t)$ mērījumi temperatūras rajonā 25 °C – 400 °C nepolarizētā un polarizētā stāvoklī tika veikti ar Perkin Elmer Dynamic Mechanical Analyser (DMA7). Dielektriskās caurlaidības temperatūras atkarībām ir maksimums fāzu pārejā starp paraelektrisko (PE) un segnetoelektrisko (SE) vai antisegetoelektrisko (ASE) fāzi, kas, palielinoties La koncentrācijai, nobīdās uz zemo temperatūru pusi, vienlaicīgi dielektriskā caurlaidība maksimumā samazinās un maksimums izplūst, neuzrādot izplūdušajām fāzu pārejām raksturīgās dispersijas pazīmes. Termiskās izplešanās rezultāti norāda, ka pie La koncentrācijām līdz 3 % fāzu pāreja notiek starp PE un romboedriskās simetrijas segnetoelektrisko fāzi. Pie La koncentrācijas sākot ar 4 % fāzu pāreja notiek starp PE un ASE fāzi, pie tam palielinoties La koncentrācijai, ASE fāzei raksturīgais termiskās izplešanās lēcenis samazinās, praktiski izzūd pie 6 % La. Iegūtie rezultāti apstiprina, ka La stabilizē antisegetoelektrisko fāzi un ļauj konstatēt stāvokli ar izplūdušu ASE fāzu pāreju. Fāzu pārejas izplūšanas iemesls acīmredzot ir ASE īpašību pavājināšanās, palielinoties La koncentrācijai, nevis sastāva fluktuācijas.

PHYSICAL PROPERTIES AND PHASE DIAGRAMS OF PLZT x/85/15 SOLID SOLUTIONS

E. Birks, I. Aulika, A. Fuith¹, H. Kabelka¹, M. Antonova, A. Sternbergs

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

¹ *Institute for Experimental Physics, University of Vienna, Austria*

In accordance with x-ray diffraction measurements hot pressed lanthanum modified lead zirconate titanate (Pb_yLa_x)($\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y}$) O_3 ceramics with $y = 85$ and $x = 1, 2, 3, 4, 4.5, 5, 6, 8, 10$ mole percents (PLZT x/85/15) have a homogeneous perovskite structure, where the size of the elementary cell at room temperature monotonously decrease with increase of the La concentration. The measurements of the dielectric permittivity ϵ , polarisation and thermal expansion has been done for the given samples. HP4284A precision LRC meters was used to measure the dielectric properties at temperature range 20 °C – 300 °C in frequencies 1 kHz – 100 kHz. Ferroelectric properties of the ceramics were evaluated by polarisation-electric field hysteresis loops measured on a modified Sawyer-Tower circuit at frequency 15 Hz. The thermal expansion $dl(t)$ in the temperature range 25 °C – 400 °C for PLZT x/85/15 ceramics have been made in the unpolarized and in the polarized states with Perkin Elmer Dynamic Mechanical Analyser DMA7 to determine the field induced deformation effects. The phase transition for the temperature dependence of the dielectric permittivity is between paraelectric (PE) and ferroelectric (FE) or antiferroelectric (AFE) phase which shifts to the lowest temperatures, maximum of ϵ become lower and diffuse (without showing characteristic dispersion of the diffuse phase) with increase of the La concentration. Thermal expansion results shows phase transition between PE and rhombohedral symmetry of the ferroelectric phase for PLZT with La concentration until 3%. With La concentration from 4% phase transition is between PE and AFE phase and, in addition to increase of the La, characteristic thermal expansion jump of AFE phase become lower and practically disappear at the La 6%. The given results confirm that La stabilise AFE phase and give a possibility to establish diffuse AFE phase. The reason of the diffuse phase is depress of AFE property with increasing of La concentration but not because of the fluctuation of the constitution.

DAŽĀDU SINTĒZES METOŽU IZMANTOŠANA CAURSPĪDĪGĀS PLZT KERAMIKAS IEGŪŠANĀ

M.Dambekalne, M.Antonova, M.Līviņš, M.Plonska¹, B.Garbarz-Glos², A.Kalvāne

Cietvielu fizikas institūts, Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija

¹*Silēzijas universitātes Fizikas institūts, Sosnovice, Polija.*

²*Krakovas Pedagoģijas universitātes Fizikas institūts, Polija*

Keramiskie paraugi izgatavoti no $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{0.65}\text{Ti}_{0.35}$ ($x = 8, 9, 10$) pulveriem, kas sintezēti ar divām metodēm: 1) peroksohidropolimēru (PHP) metode, kurā kā izejvielas izmantoti neorganisko sāļu šķīdumi TiCl_4 , $\text{ZrOCl}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 2) sol-gel metode, kur kā izejvielas izmantoti organisko sāļu šķīdumi: $\text{Pb}(\text{COOCH}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{La}(\text{COOCH}_3)_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zr}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$, $\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$. Abu metožu gadījumā PLZT pulveri sintezē pie 600°C 2-4 stundas un rezultātā iegūst amorfu nanopulveri. Keramiskie paraugi iegūti ar karstās presēšanas tehnoloģiju pie $1100 - 1200^\circ\text{C}$, 20MPa spiediena un izturēšanas laika 2 – 6 stundas. Jāatzīmē, ka optiski labākos paraugus izdevās iegūt ar PHP metodi. Pulētu keramisko plāksnīšu (biezums – 0.3mm) gaismas caurlaidība sasniedz 67 – 69% (gaismas viļņa garums $\lambda = 630\text{nm}$). Pēc sol-gel metodes iegūtās keramikas gaismas caurlaidība ir ~ 20% zemāka. Tā kā alkoholāti ir ļoti jutīgi pret gaisa mitrumu, un mums nebija tehnisku iespēju nodrošināt sintēzi neitrālas gāzes vidē, tas, mūsaprāt, arī ir iemesls paraugu zemākai gaismas caurlaidībai. Pulveriem tika veikti RTG un DTA mērījumi. Keramikai tika mērītas dielektriskās, segnetoelektriskās un optiskās īpašības, kā arī veikti mikrostruktūras pētījumi. Ar PHP metodi iegūtai ceramicai graudu izmēri ir 3 - 4 μ . Ar sol-gel metodi iegūtās keramikas gadījumā graudu izmēri ir mazāki nekā 1 μ .

PRODUCING TRANSPARENT PLZT CERAMICS USING DIFFERENT SYNTHESIS METHODS

M.Dambekalne, M.Antonova, M.Livinsh, M.Plonska¹, B.Garbarz-Glos², A.Kalvane

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

¹*Institute of Physics, University of Silesia, Sosnowice, Poland*

²*Institute of Physics, Krakow Pedagogical University, Poland*

Ceramic samples of $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x(\text{Zr}_{0.65}\text{Ti}_{0.35})\text{O}_3$ ($x = 8, 9, 10$) were prepared from powders being sintered by two methods: 1) peroxohydroxopolymer (PHP), where as precursors were used solutions of inorganic salts TiCl_4 , $\text{ZrOCl}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 2) sol-gel, using as precursors solutions of metal organic salts $\text{Pb}(\text{COOCH}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{La}(\text{COOCH}_3)_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zr}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$, $\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$. The thermal regimes for both powders were similar: synthesis at 600°C for 2 – 4h, obtaining amorphous nanopowder. Ceramic samples were produced by hot pressing at $1100 - 1200^\circ\text{C}$ for 2 – 6h and pressure of 20Mpa. Optical transmittance of ceramic samples from PHP derived powders was higher than that from sol-gel derived. The transparency of poled plates with thickness of 0.3mm (wavelength $\lambda = 630\text{nm}$) was 67 – 69% and 56 - 59%, respectively. It can be explained by lack of technical support for sol-gel processing in atmosphere of neutral gas, as metal organic precursors are extremely sensitive to moisture of air. X-ray and DTA studies were used for powders. Dielectrics, ferroelectric and optical properties as well as studies of microstructure were carried out for ceramic samples. The grain size of ceramics produced from PHP powders is 3–4 μ , for sol-gel ceramics less than 1 μ .

DISLOKĀCIJU VEIDOŠANĀS LiF KRISTĀLOS AUGSTAS ENERĢIJAS ^{209}Bi , ^{58}Ni UN ^{36}S JONU STAROJUMA IEDARBĪBĀ

L.Gailīte, I.Manika, J.Maniks

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Pētīta dislokāciju veidošanās ar augstas (MeV-GeV) enerģijas Bi, Pb, Ni un S joniem apstarotos LiF kristālos, izmantojot selektīvās kodināšanas metodi. Pētījumi veikti uz starotās virsmas, kā arī implantētajā slānī un tam pieguļošajā nestarotajā kristāla daļā. Konstatēts, ka visu minēto jonu starojums rada ievērojamus mehāniskos spriegumus uz starotās un nestarotās zonas robežas, kuri var pārsniegt materiāla plūstamības robežu (ap 20 MPa) un izraisīt dislokāciju ģenerēšanu un dislokāciju tīkla veidošanos kristāla nestarotajā daļā. Novērota jaunu dislokāciju veidošanās ar niķeļa vai bismuta joniem implantētajā zonā. Vieglo sēra jonu gadījumā pētīto fluenci diapazonā līdz 10^{12} joni/cm² jaunu dislokāciju veidošanās ne uz starotās virsmas, ne arī implantētās zonas tilpumā netika novērota. Rezultāti liecina, ka dislokāciju veidošanos iespaido jona masa, fluence un enerģijas zudumi kristālā. Dislokāciju rašanās implantācijas zonā saistāma ar vakancu disku veidošanos un to sabrukšanu, kā arī ar augstu iekšējo mehānisko spriegumu ģenerēšanos. Jonu starojuma radītās dislokācijas modificē mehāniskās īpašības un augstās koncentrācijās veicina plaisu veidošanos un sagraušanas procesus.

FORMATION OF DISLOCATIONS IN LiF CRYSTALS UNDER IRRADIATION WITH ENERGETIC ^{209}Bi , ^{58}Ni and ^{36}S IONS

L.Gailite, I.Manika, J.Maniks

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

Formation of dislocations in LiF crystals irradiated with energetic (MeV-GeV) S, Ni, Bi and Pb ions has been investigated. Dislocation etching was performed on the irradiated surface and on the crystal cross-sections cleaved perpendicular to the irradiated surface. The irradiations with heavy (Bi, Pb) as well as with light (S, Ni) ion species leads to generation of mechanical stress between the irradiated layer and unirradiated part of crystal. At the vicinity of irradiated layer, the stresses can exceed the yield stress of LiF (~20 MPa) and create dislocations in the non-irradiated part of the crystal. In case of Bi or Ni ions, new ion-induced dislocations are created on the irradiated surface. The light S ions do not produce dislocations neither on the irradiated surface, nor in the bulk of irradiated layer at fluences up to 10^{12} ions/cm². The formation of dislocations is affected both by the ion fluence and the energy loss. The creation of dislocations in the irradiated area is related to accumulation of internal stress and collapse of vacancy disks formed by aggregation of vacancies. The ion irradiation produced dislocations modify the mechanical properties of the material and promote processes of crack generation and fracture.

ZELTA PLĀNO PĀRKLĀJUMU FĀZES UN STRUKTŪRAS STABILITĀTE DAŽĀDU METĀLU SAKAUSĒJUMU UN METALIZĒTU KERAMIKU SISTĒMĀS

I.Vītiņa, V.Rubene, V.Belmane, A.Krūmiņa, M.Lubāne
Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts

Ar rastra elektronmikroskopijas, rentgenfāžu un rentgenmikroanalīzes metodēm pētīta ķīmiski reducēta 0,3-0,6 μm un elektroizgulsnēta 0,8-1,8 μm biezu Au un elektroizgulsnētu 1-2 μm biezu rentgenamorfo sakausējumu Co-W (W – 50 masas %) un Co-Mo (Mo – 36 masas %) struktūras un fāžu stabilitāte, slāņu elementu sastāva izmaiņas sistēmās Au/Co-W/Cu/sitāls, Au/Co-W/Fe-Ni(Ni80)/sitāls, Au/Co-W/Ti_{fol.}, Au/Co-W/Fe-Ni(Ni40) un Au/Co-Mo/Cu_{fol.} pēc to karsēšanas 200°C 200 stundas [1], 300°C 100-150 stundas, 450°C un 470°C attiecīgi līdz 50 un 15 stundām. Pētījumu rezultāti parāda, ka rentgenamorfā sakausējuma Co-W pielietošana nodrošina Au slānīšu fāzes sastāva un adhēzijas stabilitāti. Pie ilgstošas karsēšanas (300°C 100 st. + 450°C + 470°C) ir novērojama Co-W slāņa kristalizācijas sākums ar nelielu Co₃O₄ un CoWO₄ veidošanos. Sāktie pētījumi parāda, ka Co-Mo slānis savu rentgenamorfo stāvokli un Au fāzes stabilitāti saglabā pie 300°C 50 stundu ilgas karsēšanas. Uz plāno ķīmiski reducēto Au slānīšu (0,3-0,4 μm) virsmas ir novērojama kristālu augšana, ko nosaka ķīmiskās reducēšanas procesā nepilnīgā Au kristalizācija, kas turpinās karsēšanas procesā. Pie augstāk minētajām temperatūrām nav novērojama Si difūzija no sitāla un savienojumu Co-Si, Au-Si, Co-Ti, Au-Ti un Au-Cu veidošanās.

[1] I.Vītiņa, A.Knipele, V.Belmane, V.Rubene, I.Jansone, M.Lubāne, M.Bērziņš. 19.zinātniskās konferences, veltītas LU CFI 25. gadu jubilejai, referātu tēzes, 44 (2003).

PHASE AND STRUCTURE STABILITY OF THIN GOLD LAYERS IN THE SYSTEMS OF VARIOUS METAL ALLOYS AND METALLIZED CERAMICS

I.Vītiņa, V.Rubene, V.Belmane, A.Krūmiņa, M.Lubāne
Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University

Phase and structure stability, changes in the atomic composition of chemically deposited (thickness 0.3-0.6 μm) and electrodeposited (thickness 0.8-1.8 μm) Au layers and electrodeposited (thickness 1-2 μm) X-ray amorphous Co-50 wt.%W and Co-36 wt.%Mo alloy layers in the following systems Au/Co-W/Cu/glass-ceramics, Au/Co-W/Fe-Ni(Ni80)/glass-ceramics, Au/Co-W/Ti foil, Au/Co-W/Fe-Ni(Ni40) and Au/Co-Mo/Cu foil were investigated after their heating at 200°C for 200 h [1], at 300°C for 100-150 h, at 450 and 470°C for 50 and 15 h, respectively, by scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD) and energy dispersive X-ray analysis (EDAX). The results of investigations demonstrate that the electrodeposition of the X-ray amorphous Co-W alloy ensures the stability of phase composition and adhesion of the Au layers. The inception of crystallization of the Co-W layer and the formation of a little Co₃O₄ and CoWO₄ were observed after long-time heating at 300°C for 100 h and 450-470°C for 10-15 h. The started investigations demonstrate that the Co-Mo layer maintains its X-ray amorphous state and the Au phase stability after the heating at 300°C for 50 h. Crystal growth was observed on the surface of thin chemically deposited Au layers (thickness 0.4 μm). That is determined by incomplete Au crystallization the chemical deposition. The Au crystallization continues at the heating. Si diffusion from the glass-ceramics and formation of Co-Si, Au-Si, Co-Ti and Au-Cu compounds were not observed at the above-mentioned temperatures.

[1] I.Vītiņa, A.Knipele, V.Belmane, V.Rubene, I.Jansone, M.Lubāne, M.Bērziņš. Abstracts. Of the 19th Scientific Conference, dedicated to 25 th anniversary of Institute of Solid State Physics UL, 44 (2003).

KOMPOZĪTO SLĀŅU METĀLS/HIDROKSILAPATĪTS ELEKTROIZGULSNĒŠANA UN STRUKTŪRAS VEIDOŠANĀS UZ DAŽĀDU METĀLU PAMATNĒM

I.Vītiņa, V.Rubene, I.Jansone, V.Belmane, M.Lubāne, A.Krūmiņa, J.Ašaks, M.Bērziņš
Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts

Pētījumi turpināti [1], lai ar elektroizgulsnēšanas metodi iegūtu kompozītos slānīšus (KS) metāls/hidroksilapatīts un pārklātu plaši pielietoto, ISO standartam atbilstošu, Fe-Ni-Cr-Mo sakausējumu implantu virsmu un padarītu to draudzīgu cilvēka videi. Kā cementējošais metāls KS rūpnieciski sintezētajam (Rd'H Laborchemikalien) vai dabas kaulu fāzes hidroksilapatītam (HA) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ izvēlēti elektroizgulsnēšanas procesā iegūstamie rentgenamorfie sakausējumi Co-W (W – 50 masas %) un Co-Mo (Mo – 32÷39 masas %). Šo sakausējumu elementsastāvs tuvina KS ISO standartam atbilstošajiem, dārgajiem Co-W-Mo sakausējumu metālu implantiem.

KS struktūras veidošanās un to ķīmiskais sastāvs no kompleksajiem kālija pirofosfāta (Sn), citrāta-etilendiamīnotetraetiķskābes (Co-W un Co-Mo) elektrolītiem pētītas ar voltamperometriju, elektron- un optiskās mikroskopijas, rentgenfāžu, ķīmiskās analīzes, spektrofotometriju un mikroelektroforēzes metodēm. Noteikts, ka KS veidošanos nosaka HA dispersitāte, tā virsmas lādiņš atkarībā no elektrolīta sastāva, organiskā savienojuma klātbūtnes, pH un elektroizgulsnēšanas režīma. Kā viens no priekšnoteikumiem ir HA pilnīga kristalizācija bez rentgenamorfās fāzes klātbūtnes. Ir iegūti KS Sn/HA ar HA daudzumu 10-58 masas %, Co-W/HA ar 50-75 masas %, Co-Mo/HA 50-65 masas %. Kā primārā stadija elektroķīmiskajā procesā ir metāla slānīša Sn, Co-W un Co-Mo veidošanās uz katoda un kā sekundārā HA augsti disperso daļiņu adsorbcija uz elektrokristalizācijas procesā "augošā" metāla slānīša un "ieaugšana" tajā.

[1] I.Vītiņa, A.Knipele, V.Belmane, V.Rubene, I.Jansone, M.Lubāne, M.Bērziņš. 19. zinātniskās konferences, veltītas LU CFI 25. gadu jubilejai, referātu tēzes, 44 (2003).

ELECTRODEPOSITION AND STRUCTURE FORMATION OF COMPOSITE LAYERS METAL-HYDROXYLAPATITE ON VARIOUS METAL SUBSTRATA

I.Vītiņa, V.Rubene, I.Jansone, V.Belmane, M.Lubāne, A.Krūmiņa, J.Ašaks, M.Bērziņš
Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University

The investigation [1] was carried on in order to electrodeposit the composite layers metal-hydroxylapatite to coat surface of Fe-Ni-Cr-Mo alloy implants, which are widely used and correspond to the ISO standard, and to render the implants more friendly to a human body. The electrodeposited X-ray amorphous Co – 50 wt.% W and Co – (32-39) wt.% Mo alloys were selected as the binding metal of the composite layer containing synthetic (Rd'H Laborchemikalien) or natural bone phase hydroxylapatite (HA) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$. The atomic composition of these alloys makes the composite layer similar to the more expensive Co-W-Mo alloy implants, which correspond to the ISO standard.

The formation of the composite layers is determined by the dispersity of HA, the surface charge HA depending on the electrolyte composition, the presence of the organic compound, pH and the electrodeposition conditions. The composite layers tin – (10-58) wt.% HA, (Co-W) – (50-75) wt.% HA and (Co-Mo) – (50-65) wt.% HA have been obtained. A Sn, Co-W or Co-Mo metal layer initially form on the cathode in the electrochemical process. Then highly-disperse hydroxylapatite particles adsorb on the metal layer growing at the electrocrystallization and are included in the growing layer.

[1] I.Vītiņa, A.Knipele, V.Belmane, V.Rubene, I.Jansone, M.Lubāne, M.Bērziņš. Abstracts. Of the 19th Scientific Conference, dedicated to 25 th anniversary of Institute of Solid State Physics UL, 44 (2003).

NIOBIJU SATUROŠAS STIKLA KERAMIKAS STRUKTURĀLĀS PĀRVĒRTĪBAS TERMISKĀ APSTRĀDĒ

J.Pelšs, A.Mišņovs, L.Bērziņa, R.Cimdiņš, J.Bossert*

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Latvija

** Fr. Šillera Universitāte, Jēna, Vācija,*

Rīgas Tehniskā Universitāte, Latvija

Niobija stikla keramika ir zināma kā biosaderīgs materiāls medicīnā: kā stomatoloģijā, tā sejas-žokļu ķirurģijā. Stikla keramikas ķīmisko un bioloģisko aktivitāti var ietekmēt materiāla struktūra, tai skaitā fāžu sastāvs.

Sistēmā NaO-CaO-Nb₂O₅-P₂O₅ sintezētā stikla pulvera paraugi termiski apstrādāti dažādās temperatūrās (750 – 1050 °C) pie dažādiem izturēšanas laikiem – no vienas līdz sešām stundām. Ar DTA, Rtg fāžu analīzes un SEM metodēm pētīta stikla keramikas struktūra.

STRUCTURAL TRANSFORMATION OF NB CONTAINING GLASS- CERAMICS AT THERMAL TREATMENT

J.Pelss, A.Misnovs, L.Berzina, R.Cimdins, J.Bossert*

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

** Fr. Schiller University Jena, Germany,*

Riga Technical University, Latvia

Niobium glass ceramics is known as biomaterial in medicine: stomatology, maxillofacial surgery. The material structure and phase amount influenced on chemical and biological activity of glass-ceramics.

Samples from glass powder in system NaO: CaO: Nb₂O₅: P₂O₅ treated at different temperatures (750-1050 °C) and at different time – from 1 to 6 hours. The glass-ceramics structure investigated by DTA, X-ray and SEM methods.

MAGNĒTISKĀS FĀZU PĀREJAS KRITISKIE INDEKSI NI ULTRADISPERSAJĀS DAĻIŅĀS

A.Petrovs¹, I.Kudrenickis¹, M.Majorovs²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts,*

²*Latvijas Universitātes Fizikas institūts*

Pētījuma uzdevums bija eksperimentāli noskaidrot spontānās magnetizācijas M_s kritiskos parametrus, sākotnējās magnētiskās uzņēmības χ un Kirī temperatūras T_c vērtības sfēriskām niķeļa ultradispersajām daļiņām atkarībā no daļiņu izmēra. Niķeļa daļiņu izmēri bija tuvi viendomēna stāvokļa izmēram $d \cong 60$ nm.

Galvenie iegūtie pētījuma rezultāti ir sekojoši. Magnētiskā fāzu pārejas parādība Ni ultradispersajās daļiņās, samazinoties to izmēriem, turpina pastāvēt, bet ar jaunām kritisko parametru vērtībām, salīdzinot ar masīvu Ni kristālu. Vismazākajam pētīto daļiņu izmēram $d = 9$ nm tika iegūtas sekojošas parametru vērtības: $\gamma = 1.1 \pm 0.1$, $\beta = 0.47 \pm 0.05$ un $T_c = 585 \pm 5$ K, salīdzinājumam, masīva Ni kristālam raksturīgās vērtības ir sekojošas: $\gamma = 1.36 \pm 0.02$, $\beta = 0.37 \pm 0.04$ un $T_c = 631 \pm 2$ K.

Statisko kritisko indeksu β un γ { $M_s \sim |-\varepsilon|^\beta$, $\chi \sim |-\varepsilon|^{-\gamma}$, kur $\varepsilon = (T - T_c)/T_c$ } eksperimentālo vērtību izmaiņas atbilst vidējā lauka teorijas dotajām vērtībām, tādējādi var izdarīt pieņēmumu, ka šīs kritisko indeksu vērtības var tikt uzskatītas par efektīvajām, nevis asimptotiskajām vērtībām [1]. Savukārt novērotās kritiskā γ indeksa izmaiņas atbilst šī indeksa teorētiskajai uzvedībai atkarībā no fizikālās sistēmas dimensijas, aprakstītai [2]. Daļiņu izmēra ietekme atklājas arī T_c vērtības samazinājumā, salīdzinot ar masīvo Ni kristālu, pieaugošās daļiņas virsmas ietekmes dēļ.

CRITICAL INDEXES FOR MAGNETIC PHASE TRANSITION IN Ni FINE PARTICLES

A.Petrov¹, I.Kudrenickis¹, M.Maiorov²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Physics, University of Latvia*

Critical behaviour of the spontaneous magnetisation, the initial susceptibility and the Curie temperature for spherical nickel particles in dependence on their sizes have been experimentally investigated. The sizes of the nickel particles were close to the single-domain size $d_s \cong 60$ nm.

Magnetic phase transition in the Ni particles is remaining with decreasing their sizes, at the same time the values of critical parameters are changing as compared to massive Ni crystal. The experimental values of the statical critical indexes β and γ { $M_s \sim |-\varepsilon|^\beta$, $\chi \sim |-\varepsilon|^{-\gamma}$, where $\varepsilon = (T - T_c)/T_c$ } are changing to the values given by the theory of the mean field. It is possible these values of the critical indexes are the effective ones not the asymptotic values [1]. The change of the critical index γ observed in our experiments corresponds to the theoretical behaviour of this index in dependence on the physical system's dimension, described in [2]. The size of particles is revealed itself on the value of the Curie temperature due to the influence of particle surface.

1. R.Folk, Yu.Holovatch, T.Yavors'kii, Uspehi Fizicheskikh Nauk, 173 (2003, translated in English) 175.
2. K.G.Wilson, J.Kogut, Physics Reports, 12C, No 2 (1974) 75.

Mn_cMg_{1-c}O RADIĀCIJAS DEFEKTU TERMISKĀ STABILITĀTE

V. Skvorcova

LU Cietvielu fizikas institūts

Termiskā apstrāde nosaka iespēju mērķtiecīgi izmainīt pusvadītāju un dielektrisko materiālu optiskas un izturības īpašības. Darbā aplūkota radiācijas defektu termiskā stabilitāte monokristāliskos cietos šķīdumos Mn_cMg_{1-c}O (c<0.3).

Apstarotā Mn_cMg_{1-c}O absorbcijas spektros kopā ar joslām, kas saistītas ar Mn²⁺ jonu pāreju no pamata stāvokļa uz ierosinātiem stāvokļiem, novēroti arī ar radiācijas defektiem saistītās joslas. Pie temperatūrām virs 700K absorbcijas spektrā parādās divas platas joslas ~26000 cm⁻¹ un ~20000cm⁻¹. Parādīts, ka radiācijas defektu termiskā stabilitāte monokristāliskos cietos šķīdumos Mn_cMg_{1-c}O atšķiras no tīriem magnija oksīda kristāliem.

Tiek apspriesti dažādi mehānismi, kas nosaka absorbcijas joslu rašanos un radiācijas defektu termiskas stabilitātes atšķirības Mn_cMg_{1-c}O un tīros magnija oksīda kristālos.

Mn_cMg_{1-c}O RADIATION DEFECTS THERMAL STABILITY

V. Skvortsova

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Thermal treatment provides a possibility of the controlled change of optical and durability properties of semiconductors and dielectric materials. The results of study of radiation defects thermal stability in Mn_cMg_{1-c}O (c<0.3) single solid solution are presented.

In absorption spectra of irradiated Mn_cMg_{1-c}O apart from absorption bands due to transitions from ground state to the excited states in manganese ions there are also the bands associated with radiation defects. At temperature higher than 700 K two wide bands ~26000cm⁻¹ and ~20000cm⁻¹ appear in absorption spectra. It is shown that the radiation defects thermal stability in Mn_cMg_{1-c}O (c<0.3) single solid solution are distinguished from that in pure magnesium oxide crystals.

The mechanisms of band formation and the radiation defects thermal stability distinction of Mn_cMg_{1-c}O (c<0.3) single solid solution from pure magnesium oxide crystals are discussed.

NANOMATERIĀLI UN ORGANISKIE MATERIĀLI

METĀLU UN PUSVADĪTĀJU NANOVADE UN TO ARHITEKTŪRAS

D. Erts¹, B. Poļakovs¹, E. Saks¹, A. Patmalnieks¹, H.Olin², J.D. Holmes³

¹*LU Ķīmiskās fizikas institūts, Raiņa bulv. 19, LV1586 Rīga*

²*Vidus Zviedrijas universitāte, Sundsvale, Zviedrija*

³*Korkas universitāšu koledža, Korka, Īrija*

Nanovadiem var būt liela nozīme nākotnes elektroniskajās un optiskajās ierīcēs, kā arī nanoelektromehāniskās sistēmās. Ultrablīvu nanovadu sistēmu sintēzes realizēšana uz pamatnes virsmas var kalpot kā atslēga nākotnes "bottom up" multislāņu ierīču arhitektūru veidošanai.

Ar skenējošo tuneļmikroskopu, kurš savietojams ar transmisijas elektronu mikroskopu (TEM), pētīta individuālu Si un Ge nanovadu struktūra, vadāmība, mehāniskās īpašības. Parādīts, ka individuālus nanovadus var izmantot kā EPROM (erasable programmable read-only memory) ierīces.

Pētīta silīcija oksīda un anodizēta alumīnija oksīda nanoporainās kārtiņās audzētu pusvadītāju un magnētisku nanovadu struktūra un īpašības. Nanovadu sadalījuma un orientācijas attiecībā pret virsmu pētīšanai šais sistēmās tika izmantoti atomspēku mikroskopi un TEM. Uz silīcija pamatnes veidotās kārtiņās nanoporas, un līdz ar to nanovadi var tikt orientēti gan paralēli, gan perpendikulāri virsmai. Parādīts, ka Co nanovadus saturošajām nanoporainajām kārtiņām piemīt magnētiskas īpašības.

METALLIC AND SEMICONDUCTING NANOWIRES AND ARCHITECTURES

D. Erts¹, B. Polyakov¹, E. Saks¹, A. Patmalnieks¹, H.Olin², J.D. Holmes³

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia, Rainis blv 19, LV-1586 Riga, Latvia*

²*Mid Sweden University, Sundsvall, Sweden*

⁴*Department of Chemistry, University College Cork, Cork, Ireland*

Nanowires are expected to play an important role in the future electronic, optical, and nanoelectromechanical systems and devices. The ability to synthesise ultrahigh density arrays of semiconductor wires on-a-chip is the key requirement for the future 'bottom up' fabrication of multi-layered device architectures.

The mechanical and conduction properties and structure of individual semiconductor and magnetic nanowires were investigated using the Scanning Tunnelling Microscope combined with a Transmission Electron Microscope (TEM). We demonstrated that a single nanowire can serve as an electromechanical EPROM (erasable programmable read-only memory) device.

Silica and anodized aluminium oxide nanoporous films on a silicon substrate were used as templates for semiconducting and magnetic nanowire growth. Using the Atomic Force Microscope and TEM we verified that the resulting nanowires inside the thin silica film were growing unidirectionally with desired orientation perpendicularly or parallel to the substrate surface. Cobalt and nanowire assemblies showed significant in-plane magnetism.

VADOŠAS SAKĀRTOTU Ge NANOVAU PLĀNĀS KĀRTIŅAS

B.Poļakovs¹, L.Lauks², R.Ūdris², J.Holmes³, D.Erts¹

¹*Ķīmiskās fizikas institūts, Latvijas universitāte*

²*Rīgas Valsts 1. ģimnāzija*

³*Korka Universitāšu Koledža, Īrija*

Pusvadītāju nanovadu sakārtotas struktūras ir perspektīvs materiāls nākotnes nanoelektronikas un optoelektronikas daudzslāņu ierīču arhitektūru veidošanai ar *bottom up* metodēm. Šajā darbā tika pētīta sakārtotu nanovadu vadītspēja un to iespējamā izmantošana starojumu detektēšanai.

Ge nanovadi tika audzēti apmēram 50 μm biezās nanoporainās anodizēta alumīnija oksīda (AAO) matricās ar superkritiskā šķidruma metodi. Nanovadu diametru nosaka AAO kārtiņas poru diametrs (mazāks par 100 nm). Ar Ge pildīto AAO kārtiņu elektrovadošās īpašības tika pētītas mikro- un makrolīmenī. Individuālu nanovadu vadāmība un matricas vadāmības kartes tika iegūtas, izmantojot vadošo atomspēku mikroskopu. Vadošo nanovadu iznākums bija tuvu 100 %, kas norāda uz izmantotās audzēšanas metodes efektivitāti. Voltampēru raksturlīknes un vidējā nanovadu vadītspēja tika mērītas, uzputinot uz kārtiņas Au elektrodus ar diametru 2 mm.

THIN CONDUCTIVE FILMS OF ORDERED Ge NANOWIRE ARRAYS

B.Polyakov¹, L.Lauks², R.Udris², J.Holmes³, D.Erts¹

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

²*Riga State Gymnasium Nr 1*

³*Cork University College, Ireland*

Investigation of ordered semiconducting nanowire arrays is a step in the future bottom-up engineering of multi-layered device architectures for potential nanoelectronic and optoelectronic devices. In this work we studied the ability to use ordered semiconducting nanowire arrays as radiation sensitive elements.

Ge nanowires were grown inside approx. 50 μm thick nanoporous Anodized Aluminium Oxide (AAO) films using the supercritical fluid method. The diameter of the nanowires inside the AAO was controlled by the pore diameter (<100 nm). The electroconductive properties of these films were studied on a macroscopic and microscopic scale. The conductivity measurements through individual Ge nanowires and conductance mapping were performed using a conductive Atomic Force Microscope. Almost 100 % of the nanowires were found to be conductive. The I(V) curves and the averaged Ge nanowire conductance was measured using a 2 mm diameter Au electrodes sublimated onto Ge filled AAO film.

CINKA OKSĪDA NANODAĻIŅU PLAZMAS UN ĶĪMISKĀS SINTĒZES METODES

J. Grabis, G. Heidemane, I. Šteins
RTU Neorganiskās ķīmijas institūts

Cinka oksīda keramiku, cinka oksīda plānās kārtiņas plaši lieto elektronikā, bet to īpašības ir būtiski atkarīgas no mikrostrukturā, blīvuma un piedevu sadalījuma. Savukārt šos parametrus ietekmē izmantotā cinka oksīda daļiņu izmēri un homogenitāte.

Darbā pētīta cinka oksīda nanodaļiņu un to kompozītu iegūšana, iztvaicējot izejvielas plazmas strūklā un izmantojot ķīmiskās sintēzes metodes, kuras pamatojas uz cinka peroksīda sadalīšanu, nitrātu-citrātu paņēmieni un cinka nitrāta apstrādi ar urīnvielu.

Plazmas ķīmiskā sintēzē iegūtas diegveida ZnO daļiņas, bet sistēmā ZnO-Bi₂O₃-Sb₂O₃ - sfēriskas daļiņas ar vidējiem izmēriem 40-50 nm, kuras sastāv no ZnO, β-Bi₃SbO₇ un BiSbO₇. No ķīmiskām metodēm nanoizmēru ZnO daļiņu (25-70 nm) iegūšanai perspektīvākā metode ir cinka nitrāta šķīduma apstrāde ar urīnvielu un sekojošu starpproduktu sadalīšanu 350-450 °C augstā temperatūrā.

PREPARATION OF NANOSIZED ZnO PARTICLES BY CHEMICAL AND PLASMACHEMICAL METHODS

J. Grabis, G. Heidemane, I. Šteins
Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University

ZnO based ceramics, thin films find wide application in electronic devices, but their electrical properties depend on microstructure, grain size, density and distribution of dopants.

In order to improve characteristics of ZnO ceramics the preparation of ZnO nanoparticles and composites by plasmachemical and chemical methods based on decomposition of zinc peroxide, nitrate-citrate route, treatment of nitrate solution with uric acid have been developed.

By evaporation of raw powders in inductively coupled plasma the whisker like ZnO particles were obtained but in the system ZnO-Bi₂O₃-Sb₂O₃ - the spherical nanosized particles (40-50 nm) were prepared which involved ZnO, β-Bi₃SbO₇ and BiSbO₇ phases.

Among the chemical methods as more promising was established synthesis of ZnO by treatment of nitrate solution with uric acid with following decomposition of products at 350-450 °C. The average ZnO particle size is 25-70 nm depending on ratio of nitrate and uric acid.

NANOSTRUKTURĒTU MATERIĀLU IEGŪŠANA, IZMANTOJOT AUGSTAS ENERĢIJAS (MeV-GeV) JONU STAROJUMU

J.Maniks, I.Manika

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Augstas enerģijas joni spēj ietriekties dziļi cietā vielā, izraisot ievērojamas struktūras izmaiņas un modificējot materiāla fizikāli-mehāniskās īpašības. Aplūkota jonu starojuma izmantošana nanostrukturētu materiālu iegūšanai. Ātro jonu implantācija ir efektīva metode nanokompozītu veidošanai, radot cietā vielā nanoizmēra defektus (defektu agregāti, jonu treki), augstas porainības materiālu un filtrējošu membrānu izgatavošanai, nanostrukturētu materiālu iegūšanai, sajaucot komponentes divslāņu un daudzslāņu sistēmās, un citiem ar nanotehnoloģijām saistītiem pielietojumiem. Pētītas ātro Bi, Pb, Ni, S jonu starojuma izraisītās mehānisko īpašību un struktūras izmaiņas LiF kristālos kā modeļa materiālos. Novērots ievērojams cietības palielināšanās efekts, kas saistāms ar nanoizmēra defektu agregātu veidošanos. Parādītas mikromehānisko metožu iespējas jonu starojuma radīto defektu agregātu telpiskā sadalījuma un veidošanās mehānismu izpētē.

Paraugu apstarošana veikta GSI, Darmštate, Vācija.

OBTAINING OF NANOSTRUCTURED MATERIALS BY HIGH ENERGY (MeV-GeV) ION IRRADIATION

J.Maniks, I.Manika

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

Energetic ions are able to penetrate deep in the solid and to create severe changes of structure, physical and mechanical properties. This report reviews the applications of ion-irradiation for obtaining of nanostructured materials. Ion implantation is becoming a powerful technique for preparation of nanocomposites by creation in the target material the defect aggregates, precipitates and ion tracks with nanoscale dimensions, for obtaining the substrates with high inner porosity, high performance microfiltration and ultrafiltration membranes, for obtaining the nanostructured materials by mixing of components in bilayer or multilayer systems, and for other applications in nanotechnologies. The changes of structure and mechanical properties of LiF by irradiation with fast Bi, Pb, Ni, S ions are studied. Marked hardening effect is observed, which is related to dispersion strengthening of the crystal by nanosize defect clusters and aggregates. The advantages of the micromechanical methods for investigation of ion-induced formation of defect aggregates and their volume distribution are shown.

The samples were irradiated at GSI, Darmstadt, Germany.

AlN NANOPULVERA SPEKTRĀLAIS RAKSTUROJUMS

I.Megnis, B.Bērziņa, L.Trinklere un Ē.Palčevskis*

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga ielā 8, Rīga;

**RTU Neorganiskās ķīmijas institūts*

Pēdējā laikā dažādās pasaules laboratorijās tiek intensīvi pētīti platzonu pusvadītāji, pie kuriem pieder arī AlN. Tajā pašā laikā speciāla uzmanība tiek pievērsta arī materiāla īpašību izmaiņai, kas rodas būtiski samazinot materiālu veidojošo kristāliņu izmērus jeb pārejot no makroskopiskiem lielumiem uz nanolielumu skalai atbilstošiem. Jau daudzu gadu garumā LU CFI ir pētītas AlN keramiku spektrālās īpašības, sadarbībā ar RTU NĶI, kur notiek paraugu sintēze. AlN keramikas tiek iegūtas no AlN nanopulvera, kas arī tiek sintezēts RTU NĶI. Veikto spektrālo pētījumu rezultātā ir konstatēts, ka AlN keramikās luminiscenci nosaka ar skābekli saistītu defektu klātbūtne, bez tam ir izprasts arī luminiscences mehānisms.

Šajā darbā spektrālās īpašības tiek pētītas AlN nanopulveriem, kuru diametrs nepārsniedz 100 nm, un no kā ir sintezēta arī AlN keramika. Pie istabas temperatūras ir mērīti fotoluminiscences spektri un to ierosmes spektri. Iegūtie rezultāti ir salīdzināti ar AlN keramikas raksturojumu. Ir redzams, ka arī AlN nanopulvera daļiņās luminiscenci rada skābekli saturoši defekti.

SPECTRAL CHARACTERISTICS OF AlN NANOPOWDERS

I.Megnis, B.Berzina, L.Trinkler, and E.Palcevskis*

Institute of Solid State Physics, University of Latvia; 8 Kengaraga Str., Riga;

**Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical Universit.*

During some recent decades a special interest is paid to the wide band gap semiconductors and AlN is one of them. In the same time a special attention is also paid to change of material features when its size is reduced from the macroscale to nanoscale. For many years the spectral characteristics of AlN ceramics, which belongs to macromaterials have been investigated. These investigations are performed in collaboration with RTU IIC where the AlN are synthered from AlN nanopowders also made in that place. The results obtained on AlN ceramics allow us conclude that the oxygen-related defects are responsible for luminescence observed and the luminescence mechanisms are proposed.

In the present investigation the spectral characteristics of AlN nanopowder are studied. A diameter of each grain does not exceed 100 nm. Photoluminescence spectra and its excitation are studed at room temperature. The results obtained are compared with thosed of AlN ceramics. The presence of oxygen-related defects inside the nanoparticles is observed.

OKSĪDU NANOKRISTĀLU LUMINISCENCES ĪPAŠĪBAS

D.Millers, L.Grigorjeva

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga 8, Rīga, Latvija

Nanokristālos elektroniskie ierosinājumi var būt specifiskos apstākļos – ja nonokristāla izmēri un elektroniskā ierosinājuma Bora rādiuss ir tuvi, tad elektroniskā ierosinājuma migrācija ir ierobežota, ierosinājuma apkārtnes relaksācija atšķiras no tādas makrokristālā, mainās optisko pāreju varbūtības. Līdz ar to luminiscentās īpašības ir atkarīgas no nanokristāla izmēra. Pašreiz vairumā gadījumu pētīti dažādas matricās ievadīti nanokristāli un tādēļ ir grūti atdalīt efektus, ko nosaka pārejas slānis (interfeiss) starp nanokristālu un matricu no tiem efektiem, kurus nosaka pats nanokristāls. Mūsu pētījumā izmantoti ZrO_2 un ZnO "brīvi" nanokristāli – nanokristāliskie pulveri. Pētītas luminiscentās īpašības ar dažādām metodēm iegūtiem nanokristāliem, kā arī ar vienu metodi iegūtiem dažādu izmēru nanokristāliem. Parādīts, ka luminiscences īpašības ZnO nanokristāliem ir atkarīgas no iegūšanas metodes. Ar vienu un to pašu metodi iegūtu ZrO_2 nanokristālu luminiscentās īpašības ir atkarīgas no kristālu izmēriem.

LUMINESCENT PROPERTIES OF OXIDE NANOCRYSTALS

D.Millers, L.Grigorjeva

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Ķengaraga 8, Riga, Latvia

The electronic excitation in nanocrystal is under specific condition if the nanocrystal size and Bohr radius of excitation are comparable. It means that the migration of exciton is limited, the relaxation of environment differs from that in macrocrystals, the probabilities of optical transition changes. Therefore the luminescence properties of nanocrystals are size dependent. Up to now the main number of investigations are prepared on nanocrystals embedded in different matrices. Thus, it is hard to separate effects due to the bulk of nanocrystal from those due to interface layer. The "free-standing" ZrO_2 and ZnO nanocrystals (nanocrystalline powders) were studied in the present investigation. The ZnO nanocrystals obtained by different methods shown different luminescence properties. The luminescence properties depend on nanocrystal size for ZrO_2 if all nanocrystals were obtained by the same method.

METĀLA NANOSTRUKTŪRU OPTISKĀ ATTĒLOŠANA UN SPEKTROSKOPIJA

J.Prikulis

Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts, Raiņa bulv. 19, LV1586 Rīga.

Cēlmetālu struktūrām ar izmēriem, kas mazāki par 100 nm, ir neparastas optiskās īpašības, ko nosaka kolektīvas vadītspējas elektronu svārstības jeb virsmas plazmonu rezonances (SPR, *surface plasmon resonance*). Īpaši nozīmīga ir šādu nanostruktūru spēja mainīt elektromagnetiskās radiācijas sadalījumu un sakoncentrēt lauku virsmas tuvumā. Nanodaļiņu optiskās izkliedes šķērsriezums rezonances gadījumā var pārsniegt to ģeometrisko šķērsriezuma laukumu. Rezultējošais lauka pastiprinājums jau ilgstoši tiek izmantots Ramana jeb kombinētās izkliedes spektroskopijā. Nākotnē šādas struktūras iespējams tiks izmantotas bioķīmiskiem sensoriem un datu uzglabāšanai.

Ar dažādām eksperimentālām metodēm esam pētījuši metāla struktūras, kurās iespējams ierosināt SPR. Ar tuvā lauka optisko rastra mikroskopu (NSOM, *near-field scanning optical microscope*) tika analizētas SPR koloidālās nanodaļiņas. To polarizējamība ir komplekss skaitlis, kura fāze strauji mainās rezonances tuvumā un nosaka daļiņas attēlojumu NSOM. Ar tumšā lauka (DF, *dark-field*) optisko mikroskopu var mērīt individuālu nanostruktūru gaismas elastīgo izkliedi praktiski bez fona. Salīdzinot izkliedes spektrus līdzīga izmēra nanodaļiņām un nanoporām plānā metāla kārtiņā, mēs eksperimentāli demonstrējām SPR ierosināšanu porās. Plazmonu viļņi uz plānās kārtiņas virsmas būtiski ietekmē poru SPR. Visbeidzot, apvienojot DF mikroskopu ar optisko slazdu demonstrējām iespēju notvert un manipulēt individuālas metāla daļiņas koloidālā šķīdumā. Izmantojot notvertu nanodaļiņu kā zondi, tika novērota SPR sarkanā nobīde divu daļiņu tuvā lauka mijiedarbībā. Paredzams, ka šī metode radīs pielietojumu nanodaļiņu spektroskopijā un sensoros.

OPTICAL IMAGING AND SPECTROSCOPY OF METAL NANOSTRUCTURES

J.Prikulis

Institute of Chemical Physics, University of Latvia, Rainis blv. 19 LV1586 Riga.

Noble metal structures with size in the sub 100 nm range exhibit extraordinary optical properties due to collective oscillations of conduction electrons, the surface plasmon resonances (SPR). The most remarkable feature of these structures is the ability to redistribute electromagnetic radiation and concentrate strong fields near the surface. The resonant scattering cross-section of nanoparticles exceeds their geometrical cross-section. Resulting field "amplification" has been exploited in surface enhanced spectroscopy techniques for many years. Future applications may include new biochemical sensors and high density data storage.

Here we present various experimental studies of metal structures that support SPR. A near-field scanning optical microscope (NSOM) was used to probe the phase of the SPR coupling in colloidal nanoparticles. The phase of the complex particle polarizability changes rapidly near resonance and is shown to have a major impact on the contrast formation in NSOM. Using dark-field (DF) optical microscopy, elastic light scattering by nanostructures can be studied with virtually no background. By comparing the scattering spectra of individual nanoparticles and nanoholes in thin films we found evidence for localized dipolar SPR in holes. However, the hole plasmons are greatly affected by delocalized surface plasmons in the thin gold film, as shown by NSOM data. Finally, by combining DF microscopy with optical tweezers, we could trap single colloidal silver nanoparticles in water, and use them as a local probes. We observed a SPR red-shift when two nanoparticles were brought in a near-field interaction, as expected from theory. We anticipate that the technique will lead to various novel applications in nanoparticle spectroscopy and sensing.

INDUCĒTAS LOKĀLĀS POLARIZĀCIJAS PĒTĪJUMI SEGNETOELEKTRISKOS MATERIĀLOS AR MODIFICĒTU ATOMSPĒKA MIKROSKOPU

K.Kundziņš, V.Zauls, A. Holkins¹, M. Tjuņina²

LU Cietvielu fizikas institūts, ¹Aveiro Universitāte, ²Oulu Universitāte

Īpaši izveidoti vairāku caurgājienu atomspēka mikroskopa (AFM) izvēršes režīmi dod iespēju ne tikai veikt polāru mikroapgabalu ierakstu relaksoru / segnetoelektriķu plānās kārtiņās ar sprieguma elektrolitogrāfijas metodi, bet arī nekavējoties detektēt strukturēto apgabalu pjezosignālu. Mūsu pētījumos tika izmantoti bārija titanāta BaTiO₃ (BT), svina cirkonāta titanāta PbZr_{0,47}Ti_{0,53}O₃ (PZT) un svina magnija niobāta Pb(Mn_{0,33}Nb_{0,67})O₃ (PMN) plānu kārtiņu paraugi un heterostruktūras, kas iegūtas ar lāzerablācijas metodi uz silīcija (Si/SiO₂/Ti/Pt) vai magnija oksīda (MgO) monokristāliskām pamatnēm.

Novērotās pjezosignālu attēlu īpatnības un polarizētu nanoapgabalu elektriskās polarizācijas histerēzes cilpas plānās kārtiņās tiks salīdzinātas ar līdzīgiem rezultātiem modeļmateriālu monokristālos. Novērotie izmēru efekti var tikt izkaidroti ar defektu klātbūtni, lādiņu uzkrāšanos un lokālās polarizācijas relaksāciju elektrodu tuvumā.

INVESTIGATION OF LOCALLY INDUCED POLARIZATION BY MODIFIED ATOMIC FORCE MICROSCOPY TECHNIQUE

K. Kundzins, V. Zauls, A. Kholkin¹, M. Tyunina²

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

¹ *Department of Ceramic and Glass Engineering, University of Aveiro, Portugal*

² *Microelectronics and Materials Physics Laboratories, University of Oulu, Finland*

Operation of Atomic Force Microscope (AFM) using modified multi-pass regimes allows direct poling of ferroelectric / relaxor thin films in voltage lithography mode and immediate testing of local piezoresponse.

Samples under investigation were pulsed laser deposited barium titanate BaTiO₃ (BT), lead zirconate titanate PbZr_{0,47}Ti_{0,53}O₃ (PZT) and lead magnesium niobate Pb(Mn_{0,33}Nb_{0,67})O₃ (PMN) thin films and heterostructures on Si/SiO₂/Ti/Pt or MgO single crystal substrates.

Spatially resolved piezoresponse imaging of poled regions and polarization switching hysteresis loop measurements in various granular polar ferroelectric or relaxor thin films with and without top electrodes was made in comparison with results for single crystals PMN and BT used as model materials. Observed differences, electrode edge contribution and relaxation of locally induced piezoresponse can be interpreted in terms of size effects on local polarization, presence of defects, charge accumulation and local conductivity.

DMABI DITIOLA ATVASINĀJUMA MONOSLĀŅU UZ Au(111) VIRSMAS IZPĒTE UN MODELĒŠANA

D.Cepīte¹, A.Klimkāns¹, I.Muzikante^{1,2}, B.Stiller³, L.Brehmer³

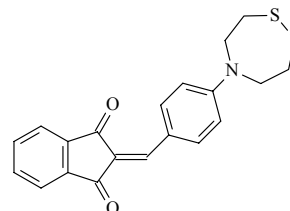
¹ LZA Fizikālās Enerģētikas institūts, Rīga, Latvija,

² LU Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija,

³ Potsdamas Universitāte, Am Neuen Palais 10, D-14415, Potsdama, Vācija

Plāno molekulāro kārtiņu pielietojumu modernajā elektronikā nosaka to perspektīvās optiskās un elektriskās īpašības. Lai izveidotu monoslāņus ar lielāku adsorbēšanās spēju un (izteiktākām elektriskām un optiskām īpašībām), tiek arī sintezēti un pētīti monoslāņi no DMABI molekulām ar divām tiola grupām.

Šajā darbā tiek pētīti ķīmiski adsorbēti DMABI molekulas atvasinājuma ar disulfīda grupu (*DMABI-2S*) monoslāņi uz Au(111) virsmas. Monoslāņu infrasarkanie un fluorescences spektri [1] norāda uz molekulu iespējamo orientāciju, kas varētu veidoties molekulām veidojot divas S-Au saites ar Au atomiem. Monoslāņu topogrāfijas raksturošanai tiek izmantota atomspēku mikroskopija, bet molekulu sakārtotības modelēšanai tiek izmantoti kvantu ķīmiskie aprēķini.



MONOLAYERS OF DITHIOL DERIVATIVE OF DMABI ON au(111): CHARACTERIZATION AND SIMULATION

D.Cepīte¹, A.Klimkāns¹, I.Muzikante^{1,2}, B.Stiller³, L.Brehmer³

¹ Institute of Solid State Physics, University of Latvia,

² Institute of Physical Energetics, LAS, Riga, Latvia,

³ Potsdam University, Am Neuen Palais 10, D-14415, Potsdam, Germany

The optical and electrical properties of organic monolayers are based on the nature and orientation of the constituent molecules. Organic molecules with the thiol group (SH) have strong affinity for Au and thus would bind strongly to gold surface. Among other SAM substances, compounds with disulfide moieties have been used.

In this work, self-assembled monolayers (SAMs) of chemically adsorbed 4'-(3H-1,2,5-dithiazepan-5-yl) benzylidene indan-1,3-dione (*DMABI-2S*) derivatives on Au(111) surface have been investigated. Analysis of the IR and fluorescence spectra of SAMs indicates the possibility of a specific tight packing of molecules [1]. Topography of SAMs has been studied using the atom force microscopy. Adsorption of a *DMABI-2S* molecule to Au(111) surface has been investigated by quantum chemical calculations.

References

[1] O.Neilands, N.Kirichenko, I.Muzikante, E.Fonavs, L.Gerca, S.Jursenas, R.Valiokas, R.Karpicz, L.Valkunas, Detection of blue light by self-assembled monolayer of dipolar molecules, *UV Solid-State Light Emitters and Detectors*, Proceedings of the NATO Advanced Workshop, NATO Science Series II, 2003 (in print)

POLĒŠANAS IETEKME UZ LĀDIŅA NESEĒJU FOTOĢENERĀCIJU POLIMETILMETAKRILĀTĀ AR 1% DMABI PIEJAUKUMU

I. Kaulačs¹, A. Tokmakovs¹, I. Muzikante^{1,2}

¹Fizikālās enerģētikas institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006,

²Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts, Ķengaraga iela 8, LV-1063 Rīga

Pētīta fotostrāva izotaktiskā polimetilmetakrilātā (i-PMMA) ar 1% polāras hromoforas dimetilaminobenzilidēna 1,3-indandiona (DMABI) piejaukumu "sandwich" veida paraugos kvarcs /Au/i-PMMA +1% DMABI/ In-Ga un kvarcs /Au/i-PMMA + 1%DMABI/In pie $T=T_{ist}$ un $p<10^{-5}$ tori. Polimēra slānīša biezums paraugā bija 1-2 μm. Paraugi tika apgaismoti caur puscaurspīdīgu Au elektrodu ar monohromatisku un 100% modulētu gaismu 380-2000nm spektra intervālā. Tā kā mērāmās fotostrāvas bija 10^{-14} A- 10^{-17} A diapozonā, tad signāla reģistrēšanai izmantota sinhrodetektēšana ar sekojošu mērījumu uzkrāšanu un viduvēšanu. Ar koronas izlādi polētos paraugos fotostrāvas kvantu efektivitāte bija par vairākām kārtām lielāka nekā nepolētos un tās spektrālā atkarība līdzīga polimēra i-PMMA + 1%DMABI absorbcijas spektram. Pie tam atšķirībā no nepolētiem paraugiem, fotostrāvas lielums un virziens bija praktiski nemainīgs un neatkarīgs no pieliktā ārējā elektriskā sprieguma lieluma un virziena +10V - -10V diapazonā. Tas liek domāt, ka polētos paraugos eksistē liels elektriskais lauks, kas daudzkārt pārsniedz pielikto ārējo lauku. Pie tam šis lauks saglabājas pat noīsinot paraugu uz vairākiem mēnešiem. Tātad polējot ar koronas izlādi polimēra slānītī izveidojas telpas lādiņš, kas glabājas lamatās, kuru dziļums iespējams pārsniedz 2,2eV, kas bija novērotās fotostrāvas spektrālā sliekšņa enerģija.

INFLUENCE OF POLING ON CHARGE CARRIER PHOTOGENERATION IN POLYMETHYLMETHACRYLATE DOPED WITH DMABI

I.Kaulach¹, A. Tokmakov¹, I. Muzikante^{1,2}

¹Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Kengaraga Str .8, LV-1063 Riga

The photocurrent of isotactic polymethylmethacrylate (i-PMMA) doped with 1% of polar chromophore dimethylaminobenzylidene 1,3 - indandione (DMABI) sandwich type samples quartz /Au/i-PMMA + 1% DMABI/In - Ga and /quartz /Au/i-PMMA + 1% DMABI/In have been investigated at room temperature and vacuum $p<10^{-5}$ Tor. The thickness of polymer film was 1-2 μm. The samples were illuminated by 100% modulated monochromatic light via semitransparent bottom Au electrode in the 380-2000nm spectral range. As the photocurrent was only 10^{-14} A- 10^{-17} A small, the synchrodetetection with the subsequent data storage have been used to measure it.

The photocurrent for samples poled by corona – discharge was considerably larger than it for unpoled ones and its spectral dependence was similar to polymer i – PMMA + 1% DMABI electron absorption spectrum.

Opposite to unpoled samples its magnitude and direction was practically independent on applied external voltage in the – 10V to +10V range. So it seems that poled samples have their own internal electric field, which strongly exceeds an applied external one. This internal field remains even after grounding the electrodes for several months. So at poling samples by corona discharge the space charge is created in polymer film and it occupies very deep charge carrier traps.

The depth of these traps is possibly greater than 2,2eV, which is spectral threshold value for observed photocurrent.

DMABI MOLEKULU VISPĀRĒJĀ OPTISKĀ ORIENTĒŠANA UN NELINEĀRO OPTISKO ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI POLIMĒRA MATRICĀ

A.Vembris^{1,2}, A.Tokmakovs¹, I.Muzikante^{1,2}, A.Apostoluk³, J.M.Nunzi³

¹Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006, Latvija

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga iela 8,
Rīga LV-1063, Latvija

³Anžē universitātes POMA laboratorija, 2 Bd Lavoisier 49045, Anžē, Francija

Daudzām organiskām vielām piemīt nelineārās optiskās (NLO) īpašības, kuras raksturo konkrēto vielu un šo vielu molekulu novietojumu, piem., polimēra matricā. Molekulas ir iespējams sakārtot, izmantojot koronas izlādes vai vispārējās optiskās (VO) orientēšanas metodes.

Darbā pētītas 1wt% DMABI molekulas (1.zīm.), kuras ievietotas polimetilmetakrilāta (PMMA) kārtiņā, izmantojot liešanas metodi. VO orientēšana un otrās harmonikas ģenerācijas efekta pētīšana izdarīta ar Nd:YAG lāzeru, paraugu apgaismojot ar 532 nm un 1064 nm gaismu. Optiski tiek orientētas DMABI molekulas, jo PMMA molekulu absorbcija šajā viļņu garumā ir daudz mazāka. DMABI molekulas pakļaujas VO orientēšanai un tām piemīt NLO īpašības (2.zīm.).

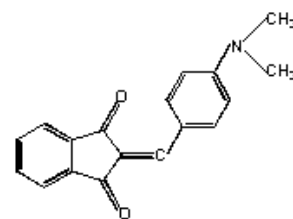


Figure 1

ALL OPTICAL POLING AND STUDIES OF NONLINEAR OPTICAL PROPERTIES OF DMABI MOLECULES IN POLYMER MATRIX

A.Vembris^{1,2}, A.Tokmakovs¹, I.Muzikante^{1,2}, A.Apostoluk³, J.M.Nunzi³

¹Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006, Latvia

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Ķengaraga Str. 8,
Riga LV-1063, Latvia

³Laboratory of POMA, University of Anger, 2 Bd Lavoisier 49045, Anger, France

Many organic compounds have nonlinear optical (NLO) properties, which characterize the orientation of molecules, for example, in polymer matrix. Corona

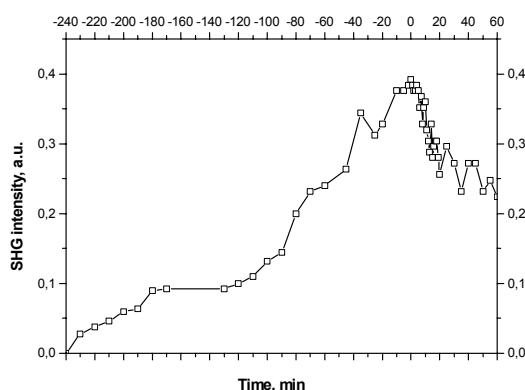


Figure 2

poling or all optical (AO) poling is applied to orient polar molecules. The

studies of 1wt% DMABI molecule (Fig. 1) are presented in this work. The films were prepared as polymer doped systems by solvent casting. Poly (methylmetacrylate) (PMMA) was applied as polymer. For AO poling and second harmonic generation (SHG) Nd:YAG laser was used. The sample was irradiated at wavelengths 532 nm and 1064 nm. Absorption of PMMA molecules in this wavelength is low in comparison with DMABI molecules, which

photoinduced intramolecular electron transfer occurs at around 480nm. Results of SHG studies confirm possibility to orient DMABI molecules by AO poling and presence of SHG effect in polymer thin film (Fig. 2).

FĀZES JUTĪGA OTRĀS OPTISKĀS HARMONIKAS ĢENERĀCIJAS METODE NELINEĀRI OPTISKU ORGANISKU MOLEKULU ANSAMBLU ORIENTĀCIJAS PĒTĪJUMIEM

V.Zauls, C. Flueraru¹, S. Šrāders²

LU Cietvielu fizikas institūts

¹*Molekulāro zinātņu institūts, Otava, Kanāda*

²*Fizikas institūts, Potsdamas universitāte, Vācija*

Tradicionālā otrās optiskās harmonikas ģenerācijas (OHĢ) polarizācijas metode nelineāri optisku organisku molekulu orientācijas pētījumiem var tikt modificēta, ievietojot stara ceļa papildus koherentu OHĢ viļņu avotu un regulējamu dispersīvu aiztures elementu. Mainot šo aizturi, iespējams novērot atbalsta viļņa interferenci ar parauga OHĢ signāla vilni un tādā veidā noteikt paraugā ģenerētā signāla fāzi, kā arī izsekot tās izmaiņām dažādu ārēju faktoru iedarbībā. Šādas optiskās fāzes jutīgas (FJ) OHĢ detektēšanas metodes iespējas nodemonstrētas, izmantojot par paraugu 2-docosilalamino-5-nitropiridīna (DCANP) molekulu orientētu daudzslāņu Lengmīra-Blodžetas kārtiņu. Tiks apspriestas FJ OHĢ metodes pielietojuma iespējas cita veida skārtotām molekulārām struktūrām un sagaidāmie efekti.

INVESTIGATION OF NLO MOLECULAR ARRANGEMENTS BY PHASE SENSITIVE OPTICAL SECOND HARMONIC GENERATION

V.Zauls, C. Flueraru¹, S. Schrader²

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

¹*Steacie Institute for Molecular Science, Ottawa, Canada*

²*Institute of Physics, University of Potsdam, Germany*

Capabilities of traditional polarized optical second harmonic generation (SHG) techniques for determination of orientation of non-linear optical (NLO) organic molecules can be extended by introducing additional coherent reference second harmonic wave source and variable optical delay element into the detector path to perform phase sensitive (PS) SHG measurements of the sample signal. Perfection of dipolar alignment and absolute orientation in multi-layered Langmuir-Blodgett sample of 2-docosylamino-5-nitropiridine (DCANP) molecules deposited by one directional dipping has been studied as example. Possible applications of PS SHG for studies of other molecular arrangements and expected effects will be discussed.

FOTOIZOMERIZĀCIJAS PROCESI AZOBENZOLA ATVASINĀJUMU PLĀNĀS KĀRTIŅĀS

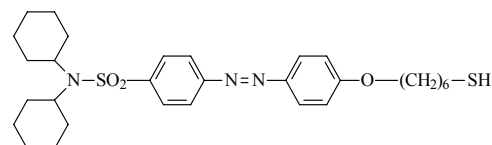
A.Tokmakovs¹, A.Vembris^{1,2}, L.Gerca¹, I.Muzikante^{1,2}, E.Laizāne²,
E.Markava³, D.Gustiņa³

¹Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles iela 21, Rīga LV 1006, Latvija

²Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts, Ķengaraga iela 8,
LV-1063 Rīga, Latvija

³Latvijas Organiskās sintēzes institūts, Aizkraukles iela 21, LV 1006, Rīga, Latvija.

Attīstoties mikroelektronikai liela interese tiek pievērsta vielām ar atgriezeniskām fotoizomerizācijas īpašībām. Darbā pētīts azobenzola atvasinājums N,N-dicikloheksyl-4-[4-(6-merkaptohexiloksi)-fenilazo]benzolsulfonamīds (**As-6**), kuram ir izteikts fotoizomerizācijas efekts, un nepakļaujas fotooksidēšanas procesiem.



As-6

1wt% **As-6** molekulas tika iejauktas izotaktiskā polimetilmetakrilāta (**i-PMMA**) matricā un ar liešanas metodi uzklāta uz kvarca stikla pamatnes.

Darbā tika pētītas kārtiņu optisko īpašību izmaiņas, fotoizomerizējot molekulas. Paraugu apgaismoja ar ksenona lampu caur dažādu viļņu garumu interferences filtriem, līdz optiskā blīvuma vērtība galvenajā maksimumā pie 360nm sasniedza fotostacionāru stāvokli.

Lai noskaidrotu procesa atgriezeniskumu, veica atkārtotu parauga gaismošanu pie dažādiem viļņu garumiem 350-450nm spektrālā rajonā. Rezultāti parāda, ka fotostacionārā stāvokļa absorbcijas vērtība 360nm joslā ir atkarīga no apgaismotā viļņu garuma un ir nemainīga to vairākkārtīgi apgaismojot (skat. 1. zīmējumu). Tas liecina, ka 1wt% **As-6** + **i-PMMA** kārtiņas optiskā blīvuma izmaiņas galvenokārt nosaka **As-6** molekulas cis –trans fotoizomerizācija.

PHOTOISOMERIZATION PROCES IN THIN FILMS OF AZOBENZENE DERIVATIVES

A.Tokmakovs¹, A.Vembris^{1,2}, L.Gerca¹, E.Laizāne², I.Muzikante^{1,2},
E.Markava³, D.Gustiņa³

¹Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006, Latvia

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Ķengaraga Str. 8,
LV-1063 Riga, Latvia

³Latvian Institute of Organic Synthesis, Aizkraukles str. 21, LV 1006, Riga, Latvia

Materials with photoisomerisation properties are of great importance for development of

microelectronics. We investigate novel azobenzene derivative N,N-dicyclohexyl-4-[4-(6-mercapto-hexyloxy)-phenylazo] benzenesulfonamide (**As-6**). **As-6** molecules possess reversible trans/cis photoisomerization effect.

1wt% **As-6** molecules were mixed with isotactic poly(methyl methacrylate)(**i-PMMA**) and casted thin films were prepared on quartz glass substrates. Sample was irradiated in spectral region between 350 and 450nm with xenon lamp, using different interference filters. Sample was irradiated until photostationary value of

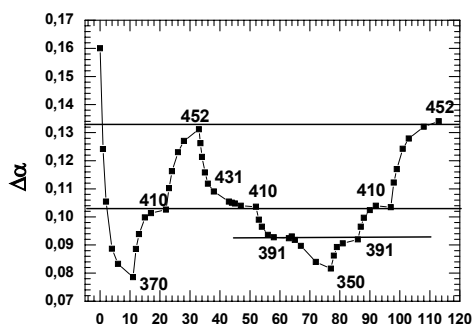


Figure 1.

absorbance at 360nm was achieved. The values of absorbance at 360nm depend on irradiation wavelength and hold constant on irradiation cycles (see Figure 1). According to the results we may assume that photoinduced processes are mainly caused by photoisomerisation of **As-6** molecules.

NIKEĻA UN FLUORĒTĀ VARA FTALOCIANĪNA PLĀNO KĀRTIŅU ELEKTRISKĀS ĪPAŠĪBAS OZONA UN AMONJAKA VIDĒ

R.Dobulāns^{1,2}, E.Fonavs^{1,2}, I.Muzikante^{1,2}, A.Tokmakov², M.Bouvet³

¹*LU Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija,*

²*LZA Fizikālās Enerģētikas institūts, Rīga, Latvija,*

³*Neorganiskās ķīmijas un molekulāro materiālu lab., P.M.Kirī universitāte,
Parīze, Francija*

Plānās ftalocianīnu (*Pc*) sublimētās kārtiņās novēro fizikālo īpašību izmaiņas dažādu gāzu vidē. Metalisko *Pc* plāno kārtiņu elektrovadamība mainās absorbējot oksidējošās vai reducējošās gāzes. Viena no oksidējošām gāzēm ir ozons (O_3), kura koncentrācijas noteikšana ir būtiska pie atmosfēras piesārņojuma novērtēšanas. Darbs ir veltīts *Pc* atvasinājumu plāno kārtiņu elektrisko īpašību pētījumiem atkarībā no O_3 un NH_3 . Viens no savienojumiem ir plaši izmantotais niķeļa ftalocianīns (*PcNi*), kuram ir p-tipa elektrovadītspēja un jaunsintezētais fluorētais vara ftalocianīns (*F₈PcCu*), kam ir n-tipa elektrovadītspēja.

Plāno kārtiņu elektriskās īpašības pētīja ar elektrovadamības maiņu virsmas paraugos, izmantojot Au elektrodus. Virsmas potenciāla izmaiņu mērīja ar Kelvina zondes metodi.

O_3 vidē novēro virsmas potenciāla pieaugumu *PcNi* un samazināšanos *F₈PcCu* plānās kārtiņās. N_2 plūsmā novēro atgriezenisku procesu. Savukārt elektrovadamības maiņu O_3 vidē novēro tikai *PcNi* kārtiņās, bet *F₈PcCu* kārtiņās elektrovadamība palielinās reducējošās gāzes (NH_3) vidē.

INVESTIGATION OF ELECTRICAL PROPERTIES OF METAL PHTHALOCYANINES IN THE PRESENCE OF OZONE AND AMONIA

R.Dobulans^{1,2}, E.Fonavs^{1,2}, I.Muzikante^{1,2}, A.Tokmakov², M.Bouvet³

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia,*

²*Institute of Physical Energetics, LAS, Riga, Latvia,*

³*Laboratory of Inorganic Chemistry and Molecular Materials,
Pierre & Marie Curie University, Paris, France*

Vacuum-evaporated thin films of phthalocyanine (*Pc*) derivatives have been studied for chemical sensing to gases. The changes of electrical properties of metal *Pc* can be influenced by absorption of oxidation or reducing gases on film. Ozone (O_3) is an important oxidizing agent present in the atmosphere.

In these studies nickel phthalocyanine (*PcNi*) as p-type material and fluorinated *PcCu* (*F₈PcCu*) as n-type material was used. The variation of the density of charge carriers due alternate exposing to the ammonia NH_3 and O_3 was studied by the technique of the Kelvin probe and in-plane electrical conductivity. Thin films of *PcNi* and *F₈PcCu* were prepared by vacuum evaporation. For surface potential measurements samples were prepared on glass substrate coated with gold film. Electrical conductivity was measured of in-plane samples with Au electrodes.

Surface potential increases under ozone for *NiPc* but decreases in the case of *F₈PcCu*. Conductivity measurements carried out on the same films allowed to show that in-plane conductivity of *NiPc* increases under O_3 and decreases under NH_3 . On the contrary, *F₈PcCu* the increase of in-plane conductivity is observed only under NH_3 .

OPTISKĀ SPEKTROSKOPIJA UN LUMINISCENCE

GAISMU EMITĒJOŠAS DEFEKTU REAKCIJAS SILICIJA DIOKSĪDA STIKLOS

A.Siliņš

LU Cietvielu fizikas institūts, Kengaraga 8, Rīga, LV –1063

Radiācijas un foto- inducētie defekti stiklveida silīcija dioksīdā ir stabili pie zemām temperatūrām, kad tie nav spējīgi kustēties stikla tīklā. Paaugstinot temperatūru daži defekti sāk kustēties un reaģēt ar citiem defektiem, tādā veidā atjaunojot pirmsradiācijas situāciju. Šāds process ir labi izpētīts stiklveida dioksīda stiklā ar lielu hidroksila saturu, kuru apstaro ar augstas enerģijas fotoniem (7,9eV) pie šķidrā slāpekļa temperatūras. Šādas iedarbes rezultātā O-H saites tiek sarautas un veidojas stabili netilpiņa skābekļa atomi un starpmezgla ūdeņraža atomi. Kad temperatūru paaugstina līdz 100K ūdeņraža atomi sāk kustēties un savienojas atpakaļ ar netilpiņa skābekļa atomiem atjaunojot hidroksila grupas. Šo reakciju pavada sarkanās gaismas emisija (1,9eV), kura ir raksturīga netilpiņa skābekļa atomiem. Līdzīga luminescence parādās arī pie temperatūrām virs 200K, kad ūdeņraža molekulas kļūst kustīgas. Luminescences ierosmes mikromehānisms tiek izstrādāts. Netiltina skābekļa atomu reakcija ar trīskoordinētiem silīcija atomiem arī izsauc luminescenci redzamās gaismas rajonā.

LIGHT EMITTING DEFECT REACTIONS IN FUSED SILICA

A.Silins

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia
8 Kengaraga St., Riga, LV –1063, Latvia*

Radiation and photo-induced defects in fused silica are stable at low temperatures when they are not able to move in the glass network. With the increase of the temperature some defects are becoming movable and restoration of pre-radiation situation in the glass network occurs. Well know example of such process happens in “wet” synthetic fused silica irradiated at liquid nitrogen temperature with high energy photons (7,9 eV). By this irradiation O-H bonds are broken in the hydroxyl groups leading to the formation of non-bridging oxygen atoms and hydrogen atoms. When the temperature is increased to 100K hydrogen atoms are becoming movable and react back with non-bridging oxygen atoms restoring bonded hydroxyl groups. This reaction is accompanied with the emission of red (1,9 eV) luminescence characteristic for the non-bridging oxygen atoms. Micro mechanism of the non-bridging oxygen atoms excitation in this reaction is under development. Similar luminescence appears also at temperatures above 200K when hydrogen molecules become movable in the glass network and react with non-bridging oxygen atoms. Reaction of non-bridging oxygen atoms with tree-fold-coordinated silicon atoms also leads to the visible luminescence.

STARPMEZGLU SKĀBEKĻA ATOMI RADIĀCIJAS PROCESOS SiO₂ STIKLĀ

L. Skuja¹, K.Kajihara², H.Hosono², M.Hirano²

¹*LU Cietvielu Fizikas Institūts*

²*Tokijas Tehnoloģiskais Institūts*

No visiem optikā izmantojamiem stiklveida materiāliem, vislabākā noturība pret jonizējošo, daļiņu un ultravioleto radiāciju ir SiO₂ stikliem. Līdzīgi kā vairumā oksīdu materiālu, viens no galvenajiem radiācijas punktdifektiem ir skābekļa vakance, kam ir veltīts daudz pētījumu. Turpretīm tai komplementārā defekta, starpmezglu skābekļa atomu īpašības un to daļība radiācijas procesos ir vāji izprastas. Mūsu darba mērķis bija parādīt, ka daudzveidīgajos radiācijas procesos, kas notiek stiklveida SiO₂ 300 - 400 C temperatūru rajonā, ievērojamu lomu spēlē kustīgi starpmezgla skābekļa atomi.

Starpmezgla skābekļa atomus ir grūti spektroskopiski novērot tiešā veidā: tiem (iespējams) ir tikai vāja absorbcijas josla spektra vakuuma UV daļā, kas ir paredzēta teorētiski, bet nav eksperimentāli precīzi identificēta. Tāpēc to detektēšanai var tikt izmantots fakts, ka spektroskopiski detektējamas ir 3 virsstehiometriskā skābekļa formas SiO₂: starpmezglu O₂ molekulas, peroksīda radikāļi $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}^\bullet$, un norautās skābekļa saites (netiltna skābekļi) $\equiv\text{Si}-\text{O}^\bullet$. Kustīguma detektēšanai tika izmantotas starpmezglu skābekļa atomu radīšana 2 procesos: 1) starpmezglu O₂ molekulas F₂ lāzera (7.9 eV) fotolīzes reakcijā, 2) peroksīdu radikāļa 5 eV UV fotolīzes (KrF lāzers vai Xe lampa) reakcijā. Tika parādīts, ka šādi apstarotus paraugus atļaidinot pie temperatūrām augstākām par 300C, notiek sinhrona peroksīda radikāļu koncentrācijas augšana un netiltna skābekļa atomu koncentrācijas samazināšanās. Kombinācijā ar sekojošu KrF lāzera apstarošanu šis process ir atgriezenisks, un to ir iespējams daudzkārtīgi atkārtot. Līdz šim tika uzskatīts, ka peroksīda radikāļu augšana termiskās atļaidināšanas procesā ir saistīta ar molekulārā skābekļa difūziju un tā reakciju ar silīcija norautajām saitēm ($\text{O}_2 + \equiv\text{Si}^\bullet \longrightarrow \equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}^\bullet$). Šī darba rezultāti liecina, ka galvenais kustīgais aģents ir starpmezglu skābekļa atomi. Teorētiskie aprēķini paredz, ka "starpmezglu" skābeklis faktiski iebūvējas stikla tīkā kopā ar tiltna skābekli, izveidojot $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}-\text{Si}\equiv$ saiti (peroksīda tiltnu). Novērotais zemais starpmezglu O kustīgums pie istabas temperatūras ir saskaņā ar šādu strukturālu modeli.

OXYGEN INTERSTITIALS IN RADIATION PROCESSES IN GLASSY SiO₂

L. Skuja¹, K.Kajihara², H.Hosono², M.Hirano²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, LV1063 Latvia*

²*Tokyo Institute of Technology, Yokohama 226-8503, Japan.*

Among optical glasses, glassy silicon dioxide (silica) shows a superior resistance against particle-, ionizing and ultraviolet radiations. Similarly to many other oxide materials, the oxygen vacancy is one of the most studied defects in silica. In contrast, the properties of its complementary defect, the interstitial oxygen atom, and its role in radiation processes in silica are relatively poorly understood. The purpose of this study was to demonstrate that interstitial oxygen atoms play an important part in defect annealing processes in silica typically occurring in the 300- 400 C temperature region.

Interstitial oxygen atoms are hard to observe spectroscopically in a direct way: they (probably) have only a weak optical absorption band in vacuum UV part of the spectrum. This band was predicted theoretically and is only tentatively confirmed experimentally. Therefore, it was detected indirectly, by monitoring three forms of superstoichiometric oxygen in SiO₂: 1) interstitial O₂ molecules, 2) oxygen dangling bonds $\equiv\text{Si}-\text{O}^\bullet$ and 3) peroxy radicals $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}^\bullet$. Interstitial O atoms were created in two ways: by F₂ laser (7.9 eV) photolysis of interstitial O₂ and by 5eV (KrF laser or Xe lamp) photolysis of peroxy radicals. It was found that when the samples prepared in this way were heated above 300C, a growth of the peroxy radicals takes place simultaneously with a commensurate decrease of the concentration of dangling oxygen bonds. This process is reversed by a subsequent 5 eV irradiation and can be repeated many times.

Up to now it was generally believed that the creation of peroxy radicals is due to a diffusion-controlled reaction between interstitial O₂ molecules and silicon dangling bonds ($\text{O}_2 + \equiv\text{Si}^\bullet \longrightarrow \equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}^\bullet$). The results of the present work show that the dominant reaction responsible for the creation of peroxy radicals occurs between oxygen dangling bonds and interstitial oxygen atoms. The published calculations indicate that interstitial oxygen atoms in silica glass network should exist as peroxy linkages ($\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}-\text{Si}\equiv$ bond). The observed low mobility of interstitial O at room temperatures is in agreement with such structural assignment.

ELEKTRONU STARU APSTAROTA SILĪCIJA DIOKSĪDA PĒTĪJUMI: LUMINESCENCE, INDUCĒTA ABSORBCIJA UN TILPUMA IZMAIŅAS

A. Truhins^{a,b}, K. Hots^b, A.-S. Žakeline^b, B. Pumeleks^b

*^aInstitute of Solid State Physics, University of Latvia,
Kengaraga St.8, LV-1063 Riga, Latvia*

*^bPhysico-Chimie de l'Etat Solide, Bat. 414, Université Paris Sud,
Orsay 91405 France*

Pētīta elektronu kūļa izraisīta luminiscence un radiācijas bojājumi kristāliskā kvarcā ar germānija piemaisījumu, tūrā silīcija dioksīdā ar dažādu skābekļa trūkuma līmeni, kā arī silīcija dioksīda plānās kartiņās uz silīcija pamatnes. Luminiscences un optiskās absorbcijas mērījumi tika veikti istabas temperatūrā. Radiācijas bojājumu šķērsriezums tika reģistrēts ar interferometra palīdzību. Tika novēroti sekojoši efekti:

1. Eksperimenta apstākļos radiācijas ietekmē netika atrasta kristāliskā kvarcā Ge centru transformācija uz kvarca stiklam raksturīgiem Ge centriem neskatoties uz novēroto amorfās fāzes veidošanos. Pie nelielām apstarošanas dozām tika novērots tilpuma pieaugums. Pie lielām dozām apstarotajā vietā parādās bedrīte.
2. Silīcija dioksīda plānās kartiņās ir novērota netilpna skābekļa un skābekļa deficīta centru luminiscence, kura apstarošanas laikā aug praktiski no nulles līmeņa.
3. Skābekļa deficīta centru luminiscence kvarca stikla paraugos ir novērojama, sākot ar mazām dozām, tai nedaudz augot stehiometriskos paraugos un samazinoties nestehiometriskos paraugos. Apstarotajā vietā parādās bedrīte jau pēc nelielām apstarošanas dozām. Sildot paraugu līdz 1000 C bedrīte izzūd, rādot, ka bedrīti apstarotā vietā rada materiāla sablīvēšana nevis tā zudumi.

Vienlaikus ar tilpuma sablīvēšanos tika novēroti elektronu starojuma radīti punktveida defekti (SiODC, NBO un E' centri).

LUMINESCENCE AND IRRADIATION DAMAGE OF SILICON DIOXIDE BY ELECTRON BEAM

A. Trukhin^{a,b}, C. Haut^b, A.-S. Jacqueline^b, B. Poumellec^b

*^aInstitute of Solid State Physics, University of Latvia,
Kengaraga St.8, LV-1063 Riga, Latvia*

*^bPhysico-Chimie de l'Etat Solide, Bat. 414, Université Paris Sud,
Orsay 91405 France*

Luminescence and radiation damage under electron beam of germanium-doped crystalline α -quartz, pure silica glass with different deficiency of oxygen and thin film of silicon dioxide on silicon were studied. Luminescence and optical absorption spectra were measured at room temperature. The profile of the radiation damage was measured. The main effects are:

1. The transformation of the Ge center in crystal to the Ge related oxygen deficient center (GeODC) of glassy state was not found in spite of observation of an amorphous phase of the irradiated germanium doped α -quartz crystal. At small dose (0.1 C/cm^2) an expansion of the irradiated volume was observed. At high dose ($>1 \text{ C/cm}^2$) a dilatation of the irradiated surface takes place.
2. In thin film of amorphous silicon dioxide on silicon the bulk NBO and the SiODC luminescence grows practically from a negligible initial level.
3. Pure silica samples with a different level of oxygen deficiency provide luminescence of SiODC centers under e-beam already at a low dose. Strongly deficient sample gives decrease of SiODC luminescence with dose, whereas more stoichiometric sample gives increase of luminescence with dose. The observed dilatation of the surface could be restored after heating to 1000 C. Therefore it is connected with densification of the irradiated volume. The CL spectrum of pure silica has additional red band of the NBO, when densification occurs. Therefore, beside densification of silica glass volume the three principal centers are recognized through absorption and luminescence in radiation processes under electron beam. These are: SiODC, NBO and E' center.

PAŠVIELAS UN PIEMAIŠĪJUMU LUMINISCENCES PROCESI AIN KERAMIKĀ UN NANOSTRUKTŪRĀS

L.Trinklere¹, B.Bērziņa¹, Shi Shih Chen², M.Benabdesselam³, P.Iacconi³

¹*Latvijas Universitātes cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija*

²*Nicas Universitāte, Nica, Francija*

³*Taivānas Nacionālā Universitāte, Taivāna*

Tiek salīdzinātas spektrālās īpašības diviem dažādiem alumīnija nitrīda materiāliem: keramikai un nanostruktūrām. Fotoluminiscences, termoluminiscences un optiski stimulētās luminiscences mērījumu rezultāti norāda uz luminiscences īpašību līdzību abos objektos, kuru nosaka ar skābekli saistītie centri. Vienlaicīgi ir novērojama atšķirība luminiscences procesu ierosināšanas spektros, kas liecina par dažādiem ierosinājuma enerģijas pārnese mehānismiem, kuri ir atkarīgi no materiālu struktūras un piemaisījumu koncentrācijas.

PROCESES OF INTRINSIC AND IMPURITY-RELATED LUMINESCENCE IN AIN CERAMICS AND NANOTIPS

L.Trinkler¹, B.Bērzina¹, Shi Shih Chen², M.Benabdesselam³, P.Iacconi³

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia*

²*Nice University, Nice, France*

³*Taiwan National University, Taiwan*

Spectral properties are compared for two aluminum nitride materials – ceramics and nanotips. Results of photoluminescence, termoluminescence and optically stimulated luminescence measurements show that both materials reveal similar luminescence properties, determined by participation of oxygen-related defects in the luminescence processes. In the same time there is observed a difference in luminescence excitation spectra, which speaks in favour of different excitation energy transfer mechanisms, which dominate in each material depending on its structure and impurity contents.

BORA NITRĪDA NANOMATERIĀLA SPEKTRĀLĀS ĪPAŠĪBAS

B.Bērziņa*, L.Trinklere*, R.Krutohvastovs*, R. T. Williams[†], D. L. Carroll^{†,‡}

**Latvijas Universitātes Ciervielu fizikas institūts; Kengaraga ielā 8, Rīga;*

[†]Department of Physics, Wake Forest University, 27109, Winston-Salem, NC, USA;

[‡]Nanotechnology Center, Wake Forest University

Bora nitrīds ir viens no perspektīviem platzonu materiāliem, kas var kristalizēties vairākās struktūrās, no kurām vairāk pazīstamas ir heksagonālā (h-BN) un kubiskā (c-BN) struktūra. Pēdējā laikā liela uzmanība ir veltīta tieši sintētiskam c-BN sakarā ar tā pielietojamību optoelektronikā. Tajā pašā laikā arvien aktuālāka kļūst materiālu īpašību izziņāšana, ja to izmēri atbilst nanopasaulei un ir mērāmi nanometros. Pēdējos gados LU CFI ir veikti kompleksi spektrālie pētījumi Japānā sintezētā c-BN keramikā. Patreiz mēs sākam nanomateriāla spektrālos pētījumus.

Wake Forest Universitātes Nanotehnoloģiju centrā ir iegūtas BN nanocaurules, kas ir pētītas, lietojot tunelējamisko mikroskopu un spektrālās metodes. Ir noteikts nanocauruļu diametrs ~ 5 nm un aizliegtās zonas platums, kas atrodas intervālā 4.5 - 4.8 eV. Šis nanomateriāls ir c-BN un h-BN maisījums. Pašreizējā pētījuma uzdevums ir veikt precīzu luminiscences un ierosmes spektru mērījumus, lai varētu mēģināt izvērtēt dažādās BN modifikācijas, ņemot vērā atšķirīgos aizliegtās zonas platumus.

SPECTRAL CHARACTERISTICS OF SOME BORON NITRIDE NANOMATERIALS

B.Berzina*, L.Trinkler*, R.Krutohvastov*, R. T. Williams[†], and D. L. Carroll^{†,‡}

**Institute of Solid State Physics, University of Latvia;*

8 Kengaraga Str., LV-1063, Riga Latvia.

*[†]Department of Physics, Wake Forest University,
27109, Winston-Salem, NC, USA*

[‡]Nanotechnology Center, Wake Forest University.

Boron nitride is one of the prospective wide band gap materials, which can crystallize in several modifications from which the hexagonal (h-BN) and cubic (c-BN) are more interesting. During recent decades a special interest is paid to synthetic c-BN, which is promising for use for optoelectronic devices. In the same time a high interest is paid to a change of material properties when reducing the size from macro crystalline to nanoscale. During some recent years the spectral characteristics of macromaterial – c-BN ceramics (made in Japan) have been studied in ISSP LU. At present an investigation of BN nanomaterials is started.

In the Nanotechnology Center of Wake Forest University, multi-walled BN nanotubes (mwnt-BN) have been grown by an arc generator method and characterized with tunneling microscopy and spectroscopy, finding band gaps between 4.5 and 4.8 eV for tube diameters above 5 nm. This BN nanotube material is a mixture of mwnt-BN and h-BN. We will report preliminary results of investigations of the mixed sample using excitation energy dependence of the photoluminescence spectra to attempt isolation of the luminescence due to nanotubes, based on band gap.

MĀKSLĪGO DIMANTU SPEKTRĀLĀS ĪPAŠĪBAS

A.Auzina, L.Trinklere, B.Bērziņa, M.Benabdeslam* un P.Iacconi*

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga ielā 8, Rīga;

**University of Nice-Sophia Antipolis; 06108-Nice, France.*

Dimants ir viens no perspektīviem pusvadītājiem, kas pieder pie platzonu materiāliem, un kam piemīt virkne īpašību, kas atļauj šo materiālu pielietot dažādām optoelektronikas vajadzībām. Ir sastopami gan dabīgie dimanti, gan arī ar dažādām metodēm sintezēti dimanti. Materiāla īpašības lielā mērā nosaka tajā esošie defekti, kas veido savus enerģijas līmeņus aizliegtajā enerģijas zonā un var tikt pētīti ar spektrālām metodēm.

Šajā darbā ir pētīta mākslīgi sintezēts HPHT dimants, kuram pie istabas temperatūras ir veikti spektrālie mērījumi. Ir pētīti optiski ierosinātas luminiscences un tās ierosmes spektri. Iegūtie rezultāti ir salīdzināti ar jau iepriekš iegūtiem rezultātiem dabīgajos dimantos (no Jakutijas kolekcijas).

SPECTRAL CHARACTERISTICS OF SOME SYNTHETIC DIAMONDS

A.Auzina, L.Trinkler, B.Berzina, M.Benabdeslam* and P.Iacconi*

Institute of Solid State Physics, University of Latvia; 8 Kengaraga Str., Riga

**University of Nice-Sophia Antipolis; 06108-Nice, France.*

Diamond is one of prospective wide band gap semiconductors, which characteristics made it promising for optoelectronic devices. Besides the natural diamonds there are several types of synthetic diamonds made by different synthesis methods. The properties of each material in a large extent depend on various defects of the material forming energy levels inside the band gap. Therefore, the optical methods of investigation based on luminescence measurements can be used.

The present investigations are carried out on HPHT synthetic diamond. Photoluminescence spectra and its excitation spectra are examined at room temperature. The results obtained are compared with those from natural diamond (from Yakutia collection) obtained previously.

TERMOSTIMULĒTIE REKOMBINĀCIJAS PROCESI LiBaF₃ KRISTĀLOS

I. Gromuls^a, P. Kūlis^a, I. Tāle^a, M. Nikl^b, N. Ichinose^c, K. Shimamura^c

^a *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

^b *Čehijas Republikas Zinātņu Akadēmijas Fizikas institūts, Prāga*

^c *Waseda Universitātes Materiālu zinātnes un tehnoloģijas laboratorija, Tokija, Japāna*

Darbā pētīti radiācijas defektu rašanās pie 10 K un termostimulētās rekombinācijas procesi LiBaF₃ kristālos ar optiskās absorbcijas, termostimulētās (TSL) un frakcionētās termostimulētās luminiscences metodēm. Ar X-stariem radītie defekti atdedzinās daudz stadiju procesā pie 20, 46, 105, 130, 170, 210 un 270 K. Izmantojot starpības starp absorbcijas spektriem mērītiem pirms un pēc TSL maksimumiem iegūtas rekombinācijas partneru iespējamās absorbcijas joslas. Ņemot vērā zināmās F-centru absorbcijas joslas un datus par rekombinācijas procesu “zīmi” noteikts:

- 20 K TSL maksimumu nosaka H-centru delokalizācija, H-centri raksturojas ar 3,8 eV absorbcijas joslu ar pusplatumu 1,1 eV.
- Autolokalizētu caurumu termostimulētas migrācijas tuneļa rekombinācija nosaka TSL maksimumus pie 105 un 130 K. Divu TSL pīķu parādīšanās V_K-centru delokalizācijas rajonā norāda, ka tā notiek gan ar 60°, gan ar 90° migrācijas lēcieniem. V_K-centru absorbcija raksturojas ar divām joslām pie 3,2 un 4,3 eV.

THERMOSTIMULATED RECOMBINATION PROCESSES IN LiBaF₃ CRYSTALS

I. Gromuls^a, P. Kulis^a, I. Tale^a, , M. Nikl^b, N. Ichinose^c, K. Shimamura^c

^a *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

^b *Institute of Physics, Academy of Science of the Czech Republic*

^c *Laboratory of Material Science and Technology, Waseda University, Tokyo, Japan*

Creation of radiation defects in LiBaF₃ crystals at 10 K and their thermostimulated recombination process are investigated. Methods of optical absorption, thermal bleaching of colour centres, thermostimulated luminescence (TSL) and fractional glow technique are used. The radiation defects annealed in multi stage process accompanied with thermo-luminescence at 20, 46, 105, 130, 170, 210 and 270 K. Possible parameters of recombination partners are determinate by the difference of optical absorption spectra measured before and after TSL peaks. Taking into account the known absorption bands of F-centres and “sign” of recombination process we consider:

- The TSL peak at 20 K arises due to the delocalisation of H-centres. The absorption band at 3.8 eV with half-width 1.1 eV can be attributed to the H-centre.
- The TSL peaks at 105 K and 130 K in LiBaF₃ are governed by thermoactivated migration-tunnelling recombination of self-trapped holes. Presence of two TSL peaks of V_K-centres at 105 and 130 K indicates that the 60° and the 90° migration hops occur. The expected absorption bands of V_K-centres are at 3.2 and 4.3 eV.

LOKALIZĒTO CAURUMU LOMA LiBaF_3 KRISTĀLU REKOMBINATĪVĀ LUMINESCENCĒ

A. Šarahovskis, M. Springis, M. Nikl*

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

**Čehijas ZA Fizikas institūts*

LiBaF_3 kristālos kā iespējamās jonizējošās starojuma dozimetros un atmiņas elementos būtiska loma informācijas nolasīšanā ir lokalizēto eksitonu luminiscencei (spektra rajonā ap 280 nm).

Šajā darbā pētīta lokalizēto eksitonu luminescence, kas rodas elektronu rekombinācijas rezultātā ar lokalizētiem caurumiem speciāli nelegētā LiBaF_3 kristālā. Luminiscence pētīta, stimulējot elektronu – caurumu rekombināciju gan termiski (termostimulētā luminiscence – TSL), gan optiski (optiski stimulētā luminiscence – OSL) pēc kristālu iepriekšējas rentgenizācijas.

85 K temperatūrā rentgenizēta kristāla balināšana ar gaismu spektra apgalā no 240 nm līdz 500 nm un tai sekojošās optiskās absorbcijas un TSL intensitātes izmaiņas ļauj domāt, ka rentgenizācijas rezultātā radušos caurumu absorbcija LiBaF_3 kristālā sagaidāma 380 nm rajonā. 55 K temperatūrā rentgenizēta kristāla balināšana ar polarizētu gaismu 8 K temperatūrā un tai sekojoši OSL polarizācijas mērījumi rāda, ka OSL rodas elektronu rekombinācijas rezultātā ar anizotropiem lokalizētiem caurumiem, kuri orientēti kristalogrāfiskās C_2 ass virzienā (V_k centri).

THE ROLE OF LOCALIZED HOLES IN RECOMBINATIVE LUMINESCENCE OF LiBaF_3 CRYSTALS

A. Sharakhovsky, M. Springis, M. Nikl*

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

**Institute of Physics AS Czech Republic*

The localized exciton luminescence (about 280 nm) is important for read-out processes in LiBaF_3 crystals prospective as ionizing radiation energy storage material.

Here we present a study of stimulated luminescence caused by localized excitons formed in result of electron recombination with localized holes. Both thermal (thermostimulated luminescence – TSL) and optical (optically stimulated luminescence – OSL) stimulation of previously X-ray irradiated undoped LiBaF_3 crystals was used to study the properties of localized holes.

The change of both optical absorption and TSL intensity after 240-500 nm optical bleaching of previously X-irradiated crystal at 85 K shows that absorption of localized holes should be in the spectral region about 380 nm. The polarization characteristics of OSL after polarized optical bleaching at 8 K of previously X-irradiated crystal at 55 K allows to conclude that OSL about 280 nm is caused by electron recombination with anisotropy localized hole, oriented along the C_2 axis of LiBaF_3 crystal lattice (V_k center).

UZKRĀTĀS STAROJUMA ENERĢIJAS NOLASĪŠANAS IPATNĪBAS LiBaF₃ KRISTĀLOS

L.Dimitročenko, M. Springis, U. Rogulis
Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

LiBaF₃ kristāli izraisa interesi kā perspektīvi materiāli jonizējošā starojuma detektēšanai. Radiācijas enerģijas uzkrāšana kristālā notiek, veidojoties dažādiem F-tipa elektronu centriem kā arī caurumu centriem. Uzkrāšanu var veikt arī izmantojot piemaisījuma defektus, kas kristālā spēj mainīt valenci, tādējādi veicot elektronu saķeršanu (elektronu ķērājcentus). Lai optiski nolasītu uzkrāto enerģiju, kristālā papildus ķērājcentriem jābūt luminiscences centriem. Parasti tie ir piemaisījumu defekti, kas luminiscē optiski ērti pieejamā spektra apgabalā.

Darbā ir apskatīta fotostimulētās luminiscences nolasīšanas shēma, izmantojot par ķērājcentru F-tipa centru, bet par luminiscences centru - retzemju elementu jonus Ce³⁺ un Eu²⁺.

READ – OUT PROCESSES OF STORED RADIATION ENERGY IN LiBaF₃ CRYSTALS

L.Dimitročenko, M. Springis, U. Rogulis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

LiBaF₃ compounds are prospective materials for detection of ionising radiation. Radiation energy is stored by creation of both several F-type electron centres and hole centres. Several dopands able to change their valence after irradiation also can be used as electron traps instead of F-type centres. Dopands usually can be used as hole centres (luminescence centres) for optical read – out of stored energy. Emission spectrum of luminescence centres should be suitable for detectors sensitivity.

In this paper we present the study of photostimulated luminescence of Ce³⁺ and Eu²⁺ using F-type centres optical stimulation.

F-TIPA CENTRU EPR LiBaF_3

V.Ogorodņiks, U.Rogulis, I.Tāle un Ā.Veispāls

LU Cietvielu fizikas institūts

Izpētīts ar rentģenu istabas temperatūrā apstarotā LiBaF_3 kristālā radīta defekta EPR spektrs. EPR spektrs sastāv no apmēram 35 ekvidistantām līnijām. Defekts ir nestabils dienas gaismā, bet arī tumsā sabrūk dažu stundu laikā. Šīs līnijas magnētiskā lauka orientācijā paralēli $[111]$ kristāla asij atrodas 0.9 mT attālumā ar intensitāšu sadalījumu tuvu binomiālajam. EPR spektru var aprakstīt kā nesapārota spina $S=1/2$ hipersīkstruktūras (*hss*) mijiedarbību ar 2 dažādām ekvivalentām kaimiņu kodolu spinu grupām: 2 Li kodoliem pirmajā čaulā un 8 ekvivalentiem F kodoliem otrā čaulā. Šāds modelis atbilst F-tipa centram (electrons atrodas fluora vakancē) LiBaF_3 kristālā. EPR līnijas ir stipri anizotropas, ko nosaka anizotrops *g*-tenzors, kura galvenā ass vērsta kristāla $[100]$ ass virzienā. Dotajā referatā tiks diskutēta *hss* līniju intensitāte un to leņķiskā atkarība, kā arī piedāvāts iespējamais *g*-tenzora komponentu variants.

EPR OF F-TYPE CENTRE IN LiBaF_3

V. Ogorodnik, U. Rogulis, I. Tale, A. Veispals

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In the present work, we investigated in more details an EPR spectrum, observed in LiBaF_3 after X-irradiation at room temperature, consisting of approximately 35 lines. It is unstable at RT and disappear within few hours in dark or faster in light. For an orientation of the magnetic field parallel to the $\langle 111 \rangle$ direction of the crystal, these EPR lines are equidistant (with a step of 0.9 mT) and their intensities follow nearly the binomial distribution. The spectrum is explained by hyperfine interaction (*hf*) of a spin $S = 1/2$ with 2 equivalent Li nuclei being in the first shell and 8 equivalent fluorine nuclei in the second shell. This model corresponds to the F-type centre (fluoride vacancy with electron) in the LiBaF_3 crystal. The strong angular dependence of the line intensities is caused by an anisotropy of the *g*-tensor with its main axis oriented along the $[100]$ direction of the crystal. Angular dependencies of the *hf* lines and their intensities and a possible set of *g*-tensor parameters will be discussed.

PAR Mo DEFEKTA EPR HIPERSĪKSTRUKTŪRU CdWO₄

E.Elsts, U.Rogulis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Agrākajos CdWO₄ kristālu pētījumos tika novērots ar Mo piejaukumu saistīta defekta elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) spektrs [1]. Molibdēna kodolu hipersīkstruktūrai (*hs*) atbilstošās līnijas tika identificētas viennozīmīgi, taču pārējās dotā EPR spektra hipersīkstruktūras līnijas principā bija iespējams izskaidrot gan kā nesapārotā elektrona *hs* mijiedarbību ar kaimiņu W kodoliem, gan ar kaimiņu Cd kodoliem. Darbā [1] tika dota priekšroka *hs* mijiedarbībai ar W kodoliem. Šajā referātā ar Mo saistītā defekta EPR spektra hipersīkstruktūra tiks analizēta, ievērojot arī mijiedarbību ar Cd kaimiņu kodoliem.

[1] U. Rogulis, Radiation Measurements, 1998, vol. 29, p. 287 - 289.

EPR HYPERFINE STRUCTURE OF THE Mo - RELATED DEFECT IN CdWO₄

E.Elsts, U.Rogulis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Electron paramagnetic resonance (EPR) spectrum of a Mo- related impurity defect in CdWO₄ crystal was observed in our previous work [1]. Hyperfine structure (*hfs*) lines of the Molybdenum were identified unambiguously. However, it was possible to explain further *hfs* lines in the EPR spectrum as *hfs* interactions of the unpaired electron with neighbouring W nuclei as well as with neighbouring Cd nuclei. Previously in [1], *hfs* interactions with W nuclei have been preferred. In the present work, the EPR hyperfine structure of the Mo- related defect will be analysed taking into account also *hfs* interactions with neighbouring Cd nuclei.

[1] U. Rogulis, Radiation Measurements, 1998, vol. 29, p. 287 - 289.

AUTOLOKALIZĒTA EKSITONA VEIDOŠANĀS REKOMBINATĪVĀ PROCESĀ CINKA UN SVINA VOLFRAMĀTOS.

S. Černovs , D. Millers

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Izmantojot luminescento metodiku ar izšķiršanu laikā pētīti PbWO_4 un ZnWO_4 monokristāli. Pašvielas luminescenci šajos kristālos rada izstarojuma pārejas autolokalizētos eksitonos un minētā luminescence ir dominējoša neaktivētos kristālos. Mūsu eksperimentos novērota pašvielas luminescences intensitātes pieaugšana pēc ierosinošā elektronu kūļa impulsa, kas norāda, ka autolokalizētie eksitoni turpina rasties pēc ierosmes beigām. Apspriesti autolokalizēto eksitonu veidošanās procesi PbWO_4 un ZnWO_4 kristālos.

RECOMBINATIVE CREATION OF SELF-TRAPPED EXCITONS IN LEAD AND ZINC TUNGSTATES.

S. Chernov, D. Millers

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The time-resolved luminescence of PbWO_4 and ZnWO_4 single crystals was studied. The intrinsic luminescence of these crystals originates from self-trapped excitons and this kind of luminescence is dominant in undoped crystals. The rise of intrinsic luminescence intensity after pulsed electron beam irradiation was observed in our experiments. This luminescence intensity rise shows that creation of self-trapped excitons continues after the excitation interruption. Possible creation process of self-trapped exciton is discussed.

RADIĀCIJAS INDUCĒTIE DEFEKTI LaGaO₃ KRISTĀLĀ

T. Dudareva

LU Cietvielu fizikas institūts

Radiācijas inducētie defekti pētīti neaktivētā un ar Nd aktivētos LaGaO₃ kristālos. Reģistrēti stacionārās un īsi dzīvojošās optiskās absorbcijas spektri. Novērotas izmaiņas optiskās absorbcijas spektrā pēc neaktivēta parauga apstarošanas ar rentgena stariem. Plata absorbcijas josla 2.2 - 2.8 eV spektrālajā diapazonā tiek saistīta ar radiācijas defektu veidošanos. Defektu atdedzināšana ir iespējama gaisā pie temperatūras ~450K.

Līdzīga absorbcijas josla novērota arī īsi dzīvojošās absorbcijas spektros, kuri reģistrēti ierosinot paraugus ar impulsa elektronu kūli. Inducētās absorbcijas relaksācijas kinētiku analīze noved pie secinājuma par novēroto procesu sarežģītību. Parādīts, ka LaGaO₃ kristālu aktivēšana ar Nd noved pie radiācijas defektu veidošanās efektivitātes samazināšanas. Apspriesti iespējamo defektu modeļi.

RADIATION INDUCED DEFECTS IN LaGaO₃ CRYSTALS

T. Dudareva

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia,
Kengaraga 8, Riga, Latvia*

Radiation induced defects have been studied in undoped and Nd-doped LaGaO₃ crystals. Stationary and short lived optical absorption spectra have been registered. The changes in optical absorption spectrum in undoped crystal after irradiation with x-rays have been observed. Wide absorption band (2.2 – 2.8 eV) is connected with creation of radiation defects. Defects annealing in air is possible at temperature ~ 450 K.

Similar absorption band has been observed in short lived absorption spectra. The short-lived absorption was excited by the ns-pulse electron beam. The analysis of induced absorption relaxation kinetics shows that observed process is complicate. The radiation defect creation efficiency is higher in undoped LaGaO₃ crystals and Nd doping increase the radiation stability. Possible models of radiation defects LaGaO₃ crystals have been considered.

TlBr KRISTĀLI – JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA DETEKTORU MATERIĀLI

M. Šorohovs

LU Cietvielu fizikas institūts

Pēdējā laikā ir parādīts, ka TlBr kristāli ir izmantojami par materiālu jonizējošā starojuma detektoru izgatavošanai. Detektori, izgatavoti no TlBr, strādā pie istabas temperatūras, detektējot x-starojumu un γ -kvantus diapazonā no 100 keV līdz 1 MeV. Jutība un enerģētiskā izšķiršanas spēja detektoros ir atkarīga no lādiņu nesēju savākšanas efektivitātes, kura savukārt ir atkarīga no kristāla elektroniskām īpašībām.

Pētīta īsi dzīvojošā inducētā absorbcija, inducētās absorbcijas relaksācijas kinētikas, luminiscences spektrālais sastāvs un luminiscences dzīves laiki dažādos TlBr kristālos. Tika salīdzināti eksperimentos iegūtie dati ar radiācijas detektoru īpašībām, kuri izgatavoti firmā “Baltic Scientific Instruments”, Rīgā, no šiem pašiem TlBr kristāliem. Tiek izvēlētas optiskās metodes detektoru kristālu atlasei un rekomendācijas kristālu audzēšanas tehnoloģijas pilnveidošanai.

TlBr CRYSTALS – THE MATERIAL FOR IONIZING RADIATION DETECTION

M.Shorochov

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia,
Kengaraga 8, Riga, Latvia*

Recently it is shown that TlBr crystals can be used as a material for ionizing radiation detectors. Room temperature TlBr detectors are used for x-ray and γ -quanta detection in 100 keV-1 MeV spectral region. Sensitivity and energy resolution of detectors depends on charge carrier collection efficiency. This process, in a number of cases, depends on crystal electronic properties.

Induced transient absorption, its relaxation kinetics, luminescence spectra and luminescence decay times for different TlBr crystals were investigated. The results of experiments were compared with radiation detector properties. The detectors from the same TlBr crystals were produced by “Baltic Scientific Instruments, Riga. The optical methods appropriate for detector crystal selection and recommendations for crystal growth technology improvement were proposed.

ReO₃ TIPA REŽĢA DINAMIKAS ĪPAŠĪBAS

J. Gabrusenoks

LU Cietvielu fizikas institūts

WO₃ kristāliskā režģa dinamikas parametru noteikšanai tika izmantoti infrasarkanie atstarošanās un Ramana spektri. Aprēķini parāda dažāda tipa svārstību spēcīgu neatkarību. Ir noteiktas atomu termisko svārstību amplitūdas.

DYNAMICAL PROPERTIES OF THE ReO₃ – TYPE LATTICE

J. Gabrusenoks

LU Cietvielu fizikas institūts

Infrared reflection and Raman spectra have been applied to calculate parameters of lattice dynamics for WO₃ crystal.. The calculation shows strong independence between different types of the vibrations. To be determined amplitudes of thermal vibrations of the atoms.

INFRASARKANĀS FURJE SPEKTROSKOPIJAS INFORMATĪVĀS IESPĒJAS

L.Grigorjeva, D.Millers

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga 8, Rīga, Latvia

Furje Transformāciju Infrasarkanā (FTIS) spektroskopija ir moderna un labi pazīstama metode, kura tiek plaši lietota ķīmijā, fizikā, bioloģijā. Tiek aplūkoti šīs metodes principi un iespējas molekulu svārstību pētījumos. Piemēram, pamatojoties uz iegūto molekulu svārstību frekvenču spektru, ir iespējams veikt ķīmisko analīzi (salīdzinot ar datu bāzes spektriem), kā arī pētīt ķīmisko reakciju gaitu. Struktūras pētījumos ir iespējams noteikt kādas ķīmiskās grupas ir pētāmā paraugā. Pētījumus var veikt gan dažādās cietās vielās (kristālos, stiklos, optiskās šķiedrās, keramikās, pulveros un plēvētēs), gan arī šķīdumos un gāzēs. Var pētīt molekulu svārstību spektru temperatūras atkarības, kā arī spektra izmaiņas pieliktā spiediena vai magnētiskā lauka ietekmē. Tiek aplūkoti daži FTIS absorbcijas spektroskopijas pielietošanas piemēri cietvielu pētījumos.

FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY INFORMATIVE RESOURCES

L.Grigorjeva, D.Millers

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Ķengaraga 8, Riga,
Latvia*

Fourier Transform (FT) Infrared (IR) spectroscopy is a modern and well-known method. FTIR is widely used in chemistry, biology and physics. In this presentation we examine the principles of the method and summarize the molecule vibration investigation potentialities. For example, it is possible to make chemical analyze from the spectra of molecules vibrational frequencies (to compare the spectra to known databases) as well as to observe chemical reactions *in-situ*. In structural investigations one can determine what chemical groups are in the sample. The solid state samples (crystals, glasses, optical fibers, ceramics, powders and films) as well as liquids and gases could be investigated. Molecule vibration spectra at different temperature, pressure, magnetic field could be studied. Some examples of the FTIR absorption spectroscopy applications for solid state investigation has been dive.

DLTS MĒRĪJUMU METODIKA UN REZULTĀTU APSTRĀDE

M. Piešņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Dziļo Līmeņu Pāreju Spektroskopija (DLTS) ir metode defektu raksturošanai pusvadītāju materiālos. Tās pamatā ir elektriski vai optiski ierosinātas telpas lādiņa zonas kapacitātes pārejas (*transienti*). Kapacitāti nosaka saņemto lādiņnesēju daudzums, kas pēc ierosmes beigām samazinās aptuveni eksponenciāli, bet to relaksācijas ātrums ir atkarīgs no temperatūras. Kā telpas lādiņa zona kalpo pusvadītāju diode, kuras kapacitātes pāreju forma mainās līdz ar temperatūru.

Metode ļauj noteikt tādu defektu raksturlielumus kā aktivācijas enerģiju, satveršanas šķērsriezumu, lādiņnesēju slazdu koncentrāciju un tās profilu telpas lādiņa zonā un tās tuvumā. Priekšrocību skaitā ir augstā jūtība un spēja analizēt katru slazdu tipu atsevišķi, turpretī galvenais trūkums ir prasība pret diodi – tai jābūt pietiekami labai, jo tās īpašībām var būt stipra ietekme uz rezultātiem un mērīšanas iespējamību.

Aktuālākie pielietojumi ir kvantu punktu pētniecība, kas, pirmkārt, ir saistīta ar nepieciešamību pēc mazākiem izmēriem mikoshēmās, otrkārt – ar vēlmi izprast to fundamentālās īpašības. Vienlaicīgi tiek tālāk attīstīta pati metode – ar Laplasa transformācijām, piemēram, var krietni paaugstināt aktivācijas enerģiju noteikšanas izšķirtspēju un pētīt mazu koncentrāciju defektus lielākas koncentrācijas defektu tuvumā.

METHODICS OF DLTS MEASUREMENTS AND PROCESSING OF RESULTS

M. Piesins

Institute of Solid State Physics University of Latvia

Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS) is a technique of characterization of defects in semiconductors. It is based on induced capacitance transients in space charge layer. Capacitance change is determined by the number of holes and electrons in traps, which falls near exponentially after injection of charge carriers by electrical biasing or after optical excitation. The emission rates are temperature dependent. A typical diode structure is required for these measurements.

This method provides with information about such defect characteristics as activation energy, concentration profile and capture cross section for each trap. Two of the main advantages are the high sensitivity and the ability to gain information about each trap individually. The most important problem is, however, the diode itself – it must be very good, since results may depend on it a lot or it may even be unusable.

Actual applications include research of quantum dots, which is primarily driven by the need for even smaller electronic components, followed by fundamental questions. At the same time, the method itself is undergoing further development – with help of high resolution Laplace transforms it yields much higher resolution of activation energy and allows to measure little concentrated traps near highly concentrated ones.

OPTISKO DATU APSTRĀDE UN PĀRRAIDE

G.Vāle, A.Krūmiņš

LU Cietvielu fizikas institūts

Ziņojumā piedāvāts principiāli jauns optisko integrālo shēmu modelis informācijas apstrādei (loģiskai un matemātiskai) un pārraidei miniaturās atmiņas ierīcēs optoelektronikā un fotonikā.

Kā mikrovide izmantota aktivēta mikrostruktūra uz sārmu metālu halogenīdu bāzes, kurā radiācijas defektu veidošanās un rekombinācijas īpatnības ļauj izmantot nerelaksētos procesus informācijas ātrai un jutīgai multi-funkcionālai apstrādei.

Iztirzāti arī to fizikālo procesu mehānismu specifika mikrostruktūrās, kas nosaka optisko datu apstrādi - defektu rašanās un fotostimulētā rekombinācija, nerelaksēto daļiņu mijiedarbība ar piemaisījumiem un krāsu centriem, fotostimulētās supravadamības un mikrolāzera modeļi mikrostruktūrās. Pēdējie tad arī nodrošina piedāvāto integrālo shēmu ātrdarbību.

OPTICAL DATA PROCESSING AND TRANSFER

G.Vāle, A.Krūmiņš

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia,
8. Kengaraga St., Riga LV1063, LATVIA*

In the present report it is proposed a principally new type of optical chips for multifunctional optical data processing and transfer in miniaturised optoelectronic and photonic high-speed (some gigabits a second) storage devices.

The physics of active micromedia is based on specific behaviour of radiation defect production and photostimulable recombination in doped microstructures of alkali halides where it is possible to use the unrelaxed processes for optical data processing and transfer.

The models of physical processes responsible for fast information processing, including photostimulated superconductivity and microlasering, will be discussed, as well.

G.Vale, A.Kruminsh "Optical Storage in Doped Microstructures of Alkali Halides",
Radiation Effects and Defects in Solids, Vol.157, Nos.6-12, 2002.

G.Vāle, A.Krūmiņš "Laser active lattice defects in doped alkali halide microstructures",
Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, No3, p.56, 2003.

MATERIĀLI UN PIELIETOJUMI

EFEKTĪVO PĀRNESES KOEFICIENTU NOTEIKŠANA UN VIDĒJOŠANAS PROCEDŪRA

J.R.Kalniņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Aplūkotas vidējošanas tehnikas efektīvo difūzijas koeficientu noteikšanā divfāžu heterogēnā vidē. Parādītas vienkāršās aritmētiskās vidējošanas procedūras nepietiekamība asimetrisku fāžu sadalījuma gadījumā. Kvadrātiska ieslēguma gadījumā iegūtie teorētiskie (balstītie uz modificētā Maksvela - Garneta vienādojumu) [1] un Montekarlo modelēšanas rezultāti salīdzināti ar zināmiem rezultātiem [2] un parādītas pēdējo pielietojamības robežas. Tiek ņemta vērā difundējošo daļiņu satveršana un atbrīvošana.

Literatūras avoti:

1. J.R.Kalnin, E.A.Kotomin, and J.Maijer.- J.Phys.Chem.Solids, 2002,63, p.449-456.
2. I.V.Belova, G.E.Murch. – J.Phys. Chem.Solids, 2002,64, p.873-878.

DETERMINATION OF THE TRANSPORT COEFFICIENTS AND AVERAGING PROCEDURE

J.R.Kalnins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

We examine averaging technique used for determination of the effective diffusion coefficient in two phase media. It is shown that simple arithmetical averaging approximation is insufficient in the case of assymetric phase distribution. Results for squared inclusions, which were obtained based on the theory (Maxwell –Garnett) modified equation) [1] and Monte-Carlo computer simulation are compared with the wellknown results received [2]. The range of the applicability of these results is determined. Particle capture and release is taken into the account.

References

1. J.R.Kalnin, E.A.Kotomin, and J.Maijer.- J.Phys.Chem.Solids, 2002,63, p.449-456.
2. I.V.Belova, G.E.Murch. – J.Phys. Chem.Solids, 2002,64, p.873-878.

MATERIĀLU UN STRUKTŪRAS IETEKME UZ ŪDEŅRAŽA IZDALĪŠANOS DAŽĀDU METĀLU ELEKTRODIEM

L. Grīnberga, J. Kleperis

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts, Ķengaraga 8, Rīga, LV-1063

Darbā dots pārskats par elektrodu materiālu un struktūras ietekmi uz ūdeņraža izdalīšanās efektivitāti elektrolīzes procesā. Interesi izraisa ne tikai metālu, bet arī metāliem līdzīgo materiālu klase, piemēram, leģēta dimanta kārtiņas, poraini oglekļa materiāli, vadoši metālu oksīdi (RuO_2 , WO_2), u.c. Izdalītā ūdeņraža daudzums, elektroda potenciāls, pie kura izdalās ūdeņradis, elektrolīzes strāva, ir fizikālie lielumi, kuri izvēlēti, lai salīdzinātu dažādu elektrodu efektivitāti elektrolītiskā ūdeņraža izdalīšanās procesa laikā.

Materiālam, kura struktūru raksturo nanoizmēru atvērtas poras, ir daudz lielāka apmaiņas strāva un lielāks elektrolīzē izdalītā ūdeņraža daudzums, bet problēma, kuru grūti novērst, ir gāzveida ūdeņraža uzkrāšanās porās.

Elektrolīzes šūnas uzbūve arī ietekmē izdalītā ūdeņraža daudzumu, proti, elektrolīta sastāvs, elektrodu ģeometriskie izmēri, to savstarpējais izvietojums.

INFLUENCE OF STRUCTURE AND COMPOSITION ON HYDROGEN EVALUATION ON THE ELECTRODES OF DIFFERENT METALS

L. Grinberga, J. Kleperis

*Institute of Solid State Physics of University of Latvia,
8 Kengaraga street, Riga, LV-1063*

This work gives a short summary about the influence of electrode materials and structure on efficiency of hydrogen evaluation in the process of electrolysis. Interesting materials are not only metals but also metal alike class – doped diamond layers, porous carbon materials, conducting metal oxides (RuO_2 , WO_2), etc. Amount of evaluated hydrogen, potential of the electrode where hydrogen is eliminated, current of electrolysis – are physical parameters which are used for comparison of efficiency of different electrode during evaluation of electrolytic hydrogen.

In materials, whose structure is described as nanosized opened pores, higher exchange current and amount of obtained hydrogen can be observed. The largest and difficult to prevent problem is accumulation of gaseous hydrogen in pores.

The structure of electrolytic cell also affected the amount of released hydrogen – content of electrolyte, geometrical sizes of electrode and their disposition.

GĀZU MOLEKULU „NOSPIEDUMU” VEIDOŠANA PLĀNĀS METĀLU KĀRTIŅĀS

J. Hodakovska, J. Kleperis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Reāli tirgū tiek piedāvāti ļoti dažādi gāzu un smaku sensori, bet joprojām trūkst vienkāršu bet selektīvu sensoru ierīču, kas ātri atpazītu biogēnos amīnus gaļā un zivīs. Gaļas produktiem bojājoties, veidojas dažādi toksīni, kuri pat cepšanas procesā var palikt stabili. Par to klātbūtni ziņo specifiski smaržojoši amīni (*putrescence* un *cadaverine*), kurus izdala pūšanas procesā iesaistītie mikroorganismi. To smaka ir labi atpazīstama (*trūdu, līķu* smaka) un intensitāte labi korelē ar baktēriju skaitu uz bojātā produkta virsmas, tādēļ jau sen speciāli apmācīti inspektori to izmanto, lai spriestu par gaļas svaigumu. Nesen ASV ir atklāts specifisks lielmolekulārs polimers, kuru veido speciāli klasteri, no kuriem, līdzīgi kā Lego klucīšiem, var veidot dažādas formas. ASV zinātnieki šī polimera klasterus salika apkārt vienai amīna molekulai, pēc tam speciālā apstrādes procesā fiksēja šo struktūru, un ar speciālu reaģentu amīna molekulu izņēma ārā. Polimera matricā palika molekulas nospiedums. Tādējādi var tikt izveidota virsma, kas satur tikai noteiktas formas molekulu nospiedumus, kuros kā atslēga slēdzenē šī molekula var iesēsties.

Taču polimera klasteru veidošanas tehnoloģija šodien vēl ir ļoti sarežģīta. Mūsu ideja ir šos molekulu „nospiedumus” veidot plānās metāla kārtiņās. Piemēram, izmantojot termisko metālu iztvaicēšanu vakuumā, par pamatni ņem virsmu, uz kuras adsorbētas tās molekulas, kuru nospiedumi jāveido. Ļoti plānas metālu kārtiņas vakuumā aug pēc tā sauktā klasteru principa (izteikts piemērs ir zelta kārtiņas), un metāla klasteri arī varētu kalpot kā Lego klucīši, ko saliek apkārt analizējamai molekulai.

FORMATION OF „STAMPS” OF GAS MOLECULES IN THE METAL THIN FILMS

J. Hodakovska, J. Kleperis

Institute of Solid State Physics of University of Latvia

There is a need for a robust sensor device which accurately, simply and rapidly would detect the presence of biogenic amines in food products. Food poisoning is caused by ingesting toxins which are often relatively heat stable and are capable of surviving the cooking process. Typical markers of meat spoilage are putrescence and cadaverine, distinctive in odour. Their odour intensity correlates well with surface bacteria counts, and are widely used to evaluate meat freshness by both trained meat inspectors and individual consumers. Recently in USA has been developed the molecularly imprinted polymers, a new class of synthetic polymers which were constructed with special ligands to contain cavities which closely match the shapes of various odour molecules. After removing the odour molecule, a cavity was left behind with the shape of odour molecule. In this way, a particular molecule can be identified since the shape of the cavity is specific to the molecule modelled. In such a way very selective sensors can be developed.

Nevertheless, polymer imprinting method is quite complicated today and needs expensive high-level technology. Our idea is to use simple metal vacuum evaporation technique and specially prepared substrate that involves the target molecules (adsorbed onto surface). The target molecules are incorporated into a very thin metal film and allows to form bonds with the metal clusters (for example, thin gold film starts grow up nano-size clusters). The target molecules evaporate from thin metal film after annealing and special cavities for target molecules are left. First results are reported.

ERITROCĪTU OPTISKIE UN ĢEOMETRISKIE PARAMETRI

I. Motmillere, N. Mironova-Ulmane, A. Pavlenko

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, LV-1063 Rīga, Latvija

Eritrocīti ir cilvēku asiņu galvenā sastāvdaļa. Tie satur hemoglobīnu, kas organismā pārnēs skābekļa/ oglekļa dioksīdu. Eritrocītu optiskie un ģeometriskie parametri atspoguļo koronārās sistēmas stāvokli un tos var izmantot kā hemotoloģisko traucējumu indikatoru.

Darbā izpētīti šūnu optiskie blīvumi un ģeometriskie lielumi. Šūnu parametru mērījumi veikti ar Jēnas Karla Ceisa firmas Mikroskopisko attēlu analizātoru (MORPHOQUANT) ar minimālo telpisko izšķiršanu 0,2 vai 0,6 mkm. Noteikti optisko blīvumu parametri (integrālais optiskais blīvums, vidējais optiskais blīvums un tā telpiskais sadalījums). Izmērīti arī eritrocītu ģeometriskie lielumi kā perimetrs (P), laukums (S), formfaktors (P^2/S), viena eritrocīta maksimālais (D) un minimālais (W) diametri un ekscentritāte ($Ext = D/W$).

OPTICAL AND GEOMETRICAL PARAMETERS OF RED BLOOD CELLS

I. Motmillere, N. Mironova-Ulmane, A. Pavlenko

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Kengaraga St 8,
LV-1063, Riga, Latvia*

Red blood cells or erythrocytes are the principal component of human blood containing hemoglobin responsible for oxygen/carbon dioxide transport in organism. The optical and geometrical parameters of erythrocytes reflect status of coronary system and could be used as an indicator of hematological disorders.

In this work the optical density and geometrical values of cells were explored. Measurement of cells was performed on Automatic Analisator of Microscopic Image (MORPHOQUANT), Karl Zeiss Jena with minimal spatial resolution 0.2 or 0.6 μm . The optical density parameters (total optical density, optical density mean and distribution of optical density) were explored. The geometrical values of red blood cells like perimeter (P), area (S), form factor (P^2/S), the biggest (D) and the smallest (W) diameter of one red blood cell, and eccentricity ($Ext=D/W$) were measured.

MAZU OBJEKTU TEMPERATŪRAS STABILIZĀCIJAS PROBLĒMAS UN RISINĀJUMI

V. Vorohobovs, J. Kleperis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ja objekts ir mazs, tad uz tā virsmas bieži vien pietrūks vietas, kur ielikt termopāri vai citu temperatūru kontrolējošo ierīci. Piemēram, neliela izmēra gāzu sensors, kas izvietots uz pamatnes, kurai otrā pusē ir sildītājs. Ja sensora izmēri ir $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$, bet temperatūra jānotur 600°C ar kļūdu ne lielāku par $\pm 10^\circ\text{C}$, tad, to nebūs iespējams izdarīt tikai kontrolējot sildītājam pielikto spriegumu, jo ārējie apstākļi – apkārtējās vides temperatūra un vējš – var strauji izmainīt sistēmas temperatūru. Mūsu darbā piedāvāts risinājums: vienlaicīgi izmantot pašu sildītāja pretestību kā termorezistoru, kura pretestība atkarīga no sistēmas temperatūras. Tomēr šeit slēpjas pretruna – izmantojot elektrisko strāvu kā informācijas avotu par temperatūru, mēs gribam regulēt pašu elektrisko strāvu, kas nosaka objekta temperatūru. Atrasti divi ceļi kā pārvarēt augstāk minēto pretrunu:

- 1) sildītāju barot ar sprieguma impulsiem, sadalot laiku uz diviem īsiem periodiem – pirmā periodā sildītājs tiek izmantots kā termorezistors, un tiek noteikta objekta temperatūra, otrajā periodā sildītājs tiek izmantots objekta sildīšanai ar jaudu, ko nosaka temperatūru starpība starp izmērīto un iepriekš uzdoto temperatūrām;
- 2) izmantot elektriskās jaudas avotu ar negatīvu pretestību.

Praktiski izveidota ozona sensora temperatūras stabilizācijas shēma un teorētiski pierādīts, ka ir ļoti izdevīgi izmantot jaudas avotu ar negatīvu pretestību mazu objektu temperatūras regulēšanas procesā.

TEMPERATURE STABILISATION OF SMALL OBJECTS: PROBLEMS AND SOLUTIONS.

V. Vorohobovs, J. Kleperis

Institute of Solid State Physics of University of Latvia

It is difficult for small objects to find space on the surface for thermo-couple or another temperature controlling device. For example, small gas sensor with dimensions about $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$ is situated on substrate with heater and must achieve temperature $+600^\circ\text{C}$ with fidelity $\pm 10^\circ\text{C}$. Meanwhile external temperature and wind can strongly affect it, and therefore simple heater voltage control may not be enough to keep stable temperature.

As solution of this problem we propose to use electric heater simultaneously also as thermo resistor, which resistance depends on the temperature of object. In this way however other contradiction appears: using electric current as a source of information about temperature we must govern the same current. There are two possible solutions:

- 1) To supply electric heater with alternating current, where time is divided in two short periods – during the first period heater serves as thermo resistor and measures temperature, and during the second period heater serves directly to heat necessary object with power proportional to the temperature difference between temperature measured in previous period and setup temperature.
- 2) To use power source with negative resistance for the heating of necessary object.

Results is demonstrated from practically developed electric circuit for powering the ozone sensor which measures gas concentration at 450°C and cleans at 600°C . Also it is shown theoretically that power source with negative resistance is applicable to perform such task.

OPTISKIE ĶĪMISKO VIELU SENSORI UZ AMORFO HALKOGENĪDU BĀZES

O. Balcers un J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Amorfo halkogenīdu plānās kārtiņās iespējams izmantot jūtīgu ķīmisku sensoru izstrādē, kuru darbības pamatā tiek izmantotas Brega režģa īpašības šajos materiālos. Šo režģu optiskie parametri ir atkarīgi no vides, kurā tie atrodas, optiskā laušanas koeficienta.

Halkogenīdu materiālu optiskā caurlaidība infrasarkanajā reģionā sniedzas pat līdz 20 μm. Turklāt, amorfie halkogenīdi ir optisko hologrammu ieraksta materiāli ar superaugstu izšķiršanas spēju. Minētajā spektra reģionā atrodas daudzu organisko un neorganisko vielu raksturīgās vibrācijas modas. Līdz ar to šī Brega režģa sensoru tehnoloģija rada iespējas pilnveidot sensorus ar augstu jūtību (ppm, ppb) daudzu ķīmisko vielu un biomolekulārās iedarbības noteikšanai, un monitoringam gan gāzveida, gan šķidrā agregātstāvoklī. Literatūrā pēdējā laikā tiek bieži ziņots par dažādiem jauniem piedāvātiem tehniskiem sensoru risinājumiem. Mūsu darba mērķis ir šā tipa risinājumu pilnveidošana un praktiska izmantošana.

AMORPHOUS CHALCOGENIDE BASED OPTICAL CHEMICAL SENSORS

O.Balcers and J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University Of Latvia, LV-1063, Riga, Latvia

Thin films of amorphous semiconductors can be used for developing sensitive and selective chemical sensors, the working principles of which are based on the properties of Bragg grating in these materials. The optical properties of these gratings depend on the bordering media optical refractive index.

Amorphous chalcogenides are optically transparent in the IR region up to 20 μm. These materials are optical recording materials with high selectivity. The IR signatures of different organic and inorganic materials are located in this, so called finger print spectral region. Therefore, Bragg grating based vibrational spectroscopy enables to develop sensitive sensors (ppm, ppb) for detection and monitoring of different chemical and biological measurands in gaseous and liquid states. In literature there are many recent citations about new technological sensor developments. The aim of our work is to further develop the results and, also, make the work practically applicable.

SAKARĪBU MEKLĒJUMI STARP PIESĀRŅOJOŠO VIELU KONCENTRĀCIJĀM IELAS KANJONĀ

L. Jēkabsone, J. Kleperis

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts,
Ķengaraga iela 8, Rīga, LV-1063*

Pētot transporta plūsmas intensitāti Rīgas galvenajās ielās, un salīdzinot to ar gaisa monitoringa staciju mērījumu rezultātiem, redzams, ka transporta kustības intensitāte proporcionāla slāpekļa dioksīda (NO_2) koncentrācijai. Darba dienas rītā līdz ar mašīnu plūsmu aug gaisa piesārņojums, pusdienā mašīnu plūsma nedaudz samazinās un NO_2 koncentrācija arī, bet uz darba dienas beigām aug gan mašīnu skaits, gan piesārņojums. Transporta izmešu daudzums gaisā atkarīgs ne tikai no mašīnu skaita, bet arī no laika apstākļiem – lielā vējā piesārņojums ātri tiek aizpūsts, bet nelielā vējā un sevišķi apstākļos, kad novērojama temperatūras inversija (gaisa augšējie slāņi ir siltāki kā apakšējie), piesārņojums uzkrājas. Rīgas centra ielas atbilst klasiskajam kanjona modelim (attēls), un piesārņotais gaiss no šādas ielas reti tiek aizpūsts (vienīgi tad, kad vējš pūš paralēli ielai). Ir speciāli piesārņojuma izkliežu modeļi, kas ļauj aprēķināt piesārņojuma cirkulāciju ielas kanjonā. Mūsu darbā izmantots OSPM (Dānija) modelis, kas ļauj izrēķināt piesārņojumu vienā ielā.



Attēls. Vēja izraisītā gaisa cirkulācija ielas kanjonā.

Pilsētas fona piesārņojums arī tiek ienests kanjonā, bet automašīnu radītās izplūdes gāzes cirkulē pa kanjonu, sakrājoties ievērojamā koncentrācijā aizvēja pusē. Zinot transporta plūsmas izmaiņu diennakts griezumā, ir iespējams aprēķināt transporta radītos izmešus gan kā tonnas/gadā, gan kā vidējās gada koncentrācijas.

RESEARCH OF RELATIONSHIPS BETWEEN CONCENTRATIONS OF POLLUTING SUBSTANCES IN STREET CANYON

L. Jekabsone, J. Kleperis

*Institute of Solid State Physics of University of Latvia, 8 Kengaraga Street,
Riga, LV-1063, Latvia*

Researches of traffic intensity in the main streets of Riga and comparison with direct air pollution measurements from air quality monitoring station discovered strong correlation between concentration of nitrogen oxides and traffic intensity. There are number of streets in the central part of Riga, which can be approximated with canyon (picture above). We used special dispersion model OSPM (Denmark) to calculate concentrations and their profile in street canyon by using traffic counting data. It was possible to predict diurnal pollution changes very similar to measured directly by monitoring station.

BURBUĻBUMBĀ SMARŽAS - SMAKAS PROBLĒMAS

L. Grīnberga, J. Kleperis, Z. Zaula*, N. Papamichail**

*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts, Ķengaraga iela 8,
Rīga, LV-1063, Latvija*

** SIA "Stendera Ziepju Fabrika", Dzirnavu iela 84, Rīga, LV-1055, Latvija*

*** Eberharda Karla Universitāte, Tībingena, Vācija*

Mūsu darbā veikti SIA „Stendera Ziepju Fabrika” smaržīgo burbuļbumbu novecošanās procesu mērījumi, izmantojot dažādu modeļu elektroniskos degunus. No iegūtajiem rezultātiem secinājām, ka pārmaiņas pārsvarā sāk parādīties divas nedēļas pēc burbuļ-bumbu izgatavošanas, kas izbojā produkta labo kvalitāti.

Mērījumi tika veikti, izmantojot trīs dažādus elektroniskos degunus:

- NST ar pusvadītāju metālu oksīdu gāzes sensoriem un metālu oksīdu pusvadītāju lauktranzistoriem;
- EST ātrdarbīgo hromatogrāfu ar virsmas akustisko viļņu sensoru;
- MOSESII ar MOX un kvarca rezonatoriem (QMB- Quartz Micro Balances).

Mērījumu rezultātā izveidotas smaržu kartes, kurās atsevišķie paraugi veido labi izteiktus klasterus, un atšķirība starp bojātiem un svaigiem paraugiem nosakāma ļoti labi. Hromatogrāfisko rezultātu analīze ļāva novērot, kā mainās komponentu koncentrācija ziepju burbuļbumbu novecošanās procesa laikā.

Apkopojot ar dažādiem instrumentiem, dažādām mērījumu metodēm un smaržu klasifikācijas programmatūrām iegūtos rezultātus, kā arī, izmantojot atšķirīgus sensorus burbuļbumbu smaržu analīzei, tomēr var secināt, ka šie mākslīgās ožas aparāti ir spējīgi kontrolēt novecošanās procesu gaitu, vismaz dažu dienu robežās.

BAD AND GOOD AROMA PROBLEMS OF BUBBLE-BALLS

L. Grinberga, J. Kleperis, Z. Zaula*, N. Papamichail**

*Institute of Solid State Physics of University of Latvia, 8 Kengaraga Street,
Riga, LV-1063,*

“Stendera Ziepju Fabrika” Ltd., 84 Dzirnavu Street, Riga, LV1050, Latvia

*** Eberhard Karls University of Tübingen, Germany*

The application of different electronic noses for the detection of off-flavours of special bubble-balls, designed for use in bathtubs was performed during 2003 by collective research work in Riga, Institute of Solid State Physics and Eberhard Karls University of Tübingen, (Germany). In some cases the strong smell of the balls changes in a way that the respective flavour gets new note that is a little mouldy, or at least less pleasant. The alteration usually takes place two weeks after production and it represents a severe loss of quality. The time lag complicates the problem as the bubble-balls usually are delivered to the retailers or sold to the end customer within this period.

The measurements were performed with three different sensor systems: NST equipped with semiconducting metal oxide gas sensors (MOX) and metal oxide field effect transistors, EST equipped with surface acoustic wave sensor and MOSES II equipped with MOX sensors and Quartz Micro Balances (QMB) performed in order to have a broader statistical basis; EST fast gas chromatograph equipped with surface acoustic wave sensor.

The clustering is good and spoiled samples are systematically discriminated using all three methods and instrumentation.

SPRIEGUMA LINEARĀS IZVĒRSES PIELIETOJUMS AKUMULĀTORU KAPACITĀTES UN PRETESTĪBAS NOTEIKŠANAI

Ē. Pentjušs¹, A.Lūsis¹, K. Stabiņš²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts,*

²*Valsts Rīgas 1. gimnāzija.*

Elektroķīmiskie strāvas akumulatori un elektrohromie elementi modelēti ar virknes RC ķēdīti, kur C raksturo elementa faradejisko un barjeras slāņa kapacitātes, bet R – iekšējo, omisko pretestību. Abi parametri atkarīgi no elementā uzkrāta lādiņa vai tam atbilstošā sprieguma uz elementa spailēm. Iegūti un analizēti diferenciālvienādojumi RC ķēdītei ar atkarīgiem no sprieguma parametriem ārējā sprieguma lineārās izvērSES laikā abos sprieguma skanēšanas virzienos. Izvestas mainīgu parametru RC ķēdītes voltamperu raksturlīkņu (VAR) stāvuma izteiksmes abiem sprieguma izvērSES virzieniem. Izteiksmes ļauj izvērtēt ārējā sprieguma izvērSES ātruma, iekšējās pretestības un kapacitātes un to izmaiņas ātrumu sakarus ar VAR formu. Iegūtas R un C vērtību atkarības izteiksmes no citiem parametriem (sprieguma izvērSES ātruma, elementa strāvas un uzkrātā lādiņa vērtībām, kā arī no R un C izmaiņas ātruma, mainoties spriegumam). Diskutētas iespējas noteikt R un C vērtības, kā arī to izmaiņas ātrumu atkarības no sprieguma uz elektroķīmisko elementu, izmantojot dažādos spriegumu rajonos eksperimentāli pierakstītos elementa VAR fragmentus. Praktiski, no dažādos sprieguma rajonos uzņemtām CdNi D-0,26D-11 tipa akumulatora VAR, izmantojot iegūtās formulas, izvērtētas minēto parametru atkarības no sprieguma vērtības uz akumulatoru un tā izvērSES ātruma. Diskutētas parametru novērtēšanas problēmas.

APPLICATION OF VOLTAGE LINEAR SWEEP FOR DETERMINATION OF CAPACITY AND RESISTENCE OF ACCUMULATORS.

E. Pentjuss¹, A. Lūsis¹, K. Stabinsh²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia,*

²*Riga State Gimnasium N1.*

Electrochemical charge accumulators and electrochromic elements are simulated with RC chain circuit, where C characterise is faradeic and junction capacity and R- intrinsic resistance. Both mentioned parameters are dependent on electrical charge or voltage on element. There are procured and analysed differential equations for RC chain circuit with changeable parameters during linear scanning voltage on circuit in both directions and procured relations of steepness of voltage–current characteristic (VCC). The obtained relations allow to evaluate the influence of voltage scanning velocity, R and C values and they changes velocity on voltage on VCC. There are obtained relations of dependence on other parameters (voltage scanning velocity, electrical current of circuit, charge and change velocities of C and R on voltage). The possibilities to evaluate values of R, C and they changing velocities, using VCC fragments of elements typed in different regions of voltage are discussed. Using procured relations and measured fragments of VCC there are evaluated values of mentioned parameters and they relations on voltage for CdNi D-0,26 D-11 type accumulator. The problems of evaluation are discussed.

MIKROKONTROLERU „RABBIT” IZMANTOŠANA ATTĀLINĀTU OBJEKTU KONTROLEI UN VADĪBAI

D.Gusevs, I.Gvardina, A.Kristiņš, S.Zeļenkovs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Rabbit kontroleru izmantošana ļauj atteikties no papildus komunikāciju līnijas vilkšanas un praktiski nesagādā grūtības informācijas pārraidei lielos attālumos.

Dažādas mikrokontroleru modifikācijas ļauj savākt informāciju tiešā veidā no kontaktdevējiem (herkoni, magnētisko cilpu kontroleri, kustību devēji u.c.), informācijas nesējiem, kuri darbojas uz standarta DS19xx bāzes (identifikācijas pogas, termometri un citas ierīces) vai izmanto *Wiegand* protokolu (*Proximity* kartes). Bez tam sakarus ar citām perifērijas iekārtām var uzturēt caur standarta RS232/485 portiem (līdz 5 gab.)

Sakarus ar galveno serveri kontroleri uztur izmantojot lokālos, korporatīvos vai vispasaules tīklus, lietojot TCP/IP steku.

Praktiskais pielietojums:

1. Piekļūšanas, kontroles un vadības sistēma *LatRosTrans* firmai, kura sastāv no 24 kontroleriem (pēc tehnoloģisko bloku skaita uz naftas vada Krievija – Ventspils), servera, dispečera programmas (atrodas Daugavpilī) un vairāku klientu aplikāciju.

2. Iebraukšanas/izbraukšanas kontroles sistēma *Latvijas Gāzei*, kura sastāv no trijām ar automātiski vadāmām barjerām aprīkotām iebrauktuvēm/izbrauktuvēm, servera, administratora un sarga programmām, kā arī vairākām citu lietotāju aplikācijām.

THE USING OF „RABBIT” MICROCONTROLLER FOR REMOTE OBJECTS CONTROL PURPOSES

D.Gusevs, I.Gvardina, A.Kristiņš, S.Zeļenkovs

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Rabbit controllers' usage makes possible to work without wiring of additional communication lines and allows information transmitting in far distances practically without difficulties.

Different modifications of microcontrollers permit to collect information due from contact sensors (hercons, magnetic loop controllers, move detectors etc.), from data carriers based on DS19XX protocol (*iButtons*, thermometers and others) or based on *Wiegand* protocol (*Proximity* cards).

It is possible to connect the system with other peripheral devices via standard RS232/485 ports (up to 5 pieces).

Controllers can provide communication with main server via TCP/IP stack by using local, corporative or world wide nets.

Practical applications:

1. The system of access, control and management for *LatRosTrans* company. This system consists of 24 controllers (number of technological blocks on Russia-Ventspils oil pipeline), dispatcher program (in Daugavpils) and some client applications.

2. Entrance control system for *Latvijas Gāze* company. This system consists of three gates with automatic barriers, server, administrator and guard programs and some other client applications.

KVANTU DATORIKA UN JONU LAMATAS

D. Bočarovs un V. Kaščejevs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Kvantu datorika ir ļoti jauna un aktīva zinātnes nozare [1]. Pēdējo desmit gadu laikā tā ir piesaistījusi lielu pētnieku skaitu no fizikas, matemātikas un datorzinātnes jomām. Mēs piedāvājam īsu ieskatu kvantu datorikas galvenajās idejās un to praktiskās realizācijas ceļos. Tiek apskatīta kvantu informācijas definīcija un īpašības, uzskaitītas jaunas iespējas skaitļošanā un komunikācijā, un iezīmētas prasības pret kvantu datoru fiziku. Vispārīgās idejas tiek ilustrētas uz jonu lamatu piemēra, kas ir viena no iespējamām kvantu datora realizācijām [2]. Iespēja sasniegt lielu q-bitu skaitu un ilgstoši saglabāt koherenci padara šo pieeju par vienu no daudzsološākām.

QUANTUM COMPUATION AND ION TRAPS

D. Bocharov and V. Kashcheyevs

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Quantum computation is a very young and active branch of science [1]. During the last decade, it has attracted a large number of researchers from physics, mathematics and computer science communities. We provide a brief exposition of the key ideas of quantum computation and the ways towards their practical realization. We discuss definition and properties of quantum information, list new possibilities in computation and secure communication, and emphasize the demands on the physics of quantum computers. General ideas are illustrated on a particular example of ion traps as a potential realization of a quantum computer [2]. Scalability and long coherence times make this approach one of the most promising.

[1] *Quantum Information Science and Technology Roadmap*, US Government Technology Expert Panel Report (2002), <http://qist.lanl.gov/>

[2] A. Stean, The ion trap quantum information processor. - *Appl. Phys. B* 64 (1997) 623

LATVIJAS SUPERKLASTERIS – DIVI SEKMĪGI GADI

A. Kuzmins

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, LV-1063 Rīga, Latvija

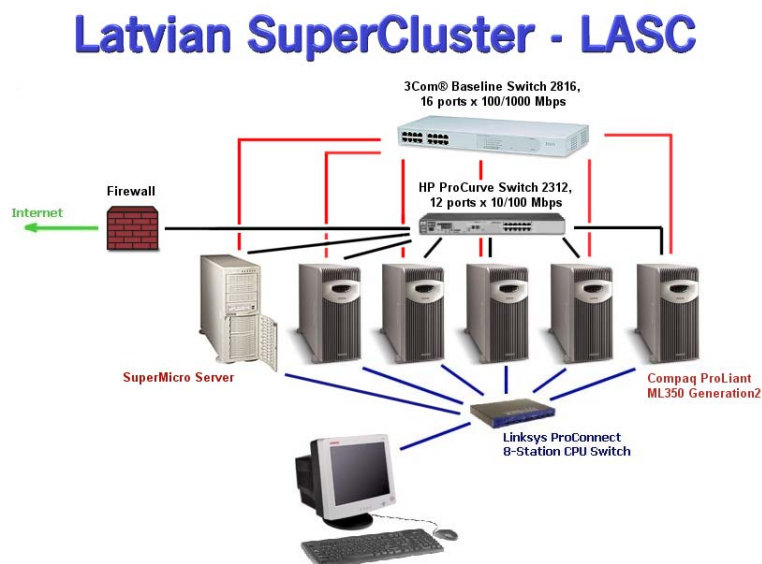
Modernajā zinātnē daudzu problēmu risināšana pieprasa izmantot augstas efektivitātes datorus (*high performance computing* - HPC). Parasti šādas problēmas risina ar superdatoru palīdzību. PC-tipa datoru ātruma straujais pieaugums paver relatīvi lētu un kāpinošu HPC risinājumu, izmantojot klasteru tehnoloģijas. Šeit mēs sniedzam klastera risinājuma piemēru, kas izstrādāts un ieviests Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtā Latvijas Superklastera (*Latvian SuperCluster* - LASC) projekta ietvaros. Dažas LASC izstrādes detaļas tiks sniegtas un tiks parādīti to izmantošanas piemēri nanomateriālu fizikā.

LATVIAN SUPERCLUSTER (LASC) – TWO YEARS OF SUCCESS

A. Kuzmin

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, LV-1063 Riga, Latvia

The solution of many problems in modern science requires the use of high performance computing (HPC). Traditionally such problems are addressed using supercomputers. However, recent tremendous increase in a speed of PC-type computers opens relatively cheap and scalable solution for HPC using cluster technologies. Here we present an example of cluster solution, implemented at the Institute of Solid State Physics of the University of Latvia within the Latvian SuperCluster (LASC) project. Some details of LASC realisation will be given, and examples of its application in physics of nanomaterials will be shown.



ATTĀLINĀTA UN DROŠA PROGRAMNODROŠINĀJUMA NOMAIŅA MIKROKONTROLEROS

P. Annus¹, A. Kristiņš²

¹APD, Igaunija, ²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Atmel AVR platformai ir izstrādāti un daļēji īstenoti risinājumi attālinātai un drošai programmatūras atjaunināšanai. Tika izvēlēti šādi kritēriji:

- Tai ir jāstrādā pietiekami labi bez jebkādam īpašām lietotāja darbībām un tā nedrīkst pārtraukt savu darbu vienkāršu kļūdu dēļ, kuras būtu veicis lietotājs vai jebkurš cits.
- Tai ir jābūt lietotājam saprotamai. Cilvēki nevar un viņiem nevajag uzticēties sistēmām, kuras viņi nesaprot.
- Arhitektūrai ir jābūt saglabātai vienkāršai un izskaidrojama un pamatuzstādījumiem ir jābūt "drošiem".
- Aizsardzība nedrīkst būt aņejama, t.i. - aizsardzībai ir jābūt pilnīgai.

Lietošanai GPRS vidē apakštīklā ir paredzētas AT komandu grupa, PPP protokols un IPv4 adresācija.

Informācija, kura tiek nosūtīta uz IP "augšu" ir kodēta un nav savietojama ar standarta TCP/IP steku.

Visas sistēmas pēc noklusējuma nesniedz nekādu piekļuvi, un, kamēr nav sniegta pieeja, (sistēma) nesniedz nekādu atbildi par pašreizējo statusu.

Iepriekšminētie risinājumi var tikt brīvi pielietoti citām datu pārraidīšanas vajadzībām, jo drošības un aizsardzības prasības ir tādas pašas vai zemākas. Vienīgā prasība ir, ka citas datu pārraides nekādā ziņā nedrīkst būt kompromiss ar vispārējo drošību.

REMOTE AND SECURE UPDATING OF THE FIRMWARE IN MICROCONTROLLERS

P. Annus¹, A. Kristiņš²

¹APD, Estonia, ²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Solution has been developed and partly implemented on Atmel AVR platform for remote and secure updating of the firmware. Following criteria has been chosen:

- It must work sufficiently well in the absence of any special action by the user and must not fail due to simple errors whether on the part of the user or anyone else.
- It must be understandable by the users. People cannot and should not trust systems they don't understand.
- Architecture must be kept simple and explicable and the defaults should be "safe".
- There should be no possible path around the protection, i.e. the defense should be total.

For use in GPRS environment subset of AT commands, PPP protocol and IPv4 addressing is provided. Information sent on top of the IP is encrypted and is not compliant with standard TCP/IP stack. All systems by default are to providing no access at all, and until access is granted do not provide any feedback regarding current status. Said solution can be freely used for other data transfer needs, since security and safety requirements are same or lower, with only requirement being that other data transfers should not compromise the overall security in any way.

WEB MEZGLA OPTIMIZĀCIJA, IZEJOT NO DARBA SLODZES NOVĒRTĒŠANAS

D.Gusevs¹, V.Narnicka², E.Petersons³

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Iepirkumu uzraudzības birojs*

³*Rīgas Tehniskā Universitāte*

Internet tehnoloģiju attīstība ir veicinājusi Web mezglu un Web tehnoloģiju izmantošanas paplašināšanu. Tagad Web tehnoloģijas tiek izmantotas ne tikai Internet tīmeklī, bet arī iekšējos korporatīvajos tīklos, kā arī dažu korporatīvo uzdevumu risināšanā, kā saskarsmes elementi. Ieviešot tādus risinājumus, ir jārēķinās ar tehnisko nodrošinājumu izmaksām, pareizi ir jāplāno sistēmas kapacitāte, nepieciešamo resursu apjoms un to resursu iespējamā konfigurācija. Parasti, risinot šādus uzdevumus, palielina fiziskā slāņa kapacitāti, līdz ar to palielinot izmaksas.

Darbā tiek piedāvāta iespēja samazināt izdevumus, izmantojot esošo resursu optimizāciju. Lai veiktu optimizāciju tiks veikta darba slodzes analīze, modelēšana un tiks izveidoti slodzes matemātiskie modeļi. Tas viss dos iespēju izstrādāt ieteikumus pareizas resursu konfigurācijas izveidošanai, kā arī ļaus prognozēt iespējamās Web sistēmas atteikumus un novērst tos.

WEB POINT OPTIMIZATION USING AMOUNT OF WORK EVALUATION

D.Gusevs¹, V.Narnicka², E.Petersons³

¹*Institute of Solid state Physics, University of Latvia*

²*Procurement monitoring bureau of Latvia*

³*Riga Technical University*

Grooving of internet technologies made Web servers and Web technologies widely used. Now Web technologies are used not only for internet network, but also for internal corporative networks and for corporative solutions as interface. To realize this kind of solutions, we have to calculate technical resources costs, correctly plan system's capacity, necessary recourses volume and these recourses possible configuration. Standard this problem solution is to increase physical layer volume, but such solution is not cost effective.

There are presented possibilities to decrease costs using optimization of existing recourses. To make optimization we have to make work flow analyze, model and built work flow mathematic model. All this give possibility to make correct recourses configurations guidelines, and also predict possible Web systems failures and prevent them.

TELEKLĀTBŪTNE – E-REFERĀTI, E-LEKCIJAS UN E-SEMINĀRI

J. Kuzmins

LU Cietvielu fizikas institūts

Informācijas tehnoloģijas (IT) dod iespēju attīstīt virtuālo izglītību un zinātni. Universitātes un institūti, kas izmanto modernus IT resursus, jau 20.g.s. sāk eksperimentēt ar jaunām informācijas iegūšanas un izplatīšanas metodēm. Šīs metodes nereti balstās uz t.s. *teleklātbūtni* – saiti starp objektu un subjektu, kas notiek ārpus to tiešā kontakta laikā un/vai telpā.

Darbā tiks apskatīti daži teleklātbūtnes izmantošanas varianti referātu, lekciju un semināru gadījumā. Autors demonstrēs e-referāta piemēru, kas ilustrēs dažas teleklātbūtnes iespējas.

TELEPREZENCE – E-REPORTS, E-LECTURES UN E-SEMINARS

J. Kuzmin

Institute of Solid State Physics University of Latvia

Information Technologies (IT) are background for e-education and e-science. At the end of XX many universities and institutes begun experiments with IT implementation in development of new methods of gathering and dissemination information. These methods usually are based on *telepresence*.

This work is devoted to some aspects of telepresence in creation reports, lectures and seminars. Author will demonstrate an example of e-report to show how to use telepresence technology on practice.

IMATRIKULĒTO STUDENTU AKADĒMISKO ZINĀŠANU STATISTISKĀ DIAGNOSTIKA AUGSTSKOLĀ

U.Kanders, J.Kļaviņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā aplūkotas studentu akadēmisko zināšanu statistiskās diagnostikas iespējas. Docējamie studiju kursi ir aptvēruši 1.-4. semestra klātienē un neklātienē studentus, kas ļāva izdarīt novērojumus, cik patstāvīgi un cik mērķtiecīgi studenti tiek galā ar uzdotajiem darbiem. Studijas uzsāk studenti ar stipri atšķirīgu vispārējo sagatavotības līmeni studijām, tai skaitā, arī prasmēs lietot dator tehnoloģijas. Uzņemšanas komisijas dati par 1.semestra studentiem rāda, ka vidusskolas atestāta vidējās atzīmes atšķiras par ~4 ballēm. Šādas 4 ballu platās akadēmisko zināšanu plaisas pārvarēšanai, piem., vienas akadēmiskās grupas ietvaros ir nepieciešami ļoti iedarbīgi didaktiskie instrumenti, lai nodrošinātu sekmīgu jaunās vielas apguvi paredzētajā laika grafikā un apjomā. Turklāt jāpanāk, lai sekmīgākie studenti negarlaikotos, bet mazāk sekmīgie bezcerīgi neatpaliktu no pirmajiem. Prakse parādījusi, ka elektroniskie studiju materiāli ļauj sabalansēt nodarbību norisi. Savukārt vidēji ~2 balles plata akadēmisko zināšanu plaša novērojama starp klātienē un neklātienē studentiem.

ACADEMIC KNOWLEDGE STATISTICAL DIAGNOSTIC OF FIRST TERM STUDENTS AT UNIVERSITY

U.Kanders, J.Kļaviņš

Institute of Solid State Physics University of Latvia

The statistical diagnostic potential of an academic knowledge of first term students has been considered on the basis upon the experience gained during several years at an university by lecturing several courses on the use of IT in law within the framework of the study programme of Public Law. The course discusses the use of computer technologies in obtaining the information and the further processing and analysis of the collected data. The courses lectured have covered 1st-4th term regular and extra-mural students allowing to observe the independence and purposefulness of students as regards the given tasks, namely, their skills of learning. Students commence their studies being at very different levels of the general training, including also skills of using computer technologies. The observations during several years have shown that these differences are not reducing. The data of the Entrance Board of the university concerned regarding 2000 – 2002 on the 1st term regular and extra-mural students have been analyzed in the paper. 6 populations of regular and extra-mural students within a period of three years have been analyzed. The average level of knowledge according to the secondary education certificate differs for about 4 grades between the first and the last student of the population in the list of the matriculated students both for the regular and extra-mural studies. To overcome the 4-grade gaps in the academic knowledge, for example, within one academic group highly effective didactic instruments are necessary in order to ensure successful mastering of the new material within the envisaged time schedule and amount. Moreover, the more successful students must not be bored but those less successful must not lag behind hopelessly. Practice has shown that the electronic study materials allow to balance the class process. A gap of about 2 grades has been observed between the populations of regular and extra-mural students.

BŪVKONSTRUKCIJU ENERGOEFEKTIVITĀTES MODELĒŠANA UN U-FAKTORA NOTEIKŠANA ATSEVIŠĶIEM BŪVELEMENTIEM PIRMS IEBŪVĒŠANAS UN EKSPLOATĀCIJAS PERIODĀ

U.Kanders¹, J.Kļaviņš¹, N.Zeltiņš², K.Bormanis¹

¹⁾*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts*

²⁾*LZA Fizikāli Enerģētiskais institūts*

Ēku summārie siltuma zudumi, kurus izsauc iekštelpu siltuma apmaiņa ar ārējo vidi, ir atkarīgi no ēku norobežojošo konstrukciju fasāžu, grīdas un griestu siltumtehnikajām īpašībām, piemēram, U-faktora. Siltuma zudumu aprēķinu metodes tiek bāzētas uz ēkas mēneša enerģijas bilanci, kurā ievērotas iekšējo un saules enerģijas avotu dinamiskās ietekmes, kas nodrošina noteiktas iekštelpu temperatūras uzturēšanai vajadzīgo siltuma daudzumu. Tādējādi var novērtēt būvelementu U-faktoru un kopīgos siltuma zudumus, kurus nepieciešams kompensēt ar apkures sistēmas dažādo elementu palīdzību. Ēku būvelementu siltuma akumulācija, kura stingri stacionāras analīzes gadījumā nav būtiska, parasti tiek ievērota saistībā ar saules enerģijas un iekšējo siltuma avotu izmantošanas efektivitāti.

Pētījumā izmantota atsevišķu būvkonstrukciju siltumtehniko īpašību modelēšana, pielietojot vienkāršu metodiku uz MS Excel datorprogrammas bāzes. Darba ietvaros tika modelēta būvkonstrukciju energoefektivitāte saistībā ar siltumizolācijas materiālu siltumtehnikajiem parametriem. Tas ļāva modelēt U-faktora vērtības un aprēķināt ietaupīto siltuma enerģiju caur dažādiem ārsienu būvelementiem atkarībā no siltumu izolējošā slāņa fizikālajām īpašībām jau pirms tā iebūvēšanas ēkas konstrukcijā.

MODELING OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING CONSTRUCTIONS AND THEIR U-VALUE DETERMINATION BEFORE INSTALLATION AND POST-EVALUATION OF THERMAL PERFORMANCE OF ENVELOPES

U.Kanders¹, J.Kļaviņš¹, N.Zeltiņš², K.Bormanis¹

¹⁾*Institute of Solid State Physics of the University of Latvia*

²⁾*Institute of Physical Energetics of Latvian Academy of Science*

Because of the occurrence of considerable heat exchange with the external environment in the envelope of buildings, the total energy consumption of a building depends on the thermal performance of the facade, floor and roof. Residential and public houses are the major thermal energy consumers. It is estimated that building space heating consumes some 65% of the total delivered heat by centralised district heating plants. The using of the thermal insulation for the building envelope is an enormous potential for energy savings. One of most important task is increasing of thermal resistance values for various building constructions. Therefore, the measurement method of U-value in the field is required for post-evaluation of thermal performance of envelopes. There have been several attempts at the in-situ measurement of U-value. According to the result of the experiment there were considerable divergences, particularly in heavy weight walls such as concrete, between the measured U-value and the real value. By analysis, it was shown that this error was caused by lateral heat loss in the wall, which accounted for about 50 % of the supplied heat flow. A simple Excel program is developed for calculation heat losses through the building envelope and its separate building elements. It calculates the saved heat energy depending on the construction of thermal isolation layer on the outside walls.