

Institute of Solid State Physics  
University of Latvia



***ABSTRACTS***

***Of the 21th Scientific  
Conference  
dedicated to the International  
Year of PHYSICS***



February 7 – 9, 2005  
Riga

LU Cietvielu fizikas institūta 21.zinātniskās konferences, kas veltīta Starptautiskajam Fizikas gadam, 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.

**DEFEKTI, OPTISKĀ  
SPEKTROSKOPIJA UN  
LUMINISCENCE**

## STARPTAUTISKAIS FIZIKAS GADS PASAULĒ UN LATVIJĀ

**A.Krūmiņš**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Iedzīvotāju izpratne par fiziku un tās nozīmi ikdienas dzīvē samazinās. Interese par fizikas studijām ir neliela un mazās universitātēs fizikas nodaļas tiek likvidētas. No otras puses, kā atzīmēts ANO Ģenerālās Asamblejas vēstījumā, fizika veido pamatu dabas procesu izpratnei un tās attīstībai, fizika ir bāze daudziem šodienas augsto tehnoloģiju pielietojumiem un fizikas izglītība veido zinātnisko pamatu, kas ir būtiska attīstībai. 21. gs fizika kopā ar citām zinātnēm dod un dos lielu ieguldījumu globālu problēmu risināšanā – enerģijas ieguvē, apkārtējās vides aizsardzībā un iedzīvotāju veselībā.

Lai šīs idejas popularizētu tautā un politiķu aprindās ANO 2005.gadu pasludināja par Starptautisko fizikas gadu. Kādēļ tieši 2005? Pirms 100 gadiem Alberts Einšteins nopublicēja darbus, kas veido pamatu trim fundamentālām fizikas problēmām – relativitātes teorijai, kvantu teorijai un Brouna kustībai.

Referātā apskatīti pasākumi, kas veltīti Starptautiskajam fizikas gadam pasaulē, Latvijā un LU CFI.

## INTERNATIONAL YEAR OF PHYSICS IN WORLD AND LATVIA

**A.Krumins**

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

The general public's awareness of physics and its importance in our daily life is decreasing. The number of physics students has declined dramatically. Action must be taken by the international physics community to share its visions and convictions about physics with politicians and the public at large. Physics not only plays an important role in the development of science and technology, but also has a tremendous impact on our society. Although this may be evident to physicists, it is not necessarily the case for everyone. At the dawn of the 21st century the contributions of physics to other sciences will be essential to solving global problems such as energy production, environmental protection and public health.

In 1905, Albert Einstein wrote his legendary articles which provided the basis of three fundamental fields in physics: the theory of relativity, quantum theory and the theory of Brownian motion. The International Year of Physics in 2005 will provide the opportunity to celebrate the 100th anniversary of this *Miraculous Year* while raising the public awareness of physics. Arguably the most famous physicist, Einstein's international reknown will be the natural vehicle to attract public interest.

Main activities of International Year of Physics have been analysed.

## **GAISMAS AKUMULĒŠANAS UN EMISIJAS PROCESI KONDENSĒTĀS VIDĒS**

**A. Siliņš**

*LU Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga 8, Rīga, LV – 1063*

Kondensētas vides ir spējīgas uzkrāt gaismas enerģiju ierosinātu (jonizētu) luminiscences centru veidā, no kuriem atbrīvotie elektroni vai caurumi ir lokalizēti uz ķērājcentriem. Aktīvie centri var būt gan piejaukumu atomi (joni), gan pašvielas defekti. Ierosinot kondensētu vidi ar gaismu, kura ir spējīga atraut elektronus vai caurumus no luminiscences centriem, vidē tiek akumulēta gaismas enerģija. Ķērājcentros lokalizētos elektronus vai caurumus var atbrīvot, paaugstinot temperatūru vai ar infrasarkanā starojuma ierosmi. Gaismas emisija parādās, kad no ķērājcentriem atbrīvotie elektroni vai caurumi atgriežas atpakaļ luminiscences centros. No praktiskā viedokļa ir svarīgi paaugstināt aktīvo centru koncentrāciju kondensētā vidē, lai izveidotu reāli strādājošu gaismas akumulatoru. Tam nolūkam būtu nepieciešams praktiski visus kondensētās vides atomus pārvērst par aktīviem centriem.

## **LIGHT ACCUMULATION AND EMISSION PROCESSES IN CONDENSED MATTERS**

**A. Silins**

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

Condensed matter is able to accumulate light energy in excited (ionised) luminescence centres from which electrons or holes are realized and localized in the traps. These active centres may be impurity atoms (ions) or intrinsic defects. Light energy accumulation occurs when luminescence centres are excited by radiation able to realise electrons or holes from centres. In traps localized electrons or holes can be realised from them by rising temperature or infrared irradiation. Light emission occurs when from traps realised electrons or holes return to the excited luminescence centres. From practical viewpoint it is necessary to increase the concentration of active centres in the condensed matter. To use this substance as light accumulator, it will be necessary to convert practically all atoms in the condensed matter to active centres.

## PIEMAIŠĪJUMU MODEĻĒŠANA GaN

**Andris Guļāns**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Izmantojot pirmo principu metodes, ir veikti ideāla un punktveida defektus saturoša heksagonāla GaN aprēķini. Ideālam kristālam ir iegūti režģa parametri  $a=3.20 \text{ \AA}$ ,  $c=5.20 \text{ \AA}$ ,  $u=0.377$  un elastības modulis  $B=206 \text{ GPa}$ . Iegūtie lielumi labi sakrīt ar citos darbos eksperimentāli iegūtajiem. Izmantojot aprēķinu shemu, kura deva minētos rezultātus ideālam kristālam, tika modelēti punktveida defekti ( $\text{Mg}_{\text{Ga}}$ ,  $\text{Zn}_{\text{Ga}}$ ,  $\text{C}_{\text{N}}$ , un  $\text{Si}_{\text{N}}$ ), kuru izvēle saistīta ar to iespējamajiem lokālizētiem stāvokļiem aizliegtajā zonā. Visas sistēmas tika aplūkotas dažādos lādiņu stāvokļos, kas ietekmēja kristāla režģa deformāciju ap defektu un lokālo līmeņu izvietojumu aizliegtajā zonā. Defektiem  $\text{Zn}_{\text{Ga}}$  un  $\text{C}_{\text{N}}$  tika konstatēti akceptoru līmeņi, kuri atrodas 0.1-0.7 eV virs valences zonas virsotnes. Defektam  $\text{Si}_{\text{N}}$  konstatēts dziļi līmeņi, kuri ir izvietoti 1-2 eV attālumā no valences zonas virsotnes.  $\text{Si}_{\text{N}}$  rada ievērojamas deformācijas kristālā; tuvāko kaimiņu relaksācija ir ~10%, kas rada perturbācijas relatīvi lielā kristāla apgabalā. Defektam  $\text{Mg}_{\text{Ga}}$  lokālie līmeņi netika novēroti.

## MODELLING OF IMPURITIES IN GaN

**Andris Guļāns**

*Institute of Solid State Physics of University of Latvia*

Ab initio calculations are performed for perfect hexagonal GaN and defective GaN. Obtained lattice parameters of GaN  $a=3.20 \text{ \AA}$ ,  $c=5.20 \text{ \AA}$ ,  $u=0.377$  and the bulk modulus  $B=206 \text{ GPa}$  are in a good agreement with experimental data. The calculation scheme that gave these results for perfect crystal has been used for point defects ( $\text{Mg}_{\text{Ga}}$ ,  $\text{Zn}_{\text{Ga}}$ ,  $\text{C}_{\text{N}}$ , and  $\text{Si}_{\text{N}}$ ) in different charge states. The point defects were chosen such that should have localized states in the band gap. Acceptor levels 0.1-0.7 eV above the top of the valence band have been observed for  $\text{Zn}_{\text{Ga}}$  and  $\text{C}_{\text{N}}$ . Deep levels 1-2 eV above the top of the valence band were obtained for impurity  $\text{Si}_{\text{N}}$  that creates huge strains in its neighbourhood. The obtained atomic relaxations of the nearest neighbours of Si atom are ~10%. It creates perturbations due to  $\text{Si}_{\text{N}}$  impurity in a relatively large region. No local levels have been obtained for  $\text{Mg}_{\text{Ga}}$ .

## **SiO<sub>2</sub> - KRISTĀLA AR RUTILA STRUKTŪRU LUMINESCENCE: SALĪDZINĀJUMS AR α-KVARCA LUMINESCENCI**

**A. Truhins, J. Jansons**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pētīta stišovita kristāla (SiO<sub>2</sub> kristāls ar rutila struktūru) luminiscences josla pie 4.75 eV ierosinot paraugu ar rentgena un elektronu stariem. Šā luminiscence parādās tūrā rekombinatīvā procesā kā termostimulēta luminiscence un ilgstoša pēcspīdēšana pēc apstarošanas ar rentgena stariem. Luminiscence kinētika pētīta ierosinot paraugu ar impulsiem no elektronu lielgabala. Tika novērotas divas pamata komponentes. Ātra (ap 10 ns), kuras reģistrācija ir ierobežota ar laika izšķirtspēju, kā arī lēna komponente simtu μs laika intervalā. Lēnās komponentes kinētika ir sarežģīta, tā neaprstās ne ar eksponenti ne ar hiperbolu. Ilgstoša apstarošana ar rentgena stariem atklāj luminiscences intensitātes augšanu laikā pie temperatūrām zemākām par 200 K. Pie 200 K kinētika ir dilstoša, bet pie 290 K - tā ir neatkarīga no laika. Šis rezultāts ir izskaidrots ar luminiscences centru vienlaicīgu ģenerēšanas un iznīcināšanas procesu, kurš ir atkarīgs no temperatūras. Šī rentgena ierosinātā ultravioletā luminiscence stišovitam ir salīdzināta ar ultravioleto luminiscenci, kuru novēro kristāliskā α-kvarcā ierosinot to ar elektroniem. Šo joslu α-kvarcā nenovēro apstarojot paraugu ar rentgenstariem, bet novēro apstarojot ar gamma vai neitronu stariem. Pētītai luminiscencei ir zināma līdzība ar luminiscenci, ko dod skābekļa deficīta centri kvarca stiklā.

## **SiO<sub>2</sub> RUTILE-LIKE CRYSTALS UV LUMINESCENCE: COMPARISON WITH LUMINESCENCE OF α-QUARTZ**

**A. Trukhin, J. Jansons**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The processes of excitation of the luminescence band at 4.75 eV in stishovite single crystal samples under x-ray and electron-beam irradiation were studied. Luminescence appears in a pure recombination process (thermally stimulated luminescence, long duration afterglow) under x-ray irradiation. A fast (about 10 ns, limited by resolution of measurement system) and a slow component of decay of luminescence, neither exponential nor pure hyperbolic, were detected under pulsed electron beam. The long duration x-ray excitation (tens of minutes) reveals a growth of the intensity. The character of the kinetics is dependent on the temperature, being fast at 290 K, it declines from the initial level at 200 K, and then for lower temperatures a rise-up appears. The result is explained as a luminescence center creation-destruction processes depending on temperature. This UV luminescence band could be observed even at 290 K, and, it was concluded that intra-center quenching of luminescence is not limiting the intensity. The thermal dependence of the intensity is determined mainly by peculiarities of the temperature dependence of the recombination process. The UV band of stishovite is compared with the cathodoluminescence band at 4.9 eV in α-quartz, which could not be created by x-ray irradiation. The latter is associated with transient centres created by destructive electron-beam irradiation or with permanent centres created by neutron or γ-irradiation, and with oxygen-deficient luminescence of silica glass.

## SrF<sub>2</sub>:Ce KRISTĀLU EPR SPEKTRI

**E. Elsts, U.Rogulis, A. Fedotovs**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

No literatūras zināms par tā sauktajiem Ce tetragonālajiem centriem SrF<sub>2</sub> kristālos [1,2]. Ce<sup>3+</sup> piejaukuma jons šajā modelī aizvieto Sr<sup>2+</sup> jonu un lādiņa kompensācijai tetragonālās ass [100] virzienā atrodas F<sup>-</sup> starpmezgla jons [2]. Tetragonālā centra EPR spektru iespējams novērot 4,2 K temperatūrā un tā galvenie parametri ir:  $g_{\parallel}=2,854 \pm 0,003$  un  $g_{\perp}=1,472 \pm 0,002$  [1].

Mūsu patreizējā pētījumā tiek aplūkota iespēja novērt EPR spektru Ce joniem t.s. kubiskas simetrijas apkārtnē. Mūsu rīcībā ir E. Radžabova un kolēģu (Irkutskas Ģeoķīmijas institūts) izaudzēts SrF<sub>2</sub> kristāla paraugs, kurā paredzams, ka Ce ir ieaudzis kubiskajā simetrijā. Šajā referātā tiks apspriests, kādiem jāizskatās Ce EPR spektriem un nosacījumi, pie kādiem tos var novērot.

[1] A.A. Antipin *et al*, Fizika Tverdogo Tela, 1964, vol. 6, No 7, pp. 2014-2016.

[2] A. Kiel and W.B. Mims, Phys. Rev. B, 1972, pp. 34-39.

## EPR SPECTRA OF SrF<sub>2</sub>:Ce CRYSTALS

**E. Elsts, U.Rogulis, A. Fedotovs**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

In literature so called tetragonal Ce centres in SrF<sub>2</sub> crystals are well studied [1,2]. Ce<sup>3+</sup> impurity in this model substitutes Sr<sup>2+</sup> ion, and for the charge compensation a F<sup>-</sup> interstitial ion is located in the direction of the tetragonal [100] axis of the crystal [2]. EPR spectrum of the tetragonal Ce<sup>3+</sup> centre is observable at temperature T = 4,2 K and its main parameters are:  $g_{\parallel}=2,854 \pm 0,003$  and  $g_{\perp}=1,472 \pm 0,002$  [1].

In our present investigation we consider the possibility to observe EPR spectra for Ce ions in so called cubic symmetry. We obtained from E. Radzhabov (Institute of Geochemistry) a SrF<sub>2</sub> crystal, where it is supposed that Ce is grown in the cubic symmetry environment. We will discuss the EPR spectrums of Ce ions and necessary conditions to observe it.

[1] A.A. Antipin *et al*, Fizika Tverdogo Tela, 1964, vol. 6, No 7, pp. 2014-2016.

[2] A. Kiel and W.B. Mims, Phys. Rev. B, 1972, pp. 34-39.



## RADIĀCIJAS DEFEKTU EPR $\text{LiYF}_4$ KRISTĀLĀ

**A. Fedotovs, U. Rogulis, L. Dimitročenko**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Radiācijas defekti  $\text{LiYF}_4$  kristālos ir pētīti ar optiskām un elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) metodēm [1], pēc rentgenapstarošanas 77 K temperatūrā darbā [1] identificēts  $V_K$  centra EPR spektrs.

Mūsu darbā uzmanība pievērsta istabas temperatūrā rentgenapstarotā  $\text{LiYF}_4$  kristālā novērojamajiem EPR spektriem 9 GHz mikroviļņu joslā. Kristāls tika izaudzēts Cietvielu fizikas institūtā un tam noteikta optiskā ass  $c$ . 77 K temperatūrā izmērītie EPR spektri ir anizotropi, ar daļēji izšķirtu hipersīkstruktūru. Pēc noteiktajām  $g$ -faktoru vērtībām domājams, ka spektros novērojami divi radiācijas defekti, no kuriem viens ir elektronu ķērājcentrs, bet otrs- caurumu ķērājcentrs. Referātā tiks analizētas EPR spektru leņķiskās atkarības un apspriesta iespējamā defektu struktūra.

[1] G.M. Renfro *et al*, J. of Phys. C: Solid State Physics, 1980, vol. 13, pp. 1941-1950.

## EPR OF RADIATION DEFECTS IN $\text{LiYF}_4$ CRYSTAL

**A. Fedotovs, U. Rogulis, L. Dimitročenko**  
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Radiation defects in  $\text{LiYF}_4$  crystals have been investigated recently by optical and electron paramagnetic resonance techniques [1], after X-irradiation at temperature  $T = 77$  K the spectrum of the  $V_K$  centre has been identified.

In the present work we investigated EPR spectra in the 9 GHz microwave range of the  $\text{LiYF}_4$  crystal, X-irradiated at room temperature. The crystal was grown in the Institute of solid state physics and its optical axis  $c$  has been determined. EPR spectra measured at  $T = 77$  K are anisotropic, with partially resolved hyperfine structure. According to the estimated  $g$ -values, we propose that EPR spectra of two radiation defects could be observed, one of them is an electron trap centre and the second one- an hole trap centre. Angular dependencies of the EPR spectra and a possible structure of defects will be discussed.

[1] G.M. Renfro *et al*, J. of Phys. C: Solid State Physics, 1980, vol. 13, pp. 1941-1950.

## FOTO- UN TERMOSTIMULĒTIE PROCESI CsCdF<sub>3</sub>:Mn KRISTĀLOS

**A. Šarakovskis, M. Springis**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Perovskita struktūras fluoru saturošie kristāli ar retzemju un citu aktivatoru piejaukumiem ir perspektīvi materiāli lāzeru matricām un jonizējošā starojuma detektoriem. Radiācijas radītie efekti pētīti vairākos fluorīdos un tajos atrasti galvenie punktveida defekti (F- un V<sub>K</sub>- tipa centri). Pavisam maz zināms par radiācijas efektiem CsCdF<sub>3</sub> kristālos.

Šeit mēs prezentējam foto- un termostimulētās luminiscences (PSL un TSL) pētījumus iepriekš rentgenizētām CsCdF<sub>3</sub> kristālam ar Mn piejaukumiem. Pēc kristāla rentgenapstarošanas parādās PSL joslas ap 300 un 550 nm, kristālu stimulējot ar 340 nm gaismu. Pēc Molvo-Aivi sakarības sārmmetālu halogenīdu kristāliem absorbcija ap 340 nm CsCdF<sub>3</sub> kristālos varētu atbilst F-tipa centru absorbcijai. Sildot iepriekš pie 8 K rentgenizētu kristālu līdz istabas temperatūrai, tika novērotas TSL joslu grupas 8 K – 90 K un 200 K – 300 K rajonā. TSL joslu spektrālais sastāvs šīm grupām ir dažāds: pie zemākas temperatūras TSL spektrā dominē luminiscences josla ap 300 nm, bet pie augstākām temperatūrām intensīvāka kļūst josla ap 550 nm.

Veiktie pētījumi kā arī iepriekšējie dati par līdzīgiem kristāliem ļauj luminiscences joslu ap 550 nm attiecināt uz Mn saturošu centru luminiscenci, bet luminiscence ap 300 nm šķiet saistīta ar elektronu rekombināciju ar V<sub>K</sub>- tipa centriem.

## PHOTO- AND THERMOSTIMULATED PROCESSES IN CsCdF<sub>3</sub>:Mn CRYSTALS

**A. Sharakovsky, M. Springis**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Perovskite type fluoride crystals doped with rare-earth ions and other activators are promising materials for laser hosts and detectors of ionising radiation. The radiation-induced effects have been studied in a number of fluorides and the main defects (F- and V<sub>K</sub>-type) have been identified. Considerably less information on radiation effects is available for CsCdF<sub>3</sub>.

Here we present a study of photo- and thermostimulated luminescence (PSL and TSL respectively) of previously X-irradiated CsCdF<sub>3</sub> crystal doped with Mn. After the irradiation, PSL bands at 300 and 550 nm appear (stimulation at 340 nm). According to the Mollwo–Ivey relation for alkali halide crystals the stimulation band at 340 nm in CsCdF<sub>3</sub> seems to be the absorption band of an F-type centre. Subsequent heating of the crystal after X-irradiation at 8 K shows two groups of TSL peaks in temperature regions 8 K – 90 K and 200 K – 300 K. The spectral composition of the peaks involves both the emission band at 300 nm and 550 nm, moreover in spectra at low temperatures 300 nm emission band prevails, while in spectra of the most intense TSL peaks at 245 K and 295 K the emission band at 550 nm is dominant.

Performed experiments as well as previous studies of fluoride crystals doped with Mn<sup>2+</sup>-like ions allow us to attribute the luminescence at 550 nm to the Mn-related centre luminescence, while the other band at 300 nm seems to be an electron recombination with V<sub>K</sub>-type centre.

## BN PLĀNO KĀRTIŅU KATODLUMINISCENCE

**A. Voitkāns, I. Tāle, J. Jansons**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

III – V grupas nitrīdu materiāli rod plašu pielietojumu pusvadītāju elektrisko un optisko ietaišu izveidē, jo to aizliegtās zonas platums mainās no 1.9 eV furcitā (InN) līdz 6.2 eV kubiskam BN. Tas ļauj lietot šos materiālus lāzeru diožu (LED) izveidei gan redzamajā, gan tuvajā UV spektra daļā.

Tika pētīta BN plānas kārtiņas katodluminescence. No Rostokas kolēģiem saņemtās kārtiņas biezums 0.77  $\mu\text{m}$  un tā ir uzklāta uz silīcija pamatnes. Novērotā luminescence raksturojas ar dominējošo joslu pie 330 nm un vairākām mazāk intensīvām luminescences joslām. Analogas luminescences joslas raksturīgas heksagonālām BN struktūrām gan pie elektronu gan optiskās ierosmes. Turpinot pētījumus vēlams mērījumus atkārtot uz biezākām BN kārtiņām, kas ļautu iegūt intensīvāku luminescences starojumu.

## CATHODOLUMINESCENCE OF BN FILMS

**A. Voitkāns, I. Tāle, J. Jansons**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The development of III-V group nitride materials is of considerable interest for semiconductor electronic and optical device applications. The band gaps of III-V group nitrides range from 1.9 eV for wurtzitic InN to greater than 6.2 eV for cubic BN, making these materials well suited for optical applications throughout the visible and into the near-UV region.

Investigation of BN thin film cathodoluminescence has been performed. Thickness of BN thin film received from Rostock colleagues was 0.77  $\mu\text{m}$ , and was grown on Si substrate. Cathodoluminescence of BN thin film characterizes with dominant luminescence band at 330 nm and some other less intensive luminescence bands. The same bands are observed in spectra of photoluminescence and they are typical for hexagonal structures of BN. In further research it is recommendable to perform investigations on thicker BN films to obtain more intensive luminescence for precise and detail determination of luminescence parameters.

## TERMOSTIMULĒTIE REKOMBINĀCIJAS PROCESI FLUORĪDU KRISTĀLOS

**I. Gromuls, P. Kūlis, I. Tāle**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Apskatīti radiācijas defektu rašanās un rekombinācijas procesi LiF, BaF<sub>2</sub> un LiBaF<sub>3</sub> kristālos ar optiskās absorbcijas, termostimulētās (TSL) un fracionētās termostimulētās luminiscences metodēm. Ar X-stariem radītie defekti LiBaF<sub>3</sub> atdedzinās daudz stadiju procesā pie 20, 46, 105, 130, 170, 210 un 270 K. Šie procesi tiek salīdzināti ar LiF un BaF<sub>2</sub> defektu izdedzināšanās procesiem. Izmantojot starpības starp absorbcijas spektriem mērītiem pirms un pēc TSL maksimumiem iegūtas rekombinācijas partneru iespējamās absorbcijas joslas.

LiBaF<sub>3</sub> Autolokalizētu caurumu termostimulētas migrācijas tuneļa rekombinācija nosaka TSL maksimumus pie 105 un 130 K. Divu TSL pīķu parādīšanās V<sub>K</sub>-centru delokalizācijas rajonā norāda, ka tā notiek gan ar 60°, gan ar 90° migrācijas lēcieniem. V<sub>K</sub>-centru absorbcija raksturojas ar divām joslām pie 3,2 un 4,3 eV.

## THERMOSTIMULATED RECOMBINATION PROCESSES IN FLUORIDE CRYSTALS

**I. Gromuls, P. Kūlis, I. Tāle**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Creation of radiation defects in LiF, BaF<sub>2</sub> and LiBaF<sub>3</sub> crystals 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 in LiBaF<sub>3</sub> 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. These processes are to be compared to similar processes in LiF and BaF<sub>2</sub>.

The TSL peaks at 105 K and 130 K in LiBaF<sub>3</sub> are governed by thermoactivated migration-tunnelling recombination of self-trapped holes. Presence of two TSL peaks of V<sub>K</sub>-centres at 105 and 130 K indicates that the 60° and the 90° migration hops occur. The expected absorption bands of V<sub>K</sub>-centres are at 3.2 and 4.3 eV.

## SKĀBEKLI SATUROŠU DEFEKTU SPEKTRĀLAIS RAKSTUROJUMS NANOMATERIĀLĀ – AlN NANOADATĀS

**A.Auziņa, L.Trinklere, B.Bērziņa**

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

Alumīnija nitrīds pieder pie platzonu pusvadītājiem, un tā spektrālās īpašības Platzonu materiālu laboratorijā tiek pētītas jau ilgāku laiku. Ir parādīts, ka AlN keramikā luminiscences procesus un gaismas radīto enerģijas uzkrāšanos galvenokārt nosaka skābekli saturoši defekti. Nesen Taipejas Universitātē Taivānā tika sintezēts AlN nanomateriāls, ko veido nanoadatas. Mūsu spektrālie pētījumi parādīja, ka šajā materiālā arī ir novērojama neliela to pašu skābekli saturošo defektu klātbūtne, kas parādās makromateriālā – AlN keramikā, tomēr nanomateriālā ir novērojami arī atšķirīgi luminiscences ierosināšanas mehānismi, salīdzinot ar makromateriālu [1].

Šajā darbā tiek pētītas un salīdzinātas spektrālās īpašības (fotoluminiscences spektri un to ierosmes spektri) diviem AlN nanomateriālu veidiem: sintezētām nanoadatām un nanoadatām, kurām ir veikta skābekļa implantācija. Ir atrasts, ka skābekļa implantācija palielina skābekli saturošo defektu koncentrāciju. Bez tam, ir novērojami arī sarežģītāki defektu kompleksi, kuru luminiscences joslas ir nobīdītas vairāk uz spektra mazo enerģiju pusi, salīdzinot ar sākotnējo materiālu.

## SPECTRAL CHARACTERISTICS OF OXYGEN RELATED DEFECTS IN AlN NANOTIPS

**A.Auzina, L.Trinkler, B.Berzina**

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

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

Aluminum nitride is one of the wide band gap semiconductors, which are studied in the laboratory of Wide band gap materials for a long time. In AlN ceramics a role of oxygen-related defects in the luminescence processes and light-induced energy accumulation is established. Recently in Taipei University, Taiwan the nanostructured AlN material is sintered in a form of nanotips. Our investigations of spectral characteristics of the AlN nanotips showed [1] that a small amount of oxygen-related defects, known in AlN ceramics are also observed in the nanotips, whereas, the luminescence excitation mechanisms differs from those observed in the bulk material.

The present investigation is devoted to study and comparison of spectral characteristics (photoluminescence spectra and their excitation spectra) in two types of AlN nanotips: as grown and treated under the oxygen implantation. It was found, that the oxygen implantation increases a concentration of the oxygen-related defects. Besides, some new more complex defect types are also observed with luminescence bands shifted towards the lower energies in the spectrum in comparison with those observed before the oxygen implantation.

[1] L.Trinkler, B.Berzina, S.C. Shi, L.C.Chen, M.Benabdesselam and P.Iacconi. *UV light induced luminescence processes in AlN nanotips and ceramics*. phys. stat. sol. (c) **2**, No1, (2005) 334-338.

## HEKSAGONĀLĀ BORA NITRĪDA SPEKTRĀLĀS ĪPAŠĪBAS

**R.Krutohvastovs, L.Trinklere, B.Bērziņa**

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

Bora nitrīds pieder pie platzonu materiāliem un tam ir raksturīgas vairākas kristāliskās formas. Heksagonālais bora nitrīds ir izejmateriāls nanomateriāla sintezēšanai. BN nanocaurules ir nesēn sintezētas Wake Forest Universitātē, ASV un spektrāli pētītas mūsu laboratorijā. Tāpēc pamatmateriāla – h-BN spektrālie pētījumi ir svarīgi, lai varētu atšķirt un raksturot tieši BN nanocauruļu spektrālās īpašības.

Šajā darbā tiek pētītas sekojošas h-BN pulvera (makromateriāla) spektrālās īpašības: (fotoluminiscences spektri, tās ierosināšana un termoluminiscence). Fotoluminiscences spektrs veido platu asimetrisku joslu ar maksimumu pie ~320 nm, kura ierosinās gan fundamentālās absorbcijas spektra garo viļņu malā pie 220 nm, gan arī 280 nm joslā. Termoluminiscencē parādās trīs maksimumi pie 80 C, 270 C un 340 C, pie tam pēdējais maksimums ir dominējošais. Iegūtie rezultāti atšķiras no nanomateriālā novērotajiem [1].

## **THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF HEXAGONAL BORON NITRIDE**

**R.Krutohvastov, L.Trinkler, B.Berzina**

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

Boron nitride is one of the wide band gap materials crystallizing in several differing structures. The hexagonal boron nitride is a bulk material for sintering nanomaterial - BN nanotubes, which are recently produced in Wake Forest University, USA and spectrally investigated in our laboratory. Therefore, investigation of spectral characteristics of the bulk material – h-BN is necessary for spectral characterization of the multiwalled nanotubes.

The present study includes investigation of some spectral characteristics (photoluminescence spectra, its excitation and thermoluminescence) of h-BN powder – a bulk material. It was observed that the photoluminescence spectrum forms a wide asymmetric band with maximum at 320 nm, which can be excited at the edge of fundamental absorption at ~220 nm and at the excitation band at 280 nm. Three different peaks of thermoluminescence are observed at 80 C, 270 C and 340 C, where the last is the predominant. The results obtained differ from those observed for the h-BN nanotubes [1].

[1] B. Berzina, L. Trinkler, R. Krutohvastov, R. T. Williams, D. L. Carroll, R. Czerw, and E. Shishonok. *Photoluminescence excitation spectroscopy in boron nitride nanotubes compared to microcrystalline h-BN and c-BN*. phys. stat. sol. (c) 2, No1, (2005) 318-321.

### III-V GRUPAS ELEMENTU PLATZONU MATERIĀLU SPEKTRĀLO ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI

**B.Bērziņa, L.Trinklere, R.Krutohvastovs un A.Auziņa**

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

Straujā zinātņu ietilpīgās tehnikas attīstība pieprasa jaunu materiālu izveidošanu, kas spētu uzkrāt arvien lielāku informāciju, strādāt arvien ātrāk un kuru izmērus varētu būtiski samazināt. Vienu grupu no šādiem materiāliem veido AlN, dažas BN modifikācijas un dimanti, kuru pielietojumi ir perspektīvi gan optoelektronikā gan arī dozimetrijā. Bez tam, pēdējās desmitgades laikā no jau minētiem materiāliem ir izveidoti dažādi nanomateriāli: nanocaurules un nanoadatas, kuru īpašības atšķiras no attiecīgo makromateriālu īpašībām.

Pēdējā desmitgadē LU CFI Platzonu materiālu laboratorijā tiek veikti spektrālie pētījumi jau minētajā materiālu grupā, kas ietver AlN keramiku, c-BN keramiku, c-BN monokristālus, dabīgos un sintētiskos dimantus kā arī h-BN nanocaurules un AlN nanoadatas. Tiek pētītas materiālu spektrālās īpašības un gaismas radītas enerģijas uzkrāšanās un tās atbrīvošana. Daļa pētījumu tiek veikta kopā ar sadarbības partneriem no citām laboratorijām. Iegūtie rezultāti ietver informāciju par luminiscences mehānismiem, gaismas enerģijas uzkrāšanās un tās atbrīvošanas procesiem, un dažreiz ir iespējams arī noteikt defektu struktūru. Ir konstatēts, ka AlN keramika varētu būt perspektīvs materiāls UV gaismas dozimetrijā.

### SPECTRAL CHARACTERIZATION OF SOME WIDE BAND GAP MATERIALS FORMED FROM III-V GROUP ELEMENTS

**B.Berzina, L.Trinkler, R.Krutohvastov, and A.Auzina**

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

Rapid development of technical needs ever requires elaboration of new materials, which could accumulate huge information, work more and more quickly and reduce their dimensions as far as possible. The wide band gap materials: AlN, several modifications of BN and diamonds forms one group of such materials, which are promising for various applications including optoelectronics and dosimetry. Besides the bulk materials, during the last decade different types of nanomaterials including nanotubes and nanotips are sintered having the different properties from the bulk material.

During the last decade the laboratory of Wide band gap materials are working on investigation of spectral characteristics and light-induced energy accumulation in bulk materials: AlN ceramics, c-BN ceramics, c-BN single crystals, natural and synthetic diamonds as well as in h-BN nanotubes and AlN nanotips. Part of investigations was performed together with the collaboration partners from abroad. The results obtained contain information about the luminescence mechanisms, processes of energy accumulation and release as well as sometimes is possible to reveal the defect structure. Applicability of AlN ceramics in UV light dosimetry is proposed.

## LUMINOFORI DIELEKTRISKAS BARJERAS IEROBEŽOTAS IZLĀDES LAMPĀS

V. Pankratovs

*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts*

Atbilstoši apkārtējās vides aizsardzības prasībām pašreiz visā pasaulē apgaismošanas spuldžu ražotāji cenšas samazināt dzīvsudraba saturu luminiscentās lampās. Labākais risinājums varētu būt dzīvsudrabu saturošo lampu aizvietošana ar lampām, kurās izlāde notiek cēlgāzē. Lampu meklējumos ir atrasts, ka starp daudzām citām, Xe eksimēru lampās ir efektīvs spēcīga UV starojuma avots. Šīm lampām ir liela industriālā pielietojuma iespējas. Šo lampu darbības pamatā ir fotoluminiscence, ko ierosina ar **d**ielektriskas **b**arjeras **i**erobežotu **i**zlādi (**DBII**) Xe eksimēros. Izlāde izsuuc fotonu emisiju no Xe eksimēriem un emisijas samērā platais spektrālais sadalījums ir centrēts ap 172 nm (7.3 eV). Lai pārvērstu šo UV emisiju redzamajā gaismā ir nepieciešams luminofors ar lielu pārvēršanas efektivitāti „UV-redzama gaisma”.

Ar retzemju elementiem aktivēti daži fluorīdi ( $\text{YF}_3$ ,  $\text{LiGdF}_4$ ,  $\text{CaF}_2$ ) un ar eiropiju aktivēts  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}$  (BAM) tika ilgstoši apstaroti **DBII** lampās to darbības laikā. Šādas apstrādes rezultātā novērota stipra krāsas izmaiņa fluorīdu pulveriem. No otras puses BAM tika novērotas tipra  $\text{Eu}^{2+}$  emisijas degradācija.

Pētītas minēto materiālu optiskās īpašības un apspriesta nevēlamās krāsas maiņas daba un cēloņi fluorīdos, kā arī  $\text{Eu}^{2+}$  emisijas degradācija BAM.

## PHOSPHORS FOR DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE EXCIMER LAMPS

V. Pankratov

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

World's lamp manufactures aim at a reduction of the mercury content of fluorescent lamps driven by environmental arguments. One of the best alternatives for mercury lamps can be lamps based on noble gas discharges. Besides others, the Xe excimer lamp has been found to be an efficient source of high power UV radiation offering great potential for industrial applications. The operation of such lamps is based on the photoluminescence excited by a **d**ielectric **b**arrier **d**ischarge (**DBD**) of xenon eximers. The Xe excimer discharges creates photons with a quite broad spectral distribution around 172 nm (7.3 eV). In order to transform UV emission into visible light phosphors with high conversion efficiency are required.

Some fluoride ( $\text{YF}_3$ ,  $\text{LiGdF}_4$ ,  $\text{CaF}_2$ ) doped by rare earth ions and  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}$  complex oxide doped by europium (BAM) were treated during the prolong operation in **DBD** excimer xenon lamp. As a result of such treatment the strong discolorations of the fluoride powders have been observed. On the other hand, a strong degradation of  $\text{Eu}^{2+}$  emission was observed in BAM.

Optical properties of investigated materials have been studied and nature of unwanted discolorations and their properties in investigated fluorides as well as europium emission degradation in BAM will be discussed.

## DZELZS PIEMAIŠĪJUMA IETEKME UZ SCINTILLĀCIJAS



## IMPULSA PARAMETRIEM

**S.Černovs, D.Millers, L.Grigorjeva**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija*

Apskatīta elektronisko ierosinājumu relaksācija  $\text{ZnWO}_4$  un  $\text{ZnWO}_4:\text{Fe}$  scintillātoros, ņemot vērā elektronu un caurumu rekombināciju korelētos pāros. Analizēta  $\text{Fe}^{3+}$  piemaisījuma ietekme uz pašvielas luminiscences impulsa augšanas fronti un luminiscences intensitāti ierosinot kristālus ar elektronu kūļa impulsiem. Izvirzīta hipotēze, ka rekombinējot korelētā pāra elektronam un caurumam  $\text{Fe}^{3+}$  piemaisījuma tuvumā, piemaisījuma jona Kulona lauks samazina autolokalizēta eksitona izveidošanas varbūtību salīdzinājumā ar rekombināciju ideālā režģī. Eksperimentā to novēro kā pašvielas luminiscences impulsa augšanas laika palielināšanos  $\text{ZnWO}_4:\text{Fe}$  salīdzinājumā ar  $\text{ZnWO}_4$ . Lielas  $\text{Fe}^{3+}$  koncentrācijas gadījumā attālums starp  $\text{Fe}^{3+}$ - centriem un korelētiem elektronu-caurumu pāriem ir mazs, kādēļ gan elektroni, gan caurumi var tikt saķerti uz dažādos lādiņa stāvokļos esošiem Fe joniem un līdz ar to samazinās pašvielas luminiscences kvantu iznākums.

## INFLUENCE OF IRON IMPURITIES ON $\text{ZnWO}_4$ SCINTILLATION PULSE PARAMETERS

**S.Chernov, D.Millers, L.Grigorjeva**

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

The relaxation of electronic excitations in  $\text{ZnWO}_4$  and  $\text{ZnWO}_4:\text{Fe}$  scintillating crystals is discussed in the terms of electron-hole recombination within correlated pairs. The effect of  $\text{Fe}^{3+}$  impurity ions on intrinsic luminescence rise-time and yield under pulsed electron beam excitation is analysed. It is assumed that the self-trapping of correlated electron-hole pair in vicinity of  $\text{Fe}^{3+}$  impurity results in lower probability of recombination via self-trapped exciton state if compared with the regular lattice. It was observed in experiments as an increase of rise-time of intrinsic luminescence pulse in  $\text{ZnWO}_4$  compared with that in  $\text{ZnWO}_4$ . The distance between correlated electron-hole pair and  $\text{Fe}^{3+}$  become small for large  $\text{Fe}^{3+}$  concentration and both electron and hole could be trapped at Fe being in the different charge states relative to the lattice and intrinsic luminescence yield decreases.

## YVO<sub>4</sub> UN YVO<sub>4</sub>:Nd KRISTĀLU SPEKTRĀLI-KINĒTISKĀS ĪPAŠĪBAS

**T.Dudareva**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas Institūts*

YVO<sub>4</sub> ir praktiskai izmantošanai daudzsološs materiāls. YVO<sub>4</sub>:Nd aktivēto kristālu izmanto par diožu pumpēta cietvielu lāzera aktīvo elementu.

Darba mērķis ir i) noskaidrot pašvielu defektu ietekmi uz YVO<sub>4</sub> spektrāli-kinētiskām īpašībām; ii) noteikt pašvielas luminiscences dzīves laikus neaktivētiem un ar Nd aktivētiem kristāliem; iii) noteikt Nd ierosinātā stāvokļa dzīves laikus YVO<sub>4</sub> kristālos ar dažādu Nd piemaisījumu koncentrāciju.

Tika reģistrēti stacionārās absorbcijas spektri neaktivētiem YVO<sub>4</sub> un YVO<sub>4</sub>:Nd (0,27% un 0,7%) aktivētiem kristāliem. Fundamentālas absorbcijas malas pakājē neaktivētiem YVO<sub>4</sub> paraugiem novērojama absorbcijas josla (2,6 – 3,4 eV), kuras intensitāte, saskaņā ar literatūras datiem, ir atkarīga no skābekļa deficīta kristālā. Tika reģistrēti īsi dzīvojošās optiskās absorbcijas spektri un pētītas inducētās absorbcijas relaksācijas kinētikas. Novērota optiskās absorbcijas relaksācijas laika samazināšanās YVO<sub>4</sub>:Nd kristālos salīdzinot ar neaktivētiem YVO<sub>4</sub> kristāliem.

Izmantojot luminiscento metodiku ar izšķiršanu laikā reģistrēti luminiscences spektri un kinētikas neaktivētiem YVO<sub>4</sub> un YVO<sub>4</sub>:Nd kristāliem. Noteikti pašvielas luminiscences dzīves laiki un Nd ierosinātā stāvokļa dzīves laiki ierosinot luminiscenci ar impulsa lāzeru un elektronu kūli.

## SPECTRAL AND KINETIC PROPERTIES OF YVO<sub>4</sub> UN YVO<sub>4</sub>:ND CRYSTALS

**T.Dudareva**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

YVO<sub>4</sub> is an important emerging optical material. When doped with Nd, it has proven to be an excellent solid-state laser host with characteristics especially suited for diode pumping.

The goal of present work is: i) to clear up the role of intrinsic defects to spectral and kinetic properties; ii) to determine decay times of intrinsic luminescence for undoped and Nd doped crystals; iii) to determine decay times of Nd excited state in YVO<sub>4</sub> crystals with different Nd concentration.

Stationary absorption spectra were registered for undoped YVO<sub>4</sub> and YVO<sub>4</sub>:Nd (0,27% and 0,7%) crystals. The absorption band (2.6 – 3.4 eV) was observed in undoped YVO<sub>4</sub> crystals in fundamental absorption edge region. The intensity of this optical band (in accordance with literature) depends on oxygen deficiency in the crystals. Induced optical absorption spectra were registered and induced absorption relaxation kinetic was investigated. It is shown that optical absorption relaxation time decreases when crystals are doped with Nd.

The time-resolved luminescence and decay kinetics of undoped YVO<sub>4</sub> and YVO<sub>4</sub>:Nd were studied under pulsed electron beam and pulsed UV laser beam excitation. The life-times of intrinsic luminescence and life-time of Nd excited state were determined.

## TERMISKO SVĀRSTĪBU AMPLITŪDAS JONU KRISTĀLOS

**J.Gabrusenoks**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Darbā tika veikti  $\text{ReO}_3$  un  $\text{Cu}_2\text{O}$  režģu svārstību aprēķini. Režģa spēka lauka parametri ir noteikti, izmantojot svārstību frekvences dažos Briljuēna zonas punktos.

Ir aprēķinātas atomu svārstību amplitūdas un atomu relatīvās svārstību amplitūdas.  $\text{ReO}_3$  kristālā skābekļa joniem ir spēcīga svārstību anizotropija. Re un O jonu svārstības ir spēcīgi korelētas. Tuvāko Re jonu svārstības ir korelētas. Taču Re jonu, kuri atrodas virzienā  $\langle 111 \rangle$ , svārstības ir vāji korelētas.

## AMPLITUDES OF THERMAL VIBRATIONS OF THE IONIC CRYSTALS

**J.Gabrusenoks**

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

Calculation of lattice vibrations for  $\text{ReO}_3$  and  $\text{Cu}_2\text{O}$  have been carried out. Force constants have been determined by using vibration frequency in different points of Brillouin zone.

Mean square displacement and mean square relativ displacement of atoms have been calculated. Oxygen ions in the lattice of  $\text{ReO}_3$  have strong anisotropy of vibration. Vibrations of Re and O are correlated. Vibrations of nearest Re atoms are significantly correlated. Anyway, vibrations of Re atoms in direction  $\langle 111 \rangle$  are slightly correlated.

# STRUKTŪRA UN FĀŽU PĀREJAS

## RENTGENABSORBCĪJAS SPEKTRU KVANTU ĶĪMISKĀ INTERPRETĀCIJA

**D.Bočarovs, A.Kuzmins**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Šajā darbā mēs aplūkojam dažus datormodelēšanas rezultātus perovskita veida volframa oksīdiem. Aprēķinos mēs apvienojam periodisko kristāla modeli un Hartri-Foka metodi. Šī iespēja ir iekļauta programmas CRYSTAL98 kodā [1].

Vispirms mēs aplūkojam aprēķinu rezultātus volframa oksīdam tilpumā (dota režģa konstante un tilpuma modulis), lai nodrošinātu teorētisko un eksperimentālo rezultātu atbilstību.

Mūsu vienelektrona enerģijas stāvokļu aprēķini, kuri ir iegūti volframa oksīda modelim, tiek salīdzināti ar eksperimentāliem rentgena staru absorpcijas spektriem, kuri ļauj mums iegūt spektru korektu kvalitatīvu interpretāciju. Analizētas galvenās grūtības, kuras rodas perovskītu teorētiskos aprēķinos no pirmiem principiem.

## QUANTUM CHEMISTRY INTERPRETATION OF X-RAY SPECTRA

**D.Bocharov, A.Kuzmin**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

In this study, we present the results of *ab initio* computer simulations on X-ray absorption spectra of some perovskite-type tungsten oxides. For our calculations, we combine a periodic bulk model with Hartree-Fock method including *a posteriori* electron correlation corrections, as implemented in CRYSTAL98 computer code [1]. First, we describe the results of calculations performed on some bulk properties of the tungsten oxides (lattice constant and bulk modulus), in order to achieve the necessary level of agreement with available experimental and theoretical data. Our calculations on the densities of one-electron energy states (DOS) for models of tungsten oxides are verified by experimental X-ray absorption spectra, which allow us to make correct qualitative interpretation of the latter. The main difficulties appearing during our first principles simulations will be discussed.

[1] V.R. Saunders, R. Dovesi, C. Roetti, M. Causá, N.M. Harrison, R. Orlando, and C.M. Zicovich-Wilson, *CRYSTAL-98 User Manual*, University of Turin, 1999.

## **KRISTALĪTU IZMĒRU NOTEIKŠANA AR RENTGENDIFRAKCIJAS METODI**

**Anatolijs Mišņovs**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija  
Latvijas Organiskās sintēzes institūts, Rīga, Latvija*

Kristalītu (daļiņu) izmēru noteikšanas metodēm ir būtiska loma vielu un materiālu pētīšanā un raksturošanā. Ja kristalītu izmēri ir robežās 10-100 nm, to izmērus var noteikt ar Šerera formulu, Viljamsona-Holla līkni jeb ar Varena-Averbaha Furjē analīzes metodi. Ja kristalītu izmēri pārsniedz lielumu 10 mkm, līnijas uz debajgrammām kļūst pārtrauktas un ir nepieciešamas metodes, kas balstās uz citiem fizikāliem principiem.

Tika izstrādāta jauna kristalītu izmēru noteikšanas metode, kas izmanto lineāru korelāciju starp kristalītu izmēriem un nomelnojuma plankumu lielumiem uz reģistrācijas ierīces.

## **CRYSTALLITE SIZE DETERMINATION BY X-RAY DIFFRACTION**

**A.Mishnevs**

*Institute of Solid State Physics, Latvian University, Riga, Latvia  
Latvian Institute of Organic Synthesis, Riga, Latvia*

Particle sizing problem arises in many fields of science, technology and material production. Methods based on X-ray diffraction lines broadening cover size interval of 10-100 nm and are well documented. Larger crystallites demonstrate no line broadening and require alternative methods for size determination.

When crystallites are relatively large (10-500 mkm) and a small volume of the sample is irradiated the diffraction pattern exhibits discrete spots instead of continuous diffraction lines. We base our approach on the linear correlation between average crystallite's size and diffraction spots dimensions which is valid for crystallite size above 5 mkm. Thus the aim of this work is to extract the crystallite size distribution function from the analysis of the spot size distribution.

# **Au, RENTGENAMORFO SAKAUSĒJUMU Co-W, Co-Mo PLĀNO SLĀŅU STRUKTŪRAS UN FĀZU SASTĀVA IZMAIŅAS UZ VAKUUMĀ UZPUTINĀTA Cu, Fe-Ni(80) UN Cu FOLIJAS PĒC SLĀŅU SISTĒMU KARSĒŠANAS**

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

Ar rastra un caurstarojošās elektronmikroskopijas, rentgenfāžu un rentgena mikroanalīzes metodēm turpināti pētījumi par  $Au_{\text{ķim.red.}}$  0,3-0,6  $\mu\text{m}$  un  $Au_{\text{el.izg.}}$  0,8-1,8  $\mu\text{m}$  un elektroizgulsnētu rentgenamorfo sakausējumu Co-W (W 45-52 %) struktūras, fāžu un elementu sastāva stabilitāti slāņu sistēmās Au/Co-W/Cu<sub>uzp.</sub>/sitāls, Au/Co-W/Fe-Ni<sub>uzp.</sub>/sitāls, Au/Co-W/Fe-Ni<sub>fol.</sub>; Ti<sub>fol.</sub> pēc to karsēšanas pie 200°C 200h+300°C 100-150h+450°C 30-100h un Co-Mo (Mo 33-45 %) slāņu sistēmās Co-Mo/Cu,  $Au_{\text{ķim.}}$ /Co-Mo(36)/Cu pēc to karsēšanas 350°C 100h un 400°C 50h. Rezultāti parāda, ka Co-W sakausējums kā barjerslānis nodrošina Au slānīša fāzes un struktūras stabilitāti. Ir novērojama Au monokristālu augšana un Co daudzuma palie-lināšanās Au slānīšos. Co-W rentgenamorfā slāņa kristalizācijas sākums ar Co<sub>3</sub>WO<sub>4</sub> veidošanos ir pēc karsēšanas 200°C 200h+300°C 150h+450°C 30h. Pie minētajām temperatūrām nav novērojama savienojumu Co-Si, Au-Si, Co-Ti, Au-Ti un AuCu veidošanās.

Rentgenamorfā sakausējuma Co-Mo (Mo 33-45%) plāno slāņu 1,0-2  $\mu\text{m}$  veidošanās, Mo saturs, fāžu un struktūras stabilitāte ir atkarīga no elektroķīmiskā elektroizgulsnēšanas procesa: elektrolīta pH, katodstrāvas blīvuma. Rentgenamorfo raksturu Co-Mo (Mo 33-45 %) saglabā pie karsēšanas līdz 350°C 100h un 450°C 50h, kad iespējams tā kristalizācijas sākums ar Co<sub>3</sub>Mo, CoMoO<sub>3</sub> un CoMoO<sub>4</sub> veidošanos. Slāņu sistēmās  $Au_{\text{ķim.}}$  (0,3-0,4  $\mu\text{m}$ )/Co-Mo (36)/Cu zelts saglabā fāzes stabilitāti. Ir novērojama Au monokristālu augšana, Cu difūzija caur Co-Mo slāņa plaisājumiem, CuO, Cu<sub>2</sub>O un AuCu veidošanās.

## **THE CHANGES OF STRUCTURE AND PHASE COMPOSITION OF THIN Au, X-RAY AMORPHOUS ALLOYS OF Co-W, Co-Mo COATINGS ON VACUUM-SPUTTERED Cu, Fe-Ni(80) AND Cu FOIL AFTER THERMAL TREATMENT**

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

Phase and structure stability, changes in the atomic composition of chemically deposited (0.3-0.6  $\mu\text{m}$ ) and electrodeposited (0.8-1.8  $\mu\text{m}$ ) Au layers and electrodeposited (1-2  $\mu\text{m}$ ) X-ray amorphous Co-W (W 45-52 %) and Co-Mo (Mo 33-45 %) alloy layers in the following systems Au/Co-W/Cu<sub>sputt.</sub>/glass-ceramics, Au/Co-W/Fe-Ni<sub>sputt.</sub>/glass-ceramics, Au/Co-W/Fe-Ni<sub>foil.</sub>, Au/Co-W/Ti<sub>foil.</sub> were investigated after their heating at 200°C 200h+300°C 100-150h+450°C 30-100h and systems Co-Mo (Mo 33-45 %)/Cu,  $Au_{\text{chem.}}$ /Co-Mo(36 %)/ Cu at 350°C 100h; 450°C 50h by electron microscopy, X-ray diffraction and energy dispersive X-ray. The results demonstrate that the using of X-ray amorphous Co-W alloy ensure the stability of phase composition and structure of Au coatings. The formation of Co-Si, Au-Si, Co-Ti, Au-Cu compounds were not observed at the above-mentioned temperature.

Formation of thin layers (1-2  $\mu\text{m}$ ) of X-ray amorphous Co-Mo alloy (Mo 33-45 wt.%), the Mo content, the phase and structure stability depend on the electrodeposition process: the electrolyte pH, the cathodic current density. The Co-Mo alloy (Mo 33-45 wt.%) maintains its X-ray amorphous state at heating up to 350°C for 100h and at 450°C for 50h, when beginning of its crystallization with formation of Co<sub>3</sub>Mo, CoMoO<sub>3</sub> and CoMoO<sub>4</sub> is possible. The gold in layer systems Au (chemically deposited, 0.3-0.4  $\mu\text{m}$ )/Co-36 wt.%Mo/Cu maintains its phase stability growth of Au whiskers, Cu diffusion through crevices in the Co-Mo layer, formation of CuO, Cu<sub>2</sub>O and AuCu were observed.

## SIMPLEKTISKĀS INTEGRĒŠNAS PIELIETOJUMI POLARIZĀCIJAS KINĒTIKAS MODELĒŠANĀ SEGNETOELEKTRIKOS

**Ē. Klotiņš**

*LU Cietvielu fizikas institūts*

Kinētisks apraksts sistēmām ar anharmoniskiem, nekonservatīviem un nelokāliem modeļa enerģijas funkcionāļiem ir ilglaicīga fundamentāla problēma, kuras atrisinājums Fokkera-Planka un imaginārā Šrēdingera vienādojumu tehnikā ir aktualizējies sakarā ar sasniegumiem simplektiskā integrēšanā. Pēdējā ir aizgūta no pielietojumiem kvantu mehānikas uzdevumos un izmantota dinamiskās histerēzes modelēšanā [1], nelokālu uzdevumu risināšanā [2] un kooperatīvu efektu modelēšanā [3] paplašināta Landau-tipa modeļa enerģijas funkcionāļa gadījumā. Jaunākie rezultāti attiecas uz polarizācijas pārslēgšanu telpiski nehomogēnā gadījumā. Kaut gan Fokkera-Planka un imaginārā Šrēdingera vienādojumu simplektiskā integrēšanas tehnika tiek demonstrēta vienkāršotam segnetoelektriskās polarizācijas gadījumam, nav nekādu principiālu ierobežojumu sarežģītākiem uzdevumiem ar robežnoteikumiem un iekšēju struktūru.

## SYMPLECTIC INTEGRATION APPROACH TO NONADIABATIC POLARIZATION RESPONSE IN FERROELECTRICS

**E. Klotins**

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

Kinetics of systems specified by anharmonic, nonconservative and nonlocal model Hamiltonians is a long-standing problem of fundamental significance and its formulation in terms of Fokker-Planck and imaginary time Schrödinger equations has received a renewed attention inspired by developments in symplectic integration. Adopted from its quantum counterparts, this problem independent approach is implemented for the modeling of dynamic hysteresis [1] and extended toward nonlocality [2], and the kinetics of cooperative behavior within the model of interacting Landau-type coarse grained blocks [3]. The latest results are illustrated by polarization switching and spatial extension. Whereas the Fokker-Planck, imaginary time Schrödinger and symplectic integration approach is implemented in the problem of bare ferroelectric polarization response there are no principal restrictions for supplementary terms in the model Hamiltonian focused on boundary conditions and strong nonlocality.

\* Reported in *Frontiers of Quantum and Mesoscopic Thermodynamics*, Satellite of the 20<sup>th</sup> General conference of EPS Condensed Matter Division (2004)

- [1] E. Klotins, *Ferroelectrics*, 296:209-220, 2003
- [2] E. Klotins, *Physica A* 340 (2004) 196 -200
- [3] E. Klotins, *Journ. Of Electroceramics* (in press)

## LĀZERUZPUTINĀTU $\text{BaTiO}_3$ , $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ UN $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ PLĀNO KĀRTIŅU OPTISKO ĪPAŠĪBU UN VIRSMAS MORFOLOĢIJAS PĒTĪJUMI



**I. Aulika, V. Zauls, K. Kundziņš, M. Kundziņš un M. Granāts**  
*Cietvielu fizikas institūts, Latvija*

Pētītās bārija titanāta BaTiO<sub>3</sub> (BT), bārija-stroncija titanāta Ba<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub> (BST) un stroncija-bismuta tantalāta (SBT) SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> segnetoelektriskās plānās kārtiņas tika iegūtās ar lāzera ablācijas metodi (PLD) uz dažādām pamatnēm – Si, Si/SrRuO<sub>3</sub>, Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt un Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt/SrRuO<sub>3</sub>. Paraugu optisko īpašību un virsmas morfoloģijas pētījumi tika veikti, izmantojot spektrālās reflektometrijas, elipsometrijas un atomspēka mikroskopijas metodes. Laušanas koeficienta samazināšanās un absorbcijas koeficienta nobīde uz augstāku fotonu enerģijas pusi, samazinoties kārtiņu biezumam, tika novērota BT plānajām kārtiņām uz Si un Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt pamatnēm. Novērots, ka laušanas koeficients visām kārtiņām uz Si pamatnēm ir mazāks kā kārtiņām uz Si/SrRuO<sub>3</sub>, Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt un Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt/SrRuO<sub>3</sub> pamatnēm. Tika novērota arī graudu izmēru un virsmas gluduma izmaiņa atkarībā no slāņa biezuma, kas ir saistīts ar kārtiņas augšanas procesa īpatnībām. Ar elipsometrijas metodi tika konstatēts pārejas slānis starp Pt apakšējo elektrodu un segnetoelektrisko kārtiņu, kura kompleksais laušanas koeficients mainās atkarībā no biezuma: laušanas koeficients palielinās, bet absorbcijas koeficients samazinās, palielinoties šī robežslāņa biezumam, kas atkarīgs no kārtiņas iegūšanas tehnoloģiskajiem parametriem.

**STUDIES OF OPTICAL PROPERTIES AND SURFACE MORPHOLOGY OF  
LASER DEPOSITED BaTiO<sub>3</sub>, Ba<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub> AND SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> THIN FILMS**

**I. Aulika, V. Zauls, K. Kundzins, M. Kundzins and M. Granats**  
*Institute of Solid State Physics, Latvia*

Optical properties and surface morphology of pulsed laser deposited BaTiO<sub>3</sub> (BT), Ba<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub> (BST) and SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> (SBT) thin film heterostructures on Si, Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt, Si/SrRuO<sub>3</sub> and Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt/SrRuO<sub>3</sub> substrates have been investigated by spectral reflectometry (“Ocean Optics” fiber optic CCD spectrometer under normal light incidence geometry in the range of 350 – 750 nm), variable-angle null-ellipsometry (He-Ne laser wavelength  $\lambda = 632.8$  nm, incidence angles set from 45°÷75°) and conventional atomic force microscopy (AFM) surface measurements in contact mode. The variation of refractive index and absorption coefficient has been observed for pulsed-laser deposited (PLD) BT thin films on Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt and Si substrate with different thickness. BT, BST and SBT thin films deposited on Si substrates show lower refractive index and optical band gap energy as the samples on the Si/SiO<sub>2</sub>/Ti/Pt substrates. The AFM surface topography analysis indicated dependence of thin film growth process on layer thickness resulting in various surface final roughness patterns and affecting optical properties due to band structure modifications and scattering losses. Optical properties and thickness of the interface layer between ferroelectric film and Pt bottom electrode have been investigated with relation to film growth parameters.

## RELAKSORU MATERIĀLU DIELEKTRISKO ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI TERAHERCU FREKVENČU DIAPAZONĀ

**V.Zauls\***, **A.Krotkus<sup>1</sup>**, **J.Banys<sup>2</sup>**, **K.Bormanis**

*Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija*

<sup>1</sup>*Viļņas Pusvadītāju fizikas institūts, Lietuva*

<sup>2</sup>*Viļņas Universitātes Fizikas fakultāte, Lietuva*

Iedarbojoties ar ultraīsiem femtosekunžu lāzeru impulsiem uz īpaši izveidotām pusvadītāju vai nelineāri optisku materiālu struktūrām (*emiteriem*) iespējams tajās inducēt ultraīsus polarizācijas impulsus, kuri izstaro elektromagnētiskos viļņus plašā terahercu diapazonā (parasti no 0,5 līdz pat 6 THz). Izmantojot specifiskus optiskos elementus, terahercu starojumu iespējams kolimēti virzīt un detektēt ar optiski strobējošām (korelātoriem līdzīgām) ierīcēm. Šādu aparāturu iespējams izmantot ne tikai mazgabarīta radaru tehnikā un tomogrāfijā, bet arī vispārīgai materiālu dielektrisko īpašību pētīšanai tādā frekvenču diapazonā, kur cita veida aparatūras lietošana ir ļoti komplicēta vai pat neiespējama. Referātā tiks ilustrēti terahercu diapazona impulsu optiskās ģenerācijas un detektēšanas principi, kā arī demonstrēti pirmie spektrālo mērījumu rezultāti neliela tilpuma segnetoelektrisku relaksoru materiālu paraugiem.

\* *sadarbību finansiāli atbalstījis Viļņas Pusvadītāju fizikas institūta PRAMA (Processing Research and Application of Advanced Materials) Ekselelences centrs*

## DIELECTRIC CHARACTERIZATION OF RELAXOR MATERIALS IN THE TERAHERTZ FREQUENCY DOMAIN

**V.Zauls\***, **A.Krotkus<sup>1</sup>**, **J.Banys<sup>2</sup>**, **K.Bormanis**

*Institute of Solid State Physics, Riga, Latvia*

<sup>1</sup>*Semiconductor Physics Institute, Vilnius, Lithuania*

<sup>2</sup>*Faculty of Physics, Vilnius University, Vilnius, Lithuania*

Under intense pulsed femtosecond laser illumination of specially tailored semiconductor or nonlinear optical material structures (so called *emitters*) ultra short time polarization transients can be excited to generate broad band electromagnetic radiation typically covering range from 0.5 to 6 THz. The basic principles of terahertz (THz) radiation generation and sampling detection based on femtosecond laser optical techniques will be discussed covering applications from miniature radar and tomography to basic investigation of dielectric properties of materials in the frequency range not reachable by other methods. The first experimental results on THz transmission spectral characterization of dielectric properties for small sized ferroelectric relaxor bulk material samples will be presented.

\* Financially supported by The Center of Excellence in Processing, Research and Application of Advanced Materials (PRAMA) at Semiconductor Physics Institute, Vilnius, Lithuania

## JAUNS SEGNETOELEKTRISKAIS MATERIĀLS UZ

## **PbSc<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub> – PbTm<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub> BĀZES**

**M.Dambekalne, M.Kalnberga, M.Līviņš, A.Mišņovs, A.Spūle**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts, Rīga, Latvija*

Mūsu darba mērķis bija sintezēt jaunu oriģinālu cieto šķīdumu (1-x)PbSc<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub> – xPbTm<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub> [(1-x)PSN – xPTmN)] rindu, izpētīt fāzu veidošanās secību termiskās apstrādes laikā, kristālisko fāzu struktūru un keramisko paraugu īpašības. Cieto šķīdumu sintēze tika veikta ar cietfāzu reakcijas metodi no attiecīgiem oksīdiem un karbonātiem. Lai veicinātu sintēzes procesa norisi, tika veikta divpakāpju sintēze: pirmā – 960<sup>0</sup> – 1100<sup>0</sup>C intervālā, 1 – 2 stundas, otrā – 980<sup>0</sup> – 1250<sup>0</sup>C intervālā, 2 stundas. Augstāka sintēzes temperatūra nepieciešama PSN un sastāviem ar lielāku tā koncentrāciju. Keramiskie paraugi tika gatavoti ar karstās presēšanas metodi temperatūru intervālā no 1050<sup>0</sup>C (PTmN) līdz 1200<sup>0</sup>C (PSN), izturēšanas laiks 2 stundas, spiediens 20 MPa. Pie istabas temperatūras PSN ir perovskita struktūra ar romboedrisku elementārās šūnas kropļojumu: a = 4.080 Å; α = 89.89<sup>0</sup>. Tīrais PTmN ir antisegetoelektriķis ar tetragonālo struktūru; pie 303<sup>0</sup>C tam ir novērojama fāzu pāreja no antisegetoelektriskās uz paraelektrisko. Cietajiem šķīdumiem x = 0 – 0.5 ir perovskita struktūra, bet x = 0.6 – 1.0 – tetragonālā struktūra. Morfotropais apgabals ir ietverts x = 0.5–0.6 intervālā. Cieto šķīdumu dielektriskā caurlaidība strauji samazinās, palielinoties tulija koncentrācijai: no ε = 40000 (PSN) līdz ε = 335 (PTmN).

## **NEW FERROELECTRIC MATERIALS ON THE BASIS OF PbSc<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub> – PbTm<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub>**

**M.Dambekalne, M.Kalnberga, M.Livinsh, A.Mishnovs, A.Spule**  
*Institute of Solid State Physics University of Latvia, Riga, Latvia*

Our purpose was to synthesize new original solid solutions of (1-x)PSN-xPTmN, to study sequence of phases during thermal treatment, structure and properties of ceramic samples. Synthesized powders of (1-x)PSN-xPTmN solid solutions, were obtained by solid state reactions from oxides and carbonates. Two-staged synthesis was used to facilitate the interaction of precursors: the first one was made for 1-2 hours at 960<sup>0</sup>-1110<sup>0</sup>C depending on composition, the second - for 2 hours at 980<sup>0</sup>-1250<sup>0</sup>C. The highest calcinations temperature is in case of PSN, lowest in case of PTmN. Ceramic samples were produced by hot pressing technology: the pressure of 20 MPa during 2 hours, the temperature being adjusted within the 1050<sup>0</sup>-1200<sup>0</sup>C interval, depending on the particular component ratio. At room temperature PSN has a rhombohedral distortion of the unit cell: a = 4.080Å, α = 89.89<sup>0</sup>. Pure PTmN is an antiferroelectric. Transition from the antiferroelectric phase to paraelectric phase is observed at T<sub>max</sub> = 303<sup>0</sup>C. Solid solutions of (1-x)PSN - xPTmN with x = 0-0.5 have perovskite structure, with x = 0.6-1.0 have a tetragonal structure. The system has morphotropic phase region extending over the x=0.5-0.60 interval. The value of dielectric permittivity of (1-x)PSN - xPTmN decreases rapidly with the concentration of thulium: from ε = 40000 (PSN) up to ε = 335 (PTmN).

## ENERĢIJAS ZUDUMU UN DOZAS IETEKME UZ ĀTRO $^{50}\text{Ti}$ JONU IZRAISĪTĀM CIETĪBAS IZMAIŅĀM $\text{LiF}$ KRISTĀLOS

**I.Manika, O.Jančenko**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Izmantojot mikrociētības un optiskās spektroskopijas metodes, pētīts radiācijas defektu sadalījums dziļumā  $\text{LiF}$  kristālos, kas apstaroti ar augstas enerģijas (10 keV/u)  $^{50}\text{Ti}$  joniem, fluencei sasniedzot  $10^{12}$  joni/cm<sup>2</sup>. Absorbcijas spektri uzrāda F, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> un F<sub>4</sub> centru veidošanos apstarotos kristālos. Novērots ievērojams ciētības pieaugums apstarotajā slānī, kas atkarīgs no fluences un aprēķinātajiem jonu enerģijas zudumiem kristālā. Zināms, ka ciētinašanās efektu galvenokārt izraisa dislokāciju bremsēšanās uz defektu agregātiem (domājams, sīki litija koloīdi, vakanču un molekulāra fluora klāsteri). Mikrociētības mērījumi uz kristālu šķērsriezuma virsmas liecina par defektu agregātu nevienmērīgu sadalījumu atkarībā no dziļuma. Ciētības maksimumā, kas sakrīt ar enerģijas zudumu maksimumu, ciētinašanās efekts sasniedz vērtības, kas novērotas, apstarojot  $\text{LiF}$  kristālus ar smagajiem joniem ( $^{209}\text{Bi}$ ,  $^{197}\text{Au}$ ), kuri rada trekus ar defektu agregātus saturošu serdi. Ārpus maksimuma apgabala ciētinašanās efekts ir mazāks un, līdzīgi kā vieglo jonu ( $^{36}\text{S}$ ) gadījumā, kuri trekā rada galvenokārt F centrus, to ievērojami ietekmē fluence. Šādos apstākļos ciētinašanās efektu nosaka defektu piesātināšanās un agregatizācijas procesi treku pārklāšanās rezultātā. Var secināt, ka līdzīgi kā  $^{78}\text{Kr}$  un  $^{58}\text{Ni}$  jonu gadījumā,  $^{50}\text{Ti}$  jonu starojuma radītajās struktūras un mikrociētības izmaiņas izpaužas gan smagajiem, gan vieglajiem joniem raksturīgās iezīmes.

## EFFECT OF ION ENERGY LOSS AND FLUENCE ON HARDENING OF $\text{LiF}$ CRYSTALS IRRADIATED WITH FAST $^{50}\text{Ti}$ IONS

**I.Manika, O.Jančenko**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The depth distribution of damage products created in  $\text{LiF}$  crystals irradiated with swift  $^{50}\text{Ti}$  ions of a 10 keV/u specific energy at fluences up to  $10^{12}$  ions/cm<sup>2</sup> has been studied by microindentation and optical spectroscopy techniques. The absorption spectra indicate formation of F, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> and F<sub>4</sub> centers in irradiated crystals. A marked effect of hardening is observed, which scales with the ion range and depends on the fluence and calculated energy loss. The hardening effect is related mainly to pinning of dislocations by defect aggregates (possibly small Li colloids, vacancy clusters and bubbles of molecular fluorine). The microhardness data measured on crystal cross-sections show a non-uniform depth distribution of damage products. Maximum hardening effect reaches that observed for heavy ions ( $^{209}\text{Bi}$ ,  $^{197}\text{Au}$ ), which create defect aggregates in the track core. However, outside of the Bragg maximum the magnitude of hardening is considerably lower and strongly depends on ion fluence as it was observed earlier for irradiation with light ions ( $^{36}\text{S}$ ) creating mainly F centers. Under such conditions, the hardening is caused by saturation and aggregation of single defects due to neighbour track overlapping. Accordingly, the changes in the structure and microhardness of  $\text{LiF}$  irradiated with fast  $^{50}\text{Ti}$  ions exhibit features typical for irradiations with heavy and light ions as observed earlier in case of  $^{78}\text{Kr}$  and  $^{58}\text{Ni}$  ions.

## HEMOGLOBINA DZELZS JONU $\text{Fe}^{2+}$ UN $\text{Fe}^{3+}$ OPTISKIE UN EPR SPEKTRI

**N.Mironova-Ulmane, I Motmillere**

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

Pie zemām temperatūrām izpētīti asins EPR spektri. Noskaidrots, ka asinis methemoglobina  $\text{Fe}^{3+}$  jons ir zemo spinu stāvokli ar  $g = 2.3$  un augsto spinu stāvokli ar  $g=6$ . Ar EPR metodi methemoglobina  $\text{Fe}^{3+}$  koncentrāciju var noteikt precīzāk kā ar citām metodēm.

Asins optiskās absorbcijas spektri izmērīti enerģiju intervālā no 200 līdz 2500 nm, kurā ir jonu  $\text{Fe}^{2+}$  un  $\text{Fe}^{3+}$  .visas d – d elektronu pārejas.

## THE OPTICAL AND EPR SPECTRA OF $\text{Fe}^{2+}$ and $\text{Fe}^{3+}$ IONS IN THE HEMOGLOBIN

**N.Mironova-Ulmane, I Motmillere**

<sup>a</sup> *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, LV-1063 Rīga, Latvija*

The EPR spectra for blood have been studied at low temperature. It is shown that in blood the ion  $\text{Fe}^{3+}$  of methemoglobin is in low-spin state with  $g = 2.3$  and in the high spin state with  $g=6$ . EPR can detect the concentration of  $\text{Fe}^{3+}$  of methemoglobin more accurately than any other technique.

The optical absorption spectra of blood were recorded in the energy range 200-2500 nm which includes all d-d electronic transition in ions  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$ .

## MAGNONU UN FONONU LOMA OPTISKO ABSORBCIJAS SPEKTRU VEIDOŠANĀ MnO

**N.Mironova-Ulmane,<sup>a</sup> A.Kuzmins,<sup>a</sup> I.Sildos,<sup>b</sup> V.Skvorcova,<sup>a</sup> U.Ulmanis<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, LV-1063 Rīga, Latvija*

<sup>b</sup> *Institute of Physics, University of Tartu, EE-2400 Tartu, Igaunija*

Antiferomagnētiskā MnO monokristāla optisko absorbcijas spektru temperatūras atkarība mērīta intervālā no 5 līdz 180 K spektra diapazonā no 14500 līdz 25500 cm<sup>-1</sup>. Novērotas trīs absorbcijas joslas  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}$ ,  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{2g}$  and  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4E_g$ ,  ${}^4A_{1g}$ , kuras atbilst aizliegtām d-d pārejām. Pirmo reizi novērota pārejas  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}$  sīkkstruktūra saistīta ar magnētisko sakārtotību. No absorbcijas spektra, mērīta pie zemām temperatūrām (5 K), izvērtēta viena magnona enerģija, kas līdzinās apmēram 35 cm<sup>-1</sup>.

## THE ROLE OF MAGNONS AND PHONONS IN OPTICAL ABSORPTION SPECTRUM OF MnO

**N.Mironova-Ulmane,<sup>a</sup> A.Kuzmin,<sup>a</sup> I.Sildos,<sup>b</sup> V.Skvorcova,<sup>a</sup> U.Ulmanis<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Institute of Solid State Physics, University of Latvia, LV-1063 Riga, Latvia*

<sup>b</sup> *Institute of Physics, University of Tartu, EE-2400 Tartu, Estonia*

Temperature dependence (5-180 K) of the optical absorption spectrum of antiferromagnetic single-crystal MnO was measured from 14500 to 25500 cm<sup>-1</sup>. Three bands  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}$ ,  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{2g}$  and  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4E_g$ ,  ${}^4A_{1g}$ , corresponding to the forbidden d-d transitions, were observed. The fine structure, related to the magnetic ordering, was observed in the  ${}^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}$  band for the first time. The one magnon energy was estimated from the low temperature (5 K) spectrum and is equal to about 35 cm<sup>-1</sup>.

## RENTGENABSORBCIJAS SPEKTRU INTERPRETĀCIJA SAVIENOJUMOS AR KONFIGURĀCIONĀLO NESAKĀRTOTĪBU

**A. Kuzmins,<sup>a</sup> G. Dalba,<sup>b</sup> P. Fornasini,<sup>b</sup> F. Rocca,<sup>c</sup> O. Šiprs<sup>d</sup>**

<sup>a</sup> *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, LV-1063 Rīga, Latvija*

<sup>b</sup> *Università di Trento, Dipartimento di Fisica, I-38050 Povo (Trento), Itālija*

<sup>c</sup> *IFN-CNR, Sezione "CeFSA" di Trento, I-38050 Povo (Trento), Itālija*

<sup>d</sup> *Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, CZ-16253 Prague, Čehijas Republika*

Rentgenabsorbcijas spektroskopija (EXAFS un XANES) ir informatīva metode materiālu elektronisko, strukturālo un dinamisko īpašību pētījumiem. Standarta EXAFS un XANES spektru analītiska pieeja balstās uz diezgan vienkāršiem strukturāliem modeļiem, kā piem. atomu normālā sadalījuma funkcija. Tomēr daudz savienojumos, piem. stiklos un nanokristaliskos materiālos, viena tipa atomi aizņem dažādās strukturās vietās. Šajā darbā aplūkota oriģinālā teorētiskā pieeja, kura dot iespēju taisīt rentgenabsorbcijas spektru analīzi arī konfigurācijas nesakārtotības gadījumā.

## INTERPRETATION OF X-RAY ABSORPTION SPECTRA IN COMPOUNDS WITH CONFIGURATIONAL DISORDER

**A. Kuzmin,<sup>a</sup> G. Dalba,<sup>b</sup> P. Fornasini,<sup>b</sup> F. Rocca,<sup>c</sup> O. Šiprs<sup>d</sup>**

<sup>a</sup> *Institute of Solid State Physics, University of Latvia, LV-1063 Riga, Latvia*

<sup>b</sup> *Università di Trento, Dipartimento di Fisica, I-38050 Povo (Trento), Italy*

<sup>c</sup> *IFN-CNR, Sezione "CeFSA" di Trento, I-38050 Povo (Trento), Italy*

<sup>d</sup> *Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, CZ-16253 Prague, Czech Republic*

X-ray absorption spectroscopy (EXAFS and XANES) provides with unique information on electronic, atomic and dynamic structure of materials. Standard EXAFS and XANES analysis is based on relatively simple structural models as Gaussian/normal distribution. However, there are many compounds as glasses and nanocrystalline materials in which atoms of the same type occupy structural sites with different local environments. Therefore, special approach is required to access properly the case of configurational disorder. In this work we present recent developments for such problem.

# **NANOMATERIĀLI UN NANOTEHNOLOĢIJAS**



## **SADARBĪBAS PROJEKTS “NANOMATERIĀLI UN NANOTEHNOLOĢIJAS”: MĒRĶI, UZDEVUMI, IZPILDĪTĀJI**

**A. Šternbergs**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Nanomateriāli un nanotehnoloģijas ir viens no svarīgākajiem 21. gadsimta pētniecības un tehnikas attīstības virzieniem. Struktūras “inženierija” nanoizmēru skalā paver iespējas uzlabotu un vēlamu fizikālo, ķīmisko, bioloģisko īpašību iegūšanai pētāmajiem materiāliem. Ir iespējams novērot pat jaunas parādības vai procesus. Mūsdienu elektronikas tendence ir pāreja uz arvien mazākiem elementu izmēriem, gan fotonikas un optisko sakaru, tā arī “klasiskajās” pusvadītāju un hibrīdajās elektroniskajās ierīcēs, aktuāla ir jaunu elektronisko ierīču izveide uz organisko un bioloģisko materiālu bāzes. Sadarbības projekta mērķis ir vienot un koordinēt spēkus nanomateriālu un nanotehnoloģiju laukā Latvijā, kā pētnieciskajā tā arī izglītības sfērā; efektīvi izmantot tās unikālās vienotas pētnieciskās iespējas, kuras vistuvākajā laikā realizēsies koordinētas augsta līmeņa tehnoloģiskās un pētnieciskās aparatūras iegādē ES Strukturālo fondu apgūšanas Programmas ietvaros.

Projektā ir paredzēta nanotehnoloģijās aktīvo LU CFI, LU ĶFI, LU PMI, LU FI, LU ĶF, LU ASI, RTU NĶI, RTU TFI, RTU MZLĶF, LZA FEI zinātnisko laboratoriju, kurām ir pieredze un pamat aparatūras nodrošinājums projekta izpildei, efektīva sadarbība un sinerģija (fizika, ķīmija, bioloģija).

## **COOPERATION PROJECT: “NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES”: OBJECTIVES, CHALLENGES, CONTRACTORS**

**A. Sternberg**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Nanotechnology – the creation, processing, characterization and utilization of materials, devices, and systems with dimension on the order of 0.1 to 100 nanometers, exhibiting novel and significantly enhanced physical, chemical, and biological properties, functions, phenomena, and processes due to their nanoscale size – is a major European and international research initiative on the beginning of 21 Century. Continuous scaling down dominates in the development of new generation electronic and photonic devices.

The main goal of the Cooperation project is stated coordination of power in the field of nanotechnology in Latvia both in research and education taking advantage in collaborative employing of advanced technological facilities and research equipment procured by expenditures of European Structural funds.

The Cooperation project anticipates coordinated and effective synergetic (physics, chemistry, biology) collaboration of active in nanotechnology laboratories and scientist groups from LU CFI, LU ĶFI, LU PMI, LU FI, LU ĶF, LU ASI, RTU NĶI, RTU TFI, RTU MZLĶF, LZA FEI.

## **NANOTEHNOLOĢIJAS: VIDES UN SOCIĀLIE ATBILDĪBAS ASPEKTI PĒTNIECĪBĀ**

**A. Šternbergs**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Nanotehnoloģiju iespējas un perspektīvas ir skaidri iezīmējušās daudzās tehnikas un dzīves sfērās: materiālzinātnēs, informācijas tehnoloģijās, ražošanā, enerģētikā, veselības aprūpē, vidē, drošībā, kosmosā, respektīvi, tās kļūs būtiskas dzīves kvalitātei nākotnē, līdzsvarotas attīstības un veselīgas konkurences nodrošināšanai ražošanā.

Saskaņots un koordinēts menedžments kā katras atsevišķas valsts tā arī Eiropas un starptautiskā mērogā ir aktuāli nepieciešams nanotehnoloģiju attīstībai un pielietojumos lai nodrošinātu racionālas, efektīvas, sinerģētiskas, koncentrētas un atklātas pētnieciskās aktivitātes. Cilvēkiem jābūt pārliecībai, kā nanotehnoloģijas kalpo(s) viņu labklājībai, tāpēc ir jāņem vērā un jāklieidē viņu šaubas, piemēram, par vides saindēšanas draudiem (un jāslēdz attiecīgie pētījumi, ja tādas sekas pastāv). Ir jāievēro ētiskie un kultūras aspekti pētījumos, kā arī jāveic riska menedžments darbu uzsākot.

Valsts atbildīgajām institūcijām izdalot pētījumu finansējumu, kā arī pašiem zinātniekiem projektu aizsākot jābūt pārliecinātiem, ka pētījums neaizskars cilvēku cieņu un tas būs godprātīgs, kā pētījums nenodarīs kaitējumu veselībai un videi.

Referātā tiks ieskicēti daži “nanoapdraudējumu” piemēri.

## **RESPONSIBLE RESEARCH IN NANOTECHNOLOGIES: ENVIROMENTAL ANS SOCIAL ASPECTS**

**A. Sternberg**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The important role and potential of nanotechnology is recognized in many areas, such as material sciences, information technologies, manufacturing, instrumentation, energy, health, environment, security, space; and thus their significance for quality of life, sustainable development and the competitiveness of industry.

A coherent and coordinated management of initiatives both at the national and European level is needed for responsible and socially acceptable development and use of nanotechnology, ensuring efficiency, effectiveness, synergy, concentration of efforts, critical mass and visibility of actions. Citizens should perceive that nanotechnology will be for their benefit and therefore their concerns should be duly taken into account, e.g. (eco) toxicological issues would have to be addressed when funding research for (civil) applications as well as proper risk management. Ethics and cultural attitudes would also have to be considered.

Governmental officials and scientists should engage themselves to the responsible development and use of nanotechnology by granting public funds devoted to civil research and development only to projects that respect human dignity and integrity and do not harm health and/or the environment.

Some aspects of “nanothreat” will be outlined.

## ELEKTROVADOŠAS UN FOTOELEKTROVADOŠAS ĪPAŠĪBAS Ge NANOVADIEM ANODIZETA ALUMĪNIJA OKSĪDA MEMBRĀNĀS

**Boriss Poļakovs<sup>1</sup>, Brains Deili<sup>2</sup>, Juris Prikulis<sup>1</sup>, Larisa Grigorjeva<sup>3</sup>,  
Donats Millers<sup>3</sup>, Justīns D. Holms<sup>2</sup>, Donats Erts<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>*Ķīmiskās fizikas institūts, LU, LV-1586 Rīga, Latvija*

<sup>2</sup>*Ķīmijas departaments, Korka koledžas universitāte, Īrija*

<sup>3</sup>*Cietvielu fizikas institūts, LU*

Lielo blīvumu nanovadu sakārtotas struktūras nākotnē var tikt izmantotas jaunu nanoelektronisku un optoelektronisku ierīču ražošanai. Ge nanovadi tika sintizēti anodizēta alumīnija oksīda (AAO) porās ar diametru 50 un 100 nm, izmantojot superkritiskā šķidruma metodi. Darba mērķis bija izpētīt Ge nanovadu matricas elektro un fotovadošās īpašības to iespējamai izmantošanai kā savienojošos vadus, elektroniskas un optoelektroniskas ierīces. Speciāla uzmanība tika veltīta kontakta problēmu risinājumiem starp nanovadu un metāla elektrodi.

Nanovadu sadalījums un atsevišķu nanovadu elektrovadamība noteikta ar vadošo atomspēku mikroskopu. I(V) raksturlīkņu, aktivācijas enerģijas un fotovadāmības noteikšanai izmantoti zelta, zelta/pallādijs un ITO makrokontakti.

Fotostrāva Ge nanovadu sakārtotās struktūras ģenerēta ar ksenona lampu un argona lāzeru. Lāzera gadījumā fotostrāva pie gaismas intensitātes 125mW/cm<sup>2</sup> sastādīja 6% no tumsas strāvas vērtības. Fotostrāva ir lineāri atkarīga no sprieguma vismaz līdz 5V. Analizēti tukšas un ar Ge nanovadiem pildītas AAO matricas luminiscences spektri, salīdzinātas luminiscences un fotostrāvas kinētikas. Analizētas Ge un AAO lomas fotovadāmībā.

## CONDUCTIVE AND PHOTOCONDUCTIVE PROPERTIES OF Ge NANOWIRES IN ANODIC ALUMINIUM OXIDE MEMBRANES

**Boris Polyakov<sup>1</sup>, Brian Daly<sup>2</sup>, Juris Prikulis<sup>1</sup>, Larisa Grigorjeva<sup>3</sup>,  
Donats Millers<sup>3</sup>, Justin D. Holmes<sup>2</sup>, Donats Erts<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>*Institute of Chemical Physics, University of Latvia, LV-1586 Riga, Latvia*

<sup>2</sup>*Department of Chemistry, University College Cork, Ireland*

<sup>3</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The ability to pack high densities of nanowires into specific nanowire arrays, and exploit their physical properties is expected to produce novel nanoelectronic and optoelectronic devices. Ge nanowires in anodized alumina oxide (AAO) pores with diameter 50 and 100 nm were synthesized by a supercritical fluid deposition method. The aim of this work was to test the electro and photoconductive properties of the Ge nanowires encapsulated within the AAO membrane for possible applications as connecting wires, electronic and optoelectronic devices. Special attention was paid to the investigation of nanowire-electrode contact problems.

The distribution and conductivity of individual nanowires was determined by conductive Atomic Force Microscope. Macrocontacts were used to obtain I(V) characteristics, determine activation energy and characterize photoconductivity of the nanowires.

Photocurrent in Ge nanowire array in AAO was generated by xenon lamp and argon laser. At room temperature at laser intensity of 125 mW/cm<sup>2</sup> the photocurrent value was 6% respective to the dark current. The photocurrent linearly depends on applied voltage up to 5 V. Luminiscence spectra of empty and Ge filled AAO were analyzed. Photocurrent and luminiscence kinetics were compared. Possible roles of Ge and AAO in photoconductivity was analyzed.

## NANOTRIBOLOĢIJA Ge NANOVAĢU ARHITEKTŪRĀS

**B. Redkins<sup>1</sup>, B. Poļakovs<sup>1</sup>, A. J.D. Holmes<sup>2</sup>, D. Erts<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*LU Ķīmiskās fizikas institūts, Raiņa bulv. 19, LV1586 Rīga*

<sup>2</sup>*Korkas universitāšu koledžas Ķīmijas fakultāte, Korka, Īrija*

Ultrablīvu nanovadu sistēmu sintēzes realizēšana uz pamatnes virsmas var kalpot kā atslēga nākotnes "bottom up" multislāņu ierīču arhitektūru veidošanai. Nanotriboloģiskie pētījumi šādās sistēmās ir svarīgi ne tikai nanoelektromehāniskiem pielietojumiem, bet arī izprastu kontaktparādības heterogēnās nanosistēmās.

Ar vadošo atomspēku mikroskopu (AFM) pētīta anodizēta alumīnija oksīda matricā pildītu Ge nanovadu un matricas mijiedarbība ar Pt pārklātu adatas virsmu. Parādīts, ka berzes spēks uz nanovadu virsmu ir lielāks salīdzinājumā ar AAO matricu. Paugstinot spriegumu starp pamatnes kontaktu un adatu berzes spēki efektīvāk palielinās nanovadu gadījumā. Analizēta adhēzijas un elektrostatisko spēku, strāvas blīvuma, kā arī termisko efektu ietekme uz berzes spēkiem.

## NANOTRIBOLOGY IN Ge NANOWIRE ARCHITECTURES

**B. Redkins<sup>1</sup>, B. Polyakov<sup>1</sup>, J.D. Holmes<sup>2</sup>, D. Erts<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Chemical Physics, University of Latvia, Rainis blvd. 19,  
LV-1586 Riga, Latvia*

<sup>4</sup>*Department of Chemistry, University College Cork, Cork, Ireland*

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. Investigation of nanotribology of such systems is important for nanoelectromechanical applications as well as for understanding contact phenomena in heterogeneous nanosystems.

Force interactions of Ge nanowire arrays encapsulated in oxidized aluminium oxide (AAO) matrix with Pt surface were investigated by conductive atomic force microscope (AFM). Friction force on Ge nanowires was found be higher in comparison to AAO matrix. The friction force increases by applying bias between the bottom electrode and the AFM probe more effective on Ge nanowires in comparison to AAO. Impact of adhesion and electrostatic forces, current density, and thermal effects on friction force are analyzed.

## VADĀMAS PAŠORGANIZĒJOŠĀS DNS TĪKLVEIDA STRUKTŪRAS UZ VIZLAS VIRSMAS

U. Maļinovskis<sup>1</sup>, A. Pastare<sup>2</sup>, B. Poļakovs<sup>2</sup>, I. Muižnieks<sup>1</sup>, D. Erts<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LU Bioloģijas fakultāte, Kronvalda bulv. 4

<sup>2</sup>LU Ķīmiskās fizikas institūts, Raiņa bulv. 19, LV1586 Rīga

No individuālām dezoksoribonukleīnskābes (DNS) molekulām veidotu pašorganizējošos struktūru veidošana uz virsmas un to arhitektūru raksturošana ir svarīgs uzdevums to potenciālajiem pielietojumiem bio un bionanotehnoloģijās, kā arī fundamentālos pētījumos par DNS kondensācijām uz virsmām, kas ir DNS transporta pamatā dzīvījās šūnās. Darbā tika pētīta divdimensionālu DNS tīklveida struktūru veidošanas iespējas uz vizlas virsmas.

Tīklu veidošanai izmantotās DNS molekulas tika iegūtas, linearizējot plazmīdas DNS ar restrikcijas endonukleāzēm *HincII*, *PvuII* (veido strupus galus) un *EcoRI* (veido 4 bp lielas ssDNS 5' AATT pārkares) un tika izdalītas no reakcijas maisījuma elektroforēzes ceļā. Vairāku tūkstošu bāzu pāru garas DNS molekulas veido tīklveida struktūras, kad tās tiek pārnestas no šķīduma uz vizlas virsmas. Tīklveida struktūras tika vizualizētas ar atomspēku mikroskopu. Analizēta Mg jonu koncentrācijas, DNS molekulu garuma un galu struktūras ietekme uz tīklveida struktūru veidošanos. Parādīts, ka vienpavedienu pārkares veicina tīklveida struktūru veidošanos. Izvirzīta hipotēze, ka tīklveida savienojumi veidojas AT bagātās DNS ķēžu vietās

## VADĀMAS PAŠORGANIZĒJOŠĀS DNS TĪKLVEIDA STRUKTŪRAS UZ VIZLAS VIRSMAS

U. Malinovskis<sup>1</sup>, A. Pastare<sup>2</sup>, B. Polyakovs<sup>2</sup>, I. Muiznieks<sup>1</sup>, D. Erts<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, University of Latvia, Kronvalda blvd. 4

<sup>2</sup>Institute of Chemical Physics, University of Latvia, Raina blvd. 19, LV-1586 Riga, Latvia

Building of deoxyribonucleic acid (DNA) self assembling structures on the surfaces and characterization of their architecture is an important task for many potential biotechnological and nanoelectronics applications as well as in understanding of DNA condensation processes which is one of the basic processes in DNS transport *in vitro*. Plasmid DNA were linearised with restriction endonucleases *HincII*, *PvuII* (creating blunt end DNA termini) and *EcoRI* (creating .4-bp ss DNA 5'-overhang AATT termini) and separated from mixture by electrophoresis. Several thousand base pair long DNA molecules formed net-like structures when transferred from solution to mica surface. These structures were visualized using an atomic force microscopy. We analyzed the influence of inorganic ion concentration, length, concentration, and end structure (blunt ends, 5'- single stranded overhanging termini) of DNA on the network formation process. It was shown, that presence of single stranded overhanging termini increase the efficiency of network formation. It is proposed that network junctions are occurring at AT rich sites of the DNA chain.

## DINAMISKĀS MIJEDARBĪBAS PĒTĪJUMI NANOSTRUKTŪRĀS

**J. Prikulis<sup>1</sup>, E. Saks<sup>1</sup>, A. Lõhmus<sup>2</sup>, R. Lõhmus<sup>2</sup>, S. Kubatkin<sup>3</sup>, D. Erts<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*LU Ķīmiskās fizikas institūts, Raiņa bulv. 19, LV1586 Rīga*

<sup>2</sup>*Institute of Physics Univ. of Tartu, 142 Riia Str. 51014 Tartu, Estonia*

<sup>3</sup>*Dept. of Microtechnology and Nanoscience, Chalmers University of Technology SE-412 96 Göteborg, Sweden*

Ar jaunām litogrāfijas metodēm un izmantojot pašorganizēšanās principus iespējams radīt pusvadītāju un metāla struktūras ar izmēriem 10 nm diapazonā. Naonvadi, nanocrurules un citi naoobjekti, iespējams, tiks izmantoti mazizmēra iekārtu radīšanai. Viena no neatrisinātām problēmām iekārtu konstruēšanā ir to darbības kontrole ar ārēju signālu, piemēram optisku vai elektrisku impulsu.

Mēs prezentējam savu darbu nanomehānisku iekārtu izveidē izmantojot dinamisko berzes un normālo spēku mijiedarbību starp mehāniski iesvārstītiem nanoobjektiem. Berzes spēku izcelsme vēl nav pilnībā izpēta. Transmisijas elektronmikroskopā ievietojamu skenējošo mikroskopu (TEM-SPM) esam papildinājuši ar sistēmu nanostruktūru iesvārstīšanai. Izmantojot šo instrumentu varējām novērot mehāniskas rezonanses individuālos germānija nanovados.

Nanostruktūru mehāniskās rezonanses frekvence ir atkarīga ne tikai no to materiāla un izmēriem, bet arī no mijiedarbības ar citiem objektiem. Šobrīd izmantojot TEM-SPM mēģinām oscilējošus nanovados satuvināt mehāniskā kontaktā un pētīt mijiedarbību dažādu lauku ietekmē.

## **STUDIES OF DYNAMIC INTERACTION IN NANOSTRUCTURES**

**J. Prikulis<sup>1</sup>, E. Saks<sup>1</sup>, A. Lõhmus<sup>2</sup>, R. Lõhmus<sup>2</sup>, S. Kubatkin<sup>3</sup>, D. Erts<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Chemical Physics, University of Latvia, Rainis blvd. 19, LV-1586 Riga, Latvia*

<sup>2</sup>*Institute of Physics Univ. of Tartu, 142 Riia Str. 51014 Tartu, Estonia*

<sup>3</sup>*Dept. of Microtechnology and Nanoscience, Chalmers University of Technology SE-412 96 Göteborg, Sweden*

New methods of lithographic fabrication and self-assembly allow production of semiconductor and metal structures with dimensions in the 10 nm range. Nanoparticles, nanowires, and other nanostructures are intensively studied by many scientific and industrial research groups because of their promising properties for applications in miniature electronic, optical, and mechanical devices. One of the main difficulties in design of nanometric devices is the control of the device action in response to external input signal, such as electronic or optical pulse.

We present our work in development of nanomechanical devices based on the dynamic shear force or normal force interaction between oscillating objects. The origins of the shear force interaction are still not fully understood. Recently, a scanning probe microscope integrated in a transmission electron microscope (TEM-SPM) has been developed. Individual nanowires have already been successfully manipulated using this instrument. We have modified the TEM-SPM for excitation of vibrations in nanowires. Preliminary experiments show that mechanical resonances in Ge nanowires can be excited and visualized using this instrument.

The exact frequency and damping depends on the nanowire material and geometry and is highly sensitive to interactions with other objects and the surrounding medium. Currently we are working on bringing an oscillating nanowire in mechanical contact with other objects and control of dynamic interaction by external fields.

## **ELEKTRONU BALLISTISKA UZVEDĪBA PUSVADĪTĀJOS MIKROMETRU MĒROGĀ ISTABAS TEMPERATŪRĀ**

**I. Shorubalko\*, D. Wallin, P. Omling, L. Samuelson, and H. Q. Xu**

*Solid State Physics, Lund University, Box 118, S-22100 Lund, Sweden*

*\*Cietvielu fizikas Institūts, Latvijas Universitāte, Ķengaraga 8, LV-1063 Rīga, Latvija*

Šajā darbā aprakstītas ierīces uz InGaAs/InP bāzes, kurās tika novērota elektronu ballistiska uzvedība istabas temperatūrā vairāku mikrometru mērogā.

## **BALLISTIC BEHAVIOUR OF ELECTRONS IN SEMICONDUCTORS ON SEVERAL-MICROMETERS SCALE AT ROOM TEMPERATURE**

**I. Shorubalko\*, D. Wallin, P. Omling, L. Samuelson, and H. Q. Xu**

*Solid State Physics, Lund University, Box 118, S-22100 Lund, Sweden*

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

In this work we have performed experiments on InGaAs/InP based devices, showing that electrons behave in a ballistic fashion on several micrometers scale at room temperature. The following type of devices was designed: a point contact (injection point) with two dimensional electron gas (2DEG) reservoirs (source and drain) placed on its two sides. One of the reservoirs (drain) has a few additional point contacts (probes) turned 90 degrees and lying on the same line with the injection point but at different distances (from 0.3 to 9 micrometers) from it.

We have measured the current to each of the grounded probes ( $I_p$ ) as a function of applied voltage between source and drain ( $V_{sd}$ ), (drain was also grounded). The  $I_p - V_{sd}$  curves for all probes showed nonlinearity and unexpected negative differential conductance (NDC) phenomenon for negative  $V_{sd}$ . For small applied  $V_{sd}$  the absolute value of the current  $I_p$  increases until it reaches the saturation as expected for a point contact. But after saturation at some certain values of  $V_{sd}$  (up to few volts) current  $I_p$  sharply drops to some other stable value (leakage current -  $I_{pl}$ ). The more further away the probe is from the point contact the deeper the current drop is, and the higher applied  $V_{sd}$  is needed to observe it. This phenomenon is explained by the fact that even when phonon scattering is unavoidably present, high kinetic energy carriers in the materials can still be able to travel forward a certain distance. From this explanation it follows that the further away the probe is from the injection point the smaller the direct injection angle of electrons to the probe is (therefore  $I_{pl}$  is smaller), and the required  $V_{sd}$  for the observation of the NDC should be higher. Magneto-transport measurements support this explanation. Using one of the probes as injection point, and grounding the other probes and the drain, current through the probes as function of magnetic field ( $B$ ) was measured.  $I_p - B$  characteristics showed peaks, which were moving to higher values of  $B$  when a higher voltage was applied. The peaks were also observed at lower magnetic field for probes placed at a large distance from the injection point.

## LUMINESCENCE AR LAIKA IZŠKIRŠANU $ZrO_2$ NANOKRISTĀLOS (STRUKTŪRAS UN AKTIVĀCIJAS EFEKTI)

**K.Šmits, D.Millers, L.Grigorjeva**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Cirkonija oksīds pazīstams kā perspektīvs materiāls sensoriem, katalizātoriem, cietiem elektrolītiem un aizsargpārklājumiem. Taču šī materiāla luminescentās īpašības ir maz izpētītas.

Pētīta tetragonālas un kubiskas struktūras  $ZrO_2$  nanokristālu luminescence, ierosinot to ar elektronu kūļa impulsiem. Tetragonālas struktūras  $ZrO_2$  nanokristālu luminescences spektrā novērotas divas joslas, kas daļēji savstarpēji pārklājas. Abu joslu luminescences intensitātes atšķiras tikai nedaudz. Parādīts, ka katrai joslai atbilst savs luminescences centrs. Kubiskas struktūras  $ZrO_2$  nanokristālu luminescences spektrā ir viena dominējoša josla un otra, kuras intensitāte ir ievērojami mazāka. Kubiskās struktūras  $ZrO_2$  nanokristālu luminescences dominējošā josla sakrīt ar to tetragonālās struktūras  $ZrO_2$  nanokristālu luminescences joslu, kas novērojama spektra īso viļņu pusē. Luminescences dzīves laika un intensitātes atkarības no temperatūras ir atšķirīgas, norādot, ka par luminescences termisko dzēšanu atbildīgi vairāki procesi. Apskatīti iespējamie luminescences centru modeļi, kā arī tiek diskutēti procesi, kuru rezultātā notiek luminescences termiskā dzēšana  $ZrO_2$  nanokristālos.

## TIME-RESOLVED LUMINESCENCE OF $ZrO_2$ NANOCRISTALS (THE STRUCTURE AND DOPAND EFFECTS)

**K.Schmits, D.Millers, L.Grigorjeva**

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

The Zirconia is known promising material for sensors, catalysts, solid electrolytes and protective coatings. However, the luminescent properties of this material were studied a little.

The luminescence of tetragonal and cubic structure  $ZrO_2$  nanocrystals was studied under pulsed electron beam excitation. The spectrum of tetragonal  $ZrO_2$  shows two luminescence bands. The intensity of these partially overlapping bands was close. It is shown that two separate centers were responsible for luminescence observed. Spectrum of cubic  $ZrO_2$  shows two luminescence bands also, however one band was dominant and the other has low intensity. It is noted, that the dominant band in cubic  $ZrO_2$  matches well with the short wavelength band observed in tetragonal  $ZrO_2$ . The dependence of luminescence intensity and life-time on temperature were different. Therefore the luminescence quenching take place via more than one process. The possible models of luminescence centers as well as the processes responsible for luminescence quenching were discussed.



## METĀLA –OKSĪDA NANOSTRUKTŪRĒTO PĀRKLĀJUMU IEGŪŠANA AR MIKROTRIBOLOĢISKO METODI.

**F.Muktepāvela<sup>1</sup>, G.Bakradze<sup>1</sup>, A.Mišņovs<sup>1</sup>, S.Stolyarova<sup>2</sup>, E.Tamanis<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts*

<sup>2</sup> *Tehnion, Cietvielu institūts, Haifa, Izraela*

<sup>3</sup> *Daugavpils universitātes Fizikas katedra*

Al un Cu pārklājumi uz stikla, vara un tērauda pamatnēm tika iegūti mehāniski, izmantojot rotējošu stieplu birsti. Šajā metodē metāla daļiņas tiek atrautas no metāla loksnes un pārnestas uz pamatni intensīvas dinamiskas bīdes deformācijas apstākļos. Mikroskopiski deformācijas shēma ir līdzīga berzes procesam raksturīgajai. Procedūra tiek veikta gaisa vidē, tādēļ notiek intensīva pārnesamo metāla daļiņu oksidēšanās. Sekundāro jonu masspektrometrijas (SIMS) rezultāti rāda skābekļa klātbūtni pārklājumos praktiski visā to tilpumā. Pētījumi ar atomspēka mikroskopu (ASM) un rentgenstaru difrakciju parādīja, ka iegūtiem pārklājumiem ir termiski stabila nanostruktūra. Graudu izmērs ir nevienmērīgs robežās no 30 līdz 200nm. Pārklājuma mikrocietaība ir 8-10 reizes augstāka kā izejmateriālam. Pārklājumiem ir augsta adhēzija un nodilumizturība. Šīs īpašības nodrošina pārklājumu nanostruktūra, kuru stabilizē oksidētie starpgraudu robežslāņi.

## METAL-OXIDE NANOSTRUCTURED COATINGS OBTAINED BY MICROTRIBOLOGICAL METHOD

**F.Muktepāvela<sup>1</sup>, G.Bakradze<sup>1</sup>, A.Misnovs<sup>1</sup>, S.Stolyarova<sup>2</sup>, E.Tamanis<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Solid State Physics University of Latvia*

<sup>2</sup> *Technion, Solid State Institute, Technion-City, Haifa, Israel*

<sup>3</sup> *Department of physics, Daugavpils University*

Al and Cu coatings on glass, copper and steel substrates were obtained by the method of a rotating wire brush. Such a treatment makes both cutting out metal particles from bulk metal specimen and transferring them to the substrate in conditions of severe dynamical shear deformation. At the micro level, the scheme of deformation is similar to that for the friction test. The procedure is performed in air and involves intensive oxidation of transferred metal particles. The results of secondary ion mass spectrometry (SIMS) show the presence of oxygen compounds of metals practically throughout the coating. The AFM and X-ray diffraction studies of coatings showed that transferred metals have a non-homogeneous, thermally stable nanostructure with a grain size from 30 to 200 nm. The microhardness of the coatings was by a factor of 8-10 higher than that for the source metals. The coatings show high adhesion and good wear resistance. Such properties are determined by nanostructure of coatings, stabilized by the presence of oxide interlayers.

## **TEMPERATŪRAS IETEKME UZ MIKROPORU IZMĒRIEM IZSĀRMOTĀ NaAlSi STIKLA ŠĶIEDRĀ**

**G. Vēveris, A. Lūsis, V. Eglītis, D. Erts**

Izsārmota 0,1N HCl šķīdumā pie 95<sup>0</sup>C NaAlSi stikla šķiedras virsma pētīta ar atomu spēku mikroskopijas (AFM) un klasisko izotermisko gāzu absorbcijas metodi, pielietojot gāzu hromatogrāfiju. Izvērtējot pēc AFM attēliem, izsārmota alumosilikātu stikla šķiedras virsma uzrāda porainu struktūru ar poru izmēriem no 1-2 nm līdz 15 nm. Tā kā AFM zondes noapaļojuma minimālais rādiuss ir 10 nm, šis poru diametru izvērtējums ir ļoti aptuvens un nedod iespēju izvērtēt mikroporu diametru materiāla tilpumā. Attēli ļauj secināt, ka poru dziļums ir vismaz 5 nm.

Nelielais ( par 50% ) šķiedras virsmas palielinājums pēc izsārmošanas ļauj secināt, ka poru veidošanās notiek tiešā pievirsmas slānī, šķiedras tilpumā poras piepilda izsārmošanas produkti.

Izturot izsārmotu NaAlSi stikla šķiedru pie paaugstinātas temperatūras dažādos režīmos, notiek mikroporu sarukšana, kura noved pie šķiedras un to izstrādājumu ģeometrisku izmēru samazināšanās vidēji par 8%.

## **EFFECT OF TEMPERATURE ON MICROPORES IN LEACHED NaAlSi GLASS FIBRES**

**G. Veveris, A. Lusion, V. Eglitis, D. Erts**

Substructure of microporous sodium aluminosilicate glass fibres are investigated by AFM and by gas isothermal desorption using gas chromatography. Substructure of porous glass fibres are prepared by leaching of NaAlSi fibres in 1N HCl solution at 95<sup>0</sup>C and investigated by using both methods.

It is demonstrated that leached NaAlSi glass fibres surface have micropores ranging from 1-2 to 15 nanometers. Insignificant increase (about 50%) of the surface total area after leaching specifies that micropores in volume of fibres are filled with products of leaching.

An increase in the temperature of heat treatment from 350<sup>0</sup>C to 750<sup>0</sup>C lead to a decrease in the volume of micropores in glass fibres (medium 8%) and reduce fragility of fibres.

## ŪDEŅRAŽA ABSORBCIJAS UN DESORBCIJAS PĒTĪJUMI METĀLHIDRĪDOS

**L. Grinberga<sup>1</sup>, J. Kleperis<sup>1</sup>, F.W. Poulsen<sup>2</sup>, A.S. Pedersen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts*

<sup>2</sup> *RISØ, Dānijas Nacionālais Pētījumu Centrs*

Pašlaik pasaulē pastiprinātu uzmanību pievērš pētījumiem par jauniem enerģijas avotiem un atjaunojamo dabas resursu izmantošanai enerģijas ieguvē. Pati problēma ir plašāka – enerģija ne tikai jāiegūst, tā arī ir jātransportē, jāuzglabā, jāpārvērš un vienlaicīgi tai jābūt ekonomiski izdevīgai. Ūdeņraža enerģētika ir atzīta par vienu no daudzsološākajām nākotnes enerģijas formām.

Metālhidrīdi ir ļoti piemēroti ūdeņraža absorbcijas, uzglabāšanas un desorbcijas materiāli. Svarīgi ir visa veida eksperimenti un pētījumi, kas dotu izpratni par konkrētu metālhidrīdu īpašībām, kinētiku, termodinamiku, jo klasiskie sakausējumi (LaNi<sub>5</sub>, FeTi, Mg<sub>2</sub>Ni) ir vai nu pārāk dārgi, vai ir optimāli pie neizdevīgiem nosacījumiem (pārāk augsta/zema temperatūra, spiediens).

Darba gaitā tika pētīts ar lantānu bagāta metāla (Mm) ūdeņraža absorbcijas un desorbcijas ātrums un daudzums, salīdzinoši ar šī paša metālhidrīda un citu materiālu (SiO<sub>2</sub>, C, WO<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) maisījumu. Mērķis bija atrast tādu materiālu kompozīciju, kura būtu ar labām absorbcijas/desorbcijas īpašībām, ātru kinētiku un pēc iespējas vienkāršāk un lētāk iegūstama. Eksperimentos tika izmantoti termogravimetriskie svāri, ar kontrolējamu temperatūru un spiedienu. Eksperimentu atkārtojot, izmainot tikai apstrādājamo materiālu, tika iegūti dati un izdarīti secinājumi par attiecīgo materiālu ūdeņraža absorbcijas un desorbcijas īpašībām.

## HYDROGEN ABSORPTION AND DESORPTION RESEARCHES IN METALHYDRIDES

**L.Grınberga<sup>1</sup>, J. Kleperis<sup>1</sup>, F.W. Poulsen<sup>2</sup>, A.S. Pedersen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Solid State Physics of University of Latvia*

<sup>2</sup> *RISØ Denmark's National Research Centre*

Nowadays, there is paid a big attention to researches related to new energy sources and renewable energy usage in entire world. However, the investigation problem also concerns to energy storage, transport, usage, hereto, all process has to be as cheap and easy as possible. Hydrogen energy is one of the leading and most promising investigation objects.

Metalhydrides are materials with very suitable qualities for hydrogen absorption, storage and desorption. There is important to know and investigate characteristics, kinetics and thermodynamics of new metalhydride alloys to comparison with known, classical ones, because of possible better processes and cheaper obtaining.

In this work was investigated hydrogen absorption – desorption rate and amount of La rich metal (Mm) in comparison to the same metalhydride composite with other materials (SiO<sub>2</sub>, C, WO<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) by using thermogravimetric balance. Experiment in the same way was repeated just with change material. Gained data was treated and conclusions were made.

## FLEKSIBLS MAGNĒTISKS MIKROPELDĒTĀJS

**A. Cēbers, I. Javaitis**

*Latvijas Universitātes Fizikas institūts*

Pēdējā laikā radīti jauni materiāli – fleksibli magnētiski filamenti, kuru lokanība ir miljardiem reižu lielāka nekā parastiem materiāliem. Šādi filamenti tiek izveidoti submikronu paramagnētiskas daļiņas saistot ar polimēra molekulām, piemēram, poliakrīlskābi. Efektīvais Junga modulis šiem filamentiem ir ar kārtu 1 kPa un var tikt noteikts izmantojot mikromehāniskas metodes. Viena no šīm metodēm balstās uz specifisku liekšanās nestabilitāti perpendikulārā filamentam magnētiskā laukā, ko inducē lauka radītie spēka momenti. Nestabilitātes sliekšni nosaka magnetoelastīgs skaitlis  $C_m$ , kurš raksturo magnētisko un elastības spēku attiecību. Pie  $C_m$  vērtībām, kuras lielākas par kritisko veidojas filamentu struktūras matu saspaidu formā. Šajā darbā tiek noskaidrota ārkārtīgi interesanta šīs filamentu formas īpašība – mainīgā pēc virziena magnētiskā laukā šie filamenti darbojas kā mikromotori. Noskaidrots šo mikromotoru kustības ātrums viskozā šķidrumā atkarībā no lauka frekvences un tā virziena svārstību amplitūdas. Aplūkojamie mikromotori var radīt principiāli jaunas metodes dažādu makromolekulu un šūnu separācijai, tā kā šo mikromotoru piedziņa un kustības virziens ir viegli kontrolējami ar magnētisko lauku. Nobeigumā tiek parādīts, ka vienādojumi, kuri apraksta magnētisko filamentu kustīgumu ir principiāli tuvi modeļiem, kuri apraksta flagellu deformācijas, kuras nodrošina dažādu mikroorganismu kustību.

## FLEXIBLE MAGNETIC MICROSWIMMER

**A. Cēbers, I. Javaitis**

*Institute of Physics, University of Latvia*

New materials – flexible magnetic filaments were created recently. Their flexibility is billion times larger as that of common materials. These filaments are made from submicron paramagnetic particles linked by polymer, for example, polyacryl acid. Effective Young modulus of these filaments is about 1 kPa and can be measured by micromechanical methods. One of these methods uses specific bending instability of the filament in perpendicular magnetic field, which is induced by the torques from the field. Threshold of the instability is determined by magnetoelastic number  $C_m$ , which characterizes ratio of magnetic and elastic forces. At  $C_m$  values larger than critical filaments having the shape of hairpin are formed. Here very interesting property of hairpin shape is illustrated – in alternating direction magnetic field the selfpropulsion of filaments takes place. The velocity of these micromotors in the viscous fluid in dependence on the frequency of the field and its direction oscillation amplitude is found. These micromotors can give completely new approaches for the separation of macromolecules and cells, since their motion is easily controlled by the magnetic field. Finally, it is illustrated that the equations, which describe the mobility of the filaments are principally close to the models, which describe the deformation of flagella responsible for the mobility of different microorganisms.

## **DIELEKTRISKO NANODAĻIŅU KOLOĪDS KĀ AKTĪVA SISTĒMA**

**A. Cēbers, M. Ozols**

*Latvijas Universitātes Fizikas institūts*

Pēdējā laikā ar vien lielāku interesi iegūst dažādas aktīvas sistēmas. Kā piemērs būtu mināmas šūnas, kurās darbojas dažāda tipa aktīvas sistēmas – molekulārie motori, jonu sūkņi u.c. Dotajā darbā tiek apskatīta aktīva sistēma - dielektrisku daļiņu suspensija vāji vadošā vidē. Enerģijas pievadu, kurš nodrošina tās pārvēršanu mehāniskā darbā mikrolīmenī, nodrošina daļiņu Maksvela–Vagnera polarizācija ārējā elektriskā laukā. Šeit tiek ilustrēta virkne neparastu īpašību, kādas piemīt dotajai sistēmai – vides efektīvās elektro vadāmības pieaugums, ja elektriskā lauka vērtība ir lielāka par kritisko, ko izsauc lādiņu konvektīvā pārmese daļiņu mikrorotāciju dēļ, negatīvās viskozitātes efekts, autosvārstības sistēmās ar elastīgiem elementiem. Mazu dielektrisko daļiņu izmēru gadījumā būtisku lomu minētajās parādībās spēlē siltumfluktuācijas. Ar izveidotā modeļa palīdzību parādīts, ka šajā gadījumā izveidojas bistabila aktīva sistēma, starp kuras stāvokļiem notiek siltumfluktuācijas. Šo siltumfluktuāciju ietekme tiek ilustrēta apskatot negatīvās viskozitātes efektu. Sistēmās ar nelielu daļiņu skaitu noteiktā parametru vērtību diapazonā tiek novērotas divvirzienu haotiskas svārstības, kuras analogiskas molekulāro motoru gadījumā novērojamām.

## **COLLOID OF DIELECTRIC NANOPARTICLES AS ACTIVE SYSTEM**

**A. Cēbers, M. Ozols**

*Institute of Physics, University of Latvia*

Different active systems have obtained great interest recently. As examples we can mention biological cells, where different active systems are in action – molecular motors, ionic pumps and other. Here an active system – suspension of dielectric particles in liquid with low conductivity is considered. The energy supply, which is converted to the mechanical work on the microscale, is carried out by Maxwell–Wagner polarization in external electric field. Different unusual phenomena in this system are illustrated here – increase of the elektroconductivity in the electric field above the critical, which is caused by the microconvective charge transfer due to the microrotation of the particles, negative viscosity effect, autooscillatons in the systems with elastic elements. When the size of dielectric particles is small the essential role is played by the thermal fluctuations. On the basis of the proposed model it is illustrated that in this case active bistable system arises with the thermal fluctuation caused transitions between the states. The role of thermal fluctuations in negative viscosity effect is considered. In systems with the number of the particles not too large in the definite range of the parameters random bidirectional oscillations of the suspension motion is observed, which is analogous to the registered for some systems of molecular motors.

## CIRKONIJA UN ALUMĪNIJA OKSĪDU SISTĒMAS NANOKOMPOZĪTU SINTĒZE

**J. Grabis, L. Kuzņecova**

*Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts*

Cirkonija-alumīnija oksīdu nanostrukturālajiem materiāliem raksturīga augsta stiprība, termisko triecienu izturība, korozijas noturība un plastiskums. Tomēr materiālu īpašības ir stipri atkarīgas no mikrostrukturā un viendabīga komponentu sadalījuma, ko savukārt lielā mērā nosaka to ieguvei izmantoto nanoizmēru pulveru izmēri un morfoloģija.

Darbā izstrādāta nanoizmēru  $ZrO_2-Al_2O_3$  daļiņu plazmaskīmiskās sintēzes tehnoloģija, kas balstīta uz konvenciālo oksīdu maisījumu iztvaicēšanu augstfrekvences izlādes plazmā.

Procesā iegūtas sfēriskas nanokompozītu daļiņas, kas sastāv no  $ZrO_2$  daļiņām, pārklātām ar  $Al_2O_3$  kārtiņu. Daļiņu izmēri ir 10-100 nm un ir atkarīgi no procesa parametriem un komponentu attiecības. Alumīnija oksīds nanokompozītos veicina metastabilas tetragonālās  $ZrO_2$  fāzes veidošanos un ierobežo tā pāreju monoklīnā fāzē, bet  $ZrO_2$  sekmē  $\alpha-Al_2O_3$  veidošanos papildus termiskā apstrādē.

## PREPARATION OF PARTICULATE NANOCOMPOSITES BASED ON ZIRCONIA AND ALUMINA

**J. Grabis, L. Kuzņecova**

*Institute of Inorganic Chemistry of Riga Technical University*

Zirconia-alumina composite ceramics have good strength, toughness and thermal-shock resistance properties due to microcracking and stress-induced toughening effects, caused by the  $ZrO_2$  phase transformation and different thermal expansion of components. Besides this  $ZrO_2-Al_2O_3$  nanocomposites exhibit superplasticity. However characteristics of zirconia-alumina ceramic strongly depend on the component distribution, phase composition and grain size, determined by the characteristics of used raw powders and sintering method. For manufacture fine-grained ceramics use of nanosized highly homogeneous particulate composites are essentially.

The aim of present work was development of plasma chemical method for preparation of nanosized homogeneous particulate  $ZrO_2-Al_2O_3$  composites by evaporation of raw powders in a radio-frequency plasma.

The particle size of prepared spherical  $ZrO_2$  coated with  $Al_2O_3$  is in the range of 10-100 nm depending on the process parameters and ratio of components. Alumina in nanocomposites increases amount of metastable tetragonal modification of zirconia and retards formation of monoclinic phase but  $ZrO_2$  promotes formation of  $\alpha-Al_2O_3$  during additional heat treatment.

# **NELINEĀRI OPTISKIE UN ORGANISKIE MATERIĀLI**

## IMERSIJAS HOLOGRĀFISKAIS IERAKSTS AMORFOS HALKOGENĪDOS

**J.Teteris**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Virsmas reljefa un optiskā laušanas koeficienta modulēti hologrāfiskie režģi ar periodu 0.15 – 1.0 μm tika ierakstīti amorfās halkogenīdu kārtiņās ar imersijas metodi [1]. Režģa periods, krustojoties diviem gaismas stariem prizmā ar laušanas koeficientu  $n$  var izteikt kā  $\Lambda = \lambda_0 / 2 n \sin\theta$ , kur  $\lambda_0$  ir gaismas viļņa garums vakuumā, bet  $\theta$  ir pusleņķis starp gaismas stariem prizmas iekšpusē. Tika izmantotas taisnleņķa prizmas ar  $n=1.5 - 2.6$ . Amorfas As-S-Se kārtiņas ar optisko laušanas koeficientu  $n=3.2$  pie 488 nm tika lietotas kā fotorezists virsmas reljefa režģu ierakstam. Pēc ieraksta tika izmantota *slapjā* kodināšana. Režģu periods un profils tika mērīts ar ASM. Veicot ierakstu gaisā ( $n=1$ ) pie leņķa starp stariem  $90^\circ$ , iegūst periodu 0.345 μm, bet izmantojot prizmu ar  $n=1.75$  iegūst periodu 0.197 μm. Imersijas prizmu pielietošana hologrāfiskajā ierakstā dod iespēju samazināt režģa periodu  $n$  (prizmas optiskais laušanas koeficients) reizes.

## IMMERSION HOLOGRAPHIC RECORDING IN AMORPHOUS CHALCOGENIDES

**J.Teteris**

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

The recording of the surface-relief and refractive index modulated gratings with a period of 0.15 – 1.0 μm was performed by solid immersion holographic method [1]. The grating period for two intersecting light beams in a coupling prism with refractive index  $n$  can be expressed as  $\Lambda = \lambda_0 / 2 n \sin\theta$ , where  $\lambda_0$  is the wavelength of laser light in vacuum,  $n$  is refractive index of the prism and  $\theta$  is the half-angle between the laser beams inside the prism. The right angle prisms with  $n= 1.5 - 2.6$  were used. Amorphous As-S-Se based photoresist with refractive index  $n_1=3.2$  at 0.488 μm was used for the recording of surface-relief gratings. After recording, wet etching of the photoresist was performed to obtain a surface-relief grating. The grating period and profile were measured by AFM. If the recording was performed in air ( $n=1$ ) and the angle between the beams was equal to  $90^\circ$ , a grating with a period of 0.345 μm was obtained. If the intersection of the laser beams is performed in a prism with a refractive index of 1.75, a grating period of 0.197 μm was obtained. The application of a prism as an immersion medium decreases the period of the recorded grating  $n$  times. The transmission, reflection and polarization properties of the subwavelength transmission gratings in As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> amorphous films were studied. The angular selectivity of holographic recording in amorphous chalcogenide thin films has been improved significantly by a decrease of grating period.

[1]. Teteris, J. and Reinfelds, M., 2004, *J. Opt.A:Pure Appl.Opt.* **6**, S151-S154.



## TRANSMISIJAS HOLOGRAMMU IERAKSTS $\text{As}_{55}\text{Se}_{45}$ KĀRTIŅĀS

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

Dotajā darbā, eksperimentāli pētītas elementārās transmisijas hologrammas  $\text{As}_{55}\text{Se}_{45}$  kārtiņās. Aplūkota plēvīšu biezuma ( $d \sim 0.1 \mu\text{m} < 1.3 \mu\text{m}$ ) ietekme uz hologrammas īpašībām atkarībā no ieraksta ( $\lambda_1 = 0.488 \mu\text{m}, 0.514 \mu\text{m}, 0.6328 \mu\text{m}$ ) un nolasošā ( $\lambda_2 = 0.488 \mu\text{m}, 0.514 \mu\text{m}, 0.6328 \mu\text{m}, 1.15 \mu\text{m}$ ) viļņa garuma pie dažādiem režģa periodiem ( $0.2 \mu\text{m} < \Lambda < 0.9 \mu\text{m}$ ). Iegūtie rezultāti parāda, ka ieraksta īpašības nav tik būtiski atkarīgas no režģa perioda (aplūkotajā diapazonā), cik no nolasošā viļņa garuma.

## RECORDING OF TRANSMISSION HOLOGRAMS IN $\text{As}_{55}\text{Se}_{45}$ FILMS

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

The present work demonstrates the studies of  $\text{As}_{55}\text{Se}_{45}$  thin film transmission holograms. The influence of film thickness ( $d \sim 0.1 \mu\text{m} < 1.3 \mu\text{m}$ ) is considered in dependence of recording ( $\lambda_1 = 0.488 \mu\text{m}, 0.514 \mu\text{m}, 0.6328 \mu\text{m}$ ) and reconstruction ( $\lambda_2 = 0.488 \mu\text{m}, 0.514 \mu\text{m}, 0.6328 \mu\text{m}, 1.15 \mu\text{m}$ ) wavelength as well of grating period ( $0.2 \mu\text{m} < \Lambda < 0.9 \mu\text{m}$ ). The results obtained show more essential dependence of hologram properties from reconstruction wavelength as from grating period (throughout considered in current work range of periods).

## VILŅU FRONTES INVERSIJA A-AS-S-SE KĀRTIŅĀS

**A.Ozols<sup>1,2</sup>, K.Ozols<sup>1</sup>, Ģ.Ivanovs<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Rīgas Tehniskā Universitāte*

<sup>2</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pirmo reizi Latvijā ir eksperimentāli īstenota un izpētīta gaismas viļņu frontes inversija (VFI). Plakanu un sfērisku VFI ir veikta a-As<sub>40</sub>S<sub>15</sub>Se<sub>45</sub> kārtiņās, izmantojot četru viļņu mijiedarbes shēmu ar 633 nm He-Ne lāzeru. Aplūkojot VFI procesu hologrāfiski, mazas difrakcijas efektivitātes ( $DE \ll 1$ ) tuvinājumā ir aprēķināta VFI efektivitāte (inversās atstarošanas koeficients). Parādīts, ka tad VFI efektivitāte ir proporcionāla DE. Tālākie eksperimenti šo slēdzienu ir apstiprinājuši. Pamatojoties uz šiem aprēķiniem, ar „Matlab”programmu ir optimizēta VFI shēma. Plakanu viļņu gadījumā ir izpētīta VFI efektivitātes atkarība no ekspozīcijas laika, gaismas intensitātes ( $0.084-0.33 \text{ W/cm}^2$ ) un hologrāfiskā režģa perioda ( $1-8 \text{ }\mu\text{m}$ ). Gan atsevišķi, gan vienlaicīgi ar VFI efektivitāti tika mērīta arī DE. Maksimālā VFI efektivitāte bija 2.3%, bet minimālā VFI ieraksta enerģija –  $2 \text{ J/(cm}^2\text{)}$ . Maksimālā DE arī bija 2.3%, bet hologrāfiskā režģa minimālā ieraksta enerģija –  $5 \text{ J/(cm}^2\text{)}$ . Sfērisku viļņu gadījumā VFI efektivitāte bija 0.64%, ieraksta enerģija –  $141 \text{ J/(cm}^2\text{)}$ . Visi rezultāti atbilst  $4.5 \text{ }\mu\text{m}$  biezām kārtiņām. Referātā tiks īsi aplūkoti arī VFI pielietojumi fotoinducētu procesu pētīšanā, optiskajos sakaros, militārajā tehnikā un citur.

## PHASE CONJUGATION IN A-AS-S-SE FILMS

**A.Ozols<sup>1,2</sup>, K.Ozols<sup>1</sup>, G.Ivanovs<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Riga Technical University*

<sup>2</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Light wavefront inversion (phase conjugation) is experimentally realized and studied for the first time in Latvia. Phase conjugation (PC) of plane and spherical waves is carried out in a-As<sub>40</sub>S<sub>15</sub>Se<sub>45</sub> thin films in four-wave-mixing geometry with a 633 nm He-Ne laser. PC efficiency (inverted wave reflectivity) is theoretically calculated using holographic approach in the small diffraction efficiency ( $DE \ll 1$ ) limit. It is shown theoretically and proved experimentally that PC efficiency is proportional to DE. The PC setup was optimized using these calculations and the „Matlab”program. In the plane wave case the PC efficiency dependences on exposure time, light intensity ( $0.084-0.33 \text{ W/cm}^2$ ) and holographic grating period ( $1-8 \text{ }\mu\text{m}$ ) have been measured. Separately and simultaneously the DE dependences on the above mentioned parameters have been measured as well. The maximal PC efficiency was 2.3% and the minimal PC recording energy was  $2 \text{ J/(cm}^2\text{)}$ . The maximal DE was 2.3% as well but the minimal holographic recording energy was  $5 \text{ J/(cm}^2\text{)}$ . In the case of spherical waves the PC efficiency was 0.64%, the PC recording energy was  $141 \text{ J/(cm}^2\text{)}$ . These results correspond to  $4.5 \text{ }\mu\text{m}$  thick films. PC applications in the studies of photoinduced processes, optical communications, military technologies and other areas will be briefly considered in the presentation as well.

## HOLOGRĀFISKAIS IERAKSTS AMORFĀS AS<sub>2</sub>S<sub>3</sub> KĀRTIŅĀS AR 633 NM HE-NE LĀZERU

**Dm. Saharovs<sup>1</sup>, A.Ozols<sup>1,2</sup>, M.Reinfelde<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Rīgas Tehniskās Universitātes Tehniskās fizikas institūts*

<sup>2</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Parasti hologrammu ieraksts a-As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> kārtiņās notiek ar Ar<sup>+</sup> lāzeru ( $\lambda=488.0$  vai  $514.5$  nm). Tā pamatā ir struktūras fototransformācija ar As-As saišu pārveidi. Šinī darbā ir eksperimentāli pētīts hologrāfisko režģu (periodi  $\Lambda=0.55-20$   $\mu\text{m}$ ) ieraksts ar nefokusētiem (ieraksta intensitāte  $0.58-0.78$   $\text{W}/\text{cm}^2$ ) un fokusētiem ( $68-125$   $\text{W}/\text{cm}^2$ )  $633$  nm He-Ne lāzera stariem  $5.4$   $\mu\text{m}$  biežās a-As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> kārtiņās uz stikla pamatnes. Ieraksts ar fokusētiem stariem bija daudz efektīvāks (maksimālā difrakcijas efektivitāte (DE)  $\eta_{\text{max}}=12.1\%$ ) nekā ar nefokusētiem ( $\eta_{\text{max}}=0.11\%$ ). Atšķirās arī DE atkarība no  $\Lambda$ : bez fokusēšanas optimāls bija periods  $\Lambda=0.7\mu\text{m}$ , bet ar fokusēšanu –  $\Lambda=5-20$   $\mu\text{m}$ . Ieraksts saglabājās vismaz vairākus mēnešus. Nav konstatētas ne fotoinducētas absorbcijas spektru ( $400-900$  nm diapazonā), ne arī periodiskas kārtiņas biezuma izmaiņas. Tas nozīmē tīru fāzes ierakstu. Ieraksta mehānisms nav skaidrs, taču visticamāk tas ir saistīts ar cita tipa struktūras fototransformāciju, ko rada fotoinducēta sēra atomu saišu maiņa un to difūzija.  $633$  nm ieraksta priekšrocības: 1) nav vajadzīgs dārgs Ar<sup>+</sup> lāzers; 2) var ierakstīt kvalitatīvākas atstarošanas hologrammas, jo ieraksts ir daudz viendabīgāks.

## HOLOGRAPHIC RECORDING IN AMORPHOUS AS<sub>2</sub>S<sub>3</sub> FILMS BY A 633 nm He-Ne LASER

**Dm. Saharovs<sup>1</sup>, A.Ozols<sup>1,2</sup>, M.Reinfelde<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Technical Physics, Riga Technical University*

<sup>2</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Hologram recording in As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> films is usually made by an Ar<sup>+</sup> laser ( $\lambda=488.0$  or  $514.5$  nm). It is based on photoinduced structural changes (PSC) involving As-As bond transformations. We report on the experimental studies of holographic grating (with periods  $\Lambda=0.55-20$   $\mu\text{m}$ ) recording by either unfocused (recording light intensity  $I=0.58-0.78$   $\text{W}/\text{cm}^2$ ) or focused ( $I=68-125$   $\text{W}/\text{cm}^2$ )  $633$  nm He-Ne laser beams in  $5.4$   $\mu\text{m}$  thick a-As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> films sputtered on a glass substrates. Focused recording was much more efficient (the maximal diffraction efficiency (DE)  $\eta_{\text{max}}=12.1\%$ ) than unfocused one ( $\eta_{\text{max}}=0.11\%$ ). The DE versus  $\Lambda$  dependence also differs. Periods  $\Lambda=0.7\mu\text{m}$  were optimal for unfocused recording whereas  $\Lambda=5-20$   $\mu\text{m}$  for the focused one. The recording was practically stable for, at least, several months. No photoinduced changes in absorption spectra (in  $400-900$  nm range) or periodic film thickness changes were found. Thus  $633$  nm recording was purely phase one. The recording mechanism is not clear but, most probably, it is based on another type of PSC involving photoinduced bond switching of sulfur atoms and their diffusion. The advantages of the  $633$  nm recording: 1) expensive Ar<sup>+</sup> laser is not needed; 2) reflection holograms of higher quality can be recorded because of much higher homogeneity.

## LĀZERDEFEKTU ĢENERĀCIJAS DINAMIKA IV GRUPAS PUSVADĪTĀJOS

**A. Medvids, A.Micko, P.Onufrijevs un D.Grabovskis**

*Tehniskās fizikas institūts, Rīgas Tehniskā Universitāte,  
Āzenes ielā 14, Rīga.*

Lāzera starojuma radīta pašdefektu ģenerācija tika pētīta germānijā un silīcijā. Paraugus apstaroja ar YAG:Nd lāzeru, lietojot dažādas starojuma intensitātes un starojuma pirmo un otro harmonikas. Apstarošanas laikā tika mērītas volt-ampēru raksturlīknes krustotā elektriskā un magnētiskā laukos. Ar optisko mikroskopu tika pētīta paraugu virsmas morfoloģija. Tika novērots, ka parādās lāzerstarojuma intensitātes sliekšņa efeksts mainoties parauga pretestībai: Ge tas ir pie  $2 \text{ MW/cm}^2$  (pirmā harmonika) un Si -  $6 \text{ MW/cm}^2$  (otrā harmonika). Punktveida defektu akumulācija tika novērota, pieaugot parauga pretestībai atkarībā no lāzerimpulsu skaita.

## DYNAMICS OF LASER-INDUCED DEFECT GENERATION IN IV GROUP SEMICONDUCTORS

**A.Medvids, A.Micko, P.Onufrijevs, and D.Grabovskis**

*Institute of Technical Physics, Rigas Technical University,  
Azenes Str.14, Riga*

Laser-induced generation of intrinsic defects in germanium and silicon is studied. The samples were irradiated with different intensities of YAG:Nd laser (the first and the second harmonics). The current-voltage characteristics *in situ* were measured in crossed electric and magnetic fields. The optical microscope was used to study morphology of the irradiated surface. The effect of threshold intensity of laser radiation was observed when the resistivity of sample is changed: in Ge it is  $2 \text{ MW/cm}^2$  (the first harmonics) and in Si -  $6 \text{ MW/cm}^2$  (the second harmonics). The accumulation of point defects was also observed as increase of sample resistivity with number of laser pulses.

## OPTISKIE ĶĪMISKO VIELU SENSORI

**O.Balcers, J.Teteris**

*LU Cietvielu fizikas institūts*

Šajās tēzēs īsumā izklāstīti svarīgākie viļņvadu darbības principi. Šī analīze ir daļa no doktorantūras darba. Tā mērķis ir attīstīt jaunu tehnoloģisko nišu- optiskos sensorus materiālos, kuri jau ilgstoši ir Optiskā ieraksta laboratorijas uzmanības lokā- amorfo halkogenīdu plānās kārtiņās. Šie materiāli ir unikāli ar to, ka būdami caurspīdīgi tālajā infrasarkanajā joslā, kurā atrodas daudzu organisko vielu raksturīgās vibrācijas modas, vienlaicīgi ir optisko hologrammu ieraksta materiāli ar superaugstu izšķiršanas spēju. Tēzēs iezīmēta darba tālākā attīstība, lai optimizētu viļņvadu lietojumu darbībai gaisa, šķidrumu un bioloģiskās vides sensoros.

## OPTO-CHEMICAL SENSORS

**O.Balcers, J.Teteris**

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

This thesis explains the most important waveguide principles of opto-chemical sensors. This analysis is a part of doctoral study. The goal of study is to develop a new technological niche- optical sensors in materials (amorphous chalcogenide thin films) that are within the main research scope of the Optical recording laboratory. The chalcogenide glasses are infrared transmitting. The IR spectral range corresponds to the absorption bands of many organic compounds. At the same time amorphous chalcogenide semiconductor thin films are applied as high resolution materials in holography. Thesis suggests possible work development directions to optimise waveguide usage in air, water and biochip sensors.

## IZKLIEDES ELIPSOMETRIJA ELEKTRISKI VADĀMAI IZKLIEDEI PDLC - POLIMĒROS DISPERĢĒTOS ŠĶIDROS KRISTĀLOS

Māris Ozoliņš, Huans Manuels Bueno\*, Gatis Ikaunieks un Varis Karitāns

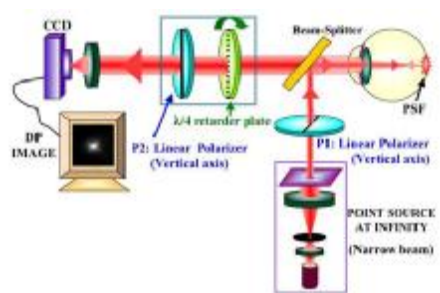
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

*\*Murcijas universitātes Optikas laboratorija*

Attēla uz acs tīklenes kvalitātes izmaiņai vizuālā stimula izkliedes rezultātā (acs katarakta, nelabvēlīga vides ietekme) pētījumos tiek pielietoti optiski elementi ar vadāmu gaismas izkliedi. *In vivo* eksperimentos ir iespējams noteikt virkni parametru, vēlamā intensitātes invariantu, kas varētu kalpot par mēru acs patoloģisko izmaiņu pakāpei. Šādā skatījumā tiek pētīti invarianti lielumi acs aizsegumiem, kuri tiek pielietoti dažādu situāciju simulēšanai. Mūsu pētījumos tiek veikta elipsometriska izkliedētās gaismas analīze PDLC – polimēros disperģētu šķidro kristālu globulām aizsegos, ko mēs vēlētos izmantot redzes zinātnes eksperimentos [1].

Mērījumi tiek veikti, izmantojot klasisku elipsometrijas shēmu ar fāzu plāksnīti, kura orientēta vairākos (četros) virzienos – tādējādi ar iespēju veikt leņķiskās atkarības visiem četriem Stoksa vektora elementiem [2].

Kā galvenie no intensitātes invariantie lielumi tiek izmantoti no Stoksa vektora iegūtie depolarizāciju un cirkulāro polarizāciju raksturojošie lielumi izkliedētajai gaismai. Rezultāti, kas iegūti zilajam (473nm), zaļajam (532nm) un sarkanajam (671nm) starojumam, ļauj spriest par šādas PDLC plāksnītes objektīvajiem raksturlielumiem. Rezultāti parāda iespēju izmantot depolarizāciju, lai noteiktu acs patoloģijas pakāpes mēru [3], un arī ievērojamu cirkulārās polarizācijas ieguldījumu, starojumam izejot no izkliedējošās plāksnītes. Salīdzinājums ar reāliem – acs *in vivo* mērījumu datiem tiek attīstīts turpmākajos pētījumos.



## ELIPSOMETRY OF ELECTRICALLY CONTROLLED SCATTERING IN PDLC - POLYMER DISPERSED LIQUID CRYSTALS

Maris Ozolinsh, Huan Manuel Bueno\*, Gatis Ikaunieks and Varis Karitans

*Institute of Solid State physics at the University of Latvia*

*\*Optics Laboratory of the University of Murcia*

Results of ellipsometric investigation are reported for the scattered light in polymer dispersed liquid crystals PDLC eye occluders used in vision science experiments to determine the deterioration of visual performance due to light scattering. Depolarisation is used as an intensity invariable measure to characterize the eye scattering pathologies, A considerable circular polarized light contribution in scattered light is measured.

1. M. Ozolinsh and G. Papelba, *Ferroelectrics* **304**, 207–212 (2004).
2. J. M. Bueno, E. Berrio, P. Artal, *Opt. Lett.* **28**, 1209-1211 (2003)
3. J. M. Bueno, E. Berrio, M. Ozolinsh, P. Artal, *J. Opt. Soc. Am. A*, **21**, 1316-1321 (2004).

## NELINEĀRO OPTISKO KOEFICIENTU $d_{ij}$ NOTEIKŠANA – METODIKA, PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI CFI.

**M. Rutkis, V. Zauls**

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

Viens no galvenajiem pētījumu virzieniem CFI ir jaunu augsti efektīvu materiālu radīšana nelineārai optikai. Makroskopisko nelineāro optisko koeficientu tenzora  $d_{ij}$  vērtības ir pamatkritērijs jaunu materiālu novērtēšanai un tālākai to optimizācijai nelineārās optikas ierīču vajadzībām. Tenzora  $d_{ij}$  vērtību noteikšanai izmanto optiskās otrās harmonikas ģenerācijas (OHĢ) efekta atkarību no gaismas krišanas leņķa un polarizācijas, vai tā saukto Meikera joslu metodi. Mūsu pieredze eksperimentālo datu aproksimācijā parāda, ka lietojot nekorektas mērāmās sistēmas lineārās optiskās konstantes ( $n_w^o, n_{2w}^o, n_w^e, n_{2w}^e, a_w, a_{2w}$  un kārtiņas biezums) koeficientu  $d_{ij}$  noteikšanā iespējamās būtiskas kļūdas. Lai izvairītos no šādām kļūdām,  $d_{ij}$  noteikšanai jāveic kompleks eksperiments, kurš ietver sevī ne tikai OHĢ novērošanu, bet arī virkni lineāro optisko mērījumu iepriekšminēto konstanšu noteikšanai.

Referātā tiks apskatītas CFI esošās eksperimentālās iekārtas un izstrādātie datu apstrādes algoritmi šo pētījumu veikšanai.

### **Determination of the nonlinear optical coefficients $D_{IJ}$ – methodology, problems and solutions at the ISSP**

**M. Rutkis, V. Zauls**

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

One of the major investigation tasks at the ISSP is search for new highly effective materials for the nonlinear optics. Magnitude of the nonlinear optical coefficients  $d_{ij}$  is basic criteria for the new material evaluation and further optimisation for the usage in nonlinear optical devices. The determination of the  $d_{ij}$  can be performed by optical second harmonic generation (SHG) effect measurements as function of incidence angle and polarization, or a Maker fringe technique. Our experience in approximation of the experimental data shows, that usage of the inaccurate linear optical constants ( $n_w^o, n_{2w}^o, n_w^e, n_{2w}^e, a_w, a_{2w}$  and film thickness) leads to significant errors in determination of the  $d_{ij}$ . To avoid that kind of errors the determination of the  $d_{ij}$  should be performed as complex experiment consisting not only SHG determination, but also several linear optical measurements for the determination of the above-mentioned constants.

In our presentation we will discuss experimental facilities and data handling algorithms used at the ISSP for these investigations.

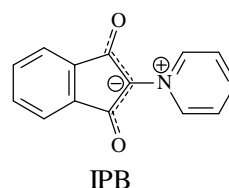
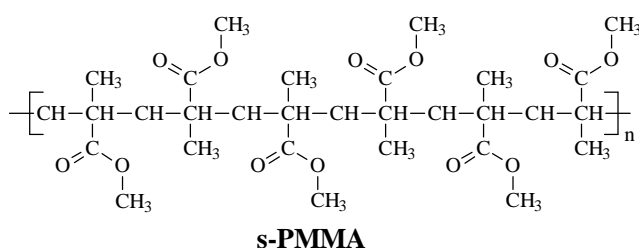
## POLIMĒRA MATRICAS AR BETAĪNA TIPIA MOLEKULĀM IEGŪŠANAS IESPĒJAS AR “SPIN-COATING” METODI

**A.Tokmakovs<sup>2</sup>, A.Vembris<sup>2</sup>, I.Muzikante<sup>1,2</sup>, L.Gerca<sup>2</sup>, E.Laizāne<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles iela 21, Rīga LV 1006, Latvija*

<sup>2</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts, Ķengaraga iela 8,  
LV-1063 Rīga, Latvija*

Molekulārā elektronikā viena no galvenām prasībām ir iegūt plānas Host-Guest sistēmas ar lielu hromofora koncentrāciju. Galvenais nosacījums kārtiņu veidošanā ir, lai tajā neveidotos agregāti un kristāli. Lai samazinātu plēves biezumu, izmantojam “spin-coating” metodi. Tiek pētītas



iespē  
jas  
iegūt  
N-

(Indan-1,3-dion-2-il) piridīnija  
betaina(IPB) Host-Gest  
sistēmas. Lai iegūtu plānas  
plēves ar maksimālu IPB

molekulu koncentrāciju sindiotaktiskā un izotaktiskā polimetilmetakrilātā (**PMMA**) matricā izmanto “spin-coating” metodi. Līdz ar to izveidotās kārtiņas ir plānākas. Eksperimentāli to biezums ir mazāks par 1µm.

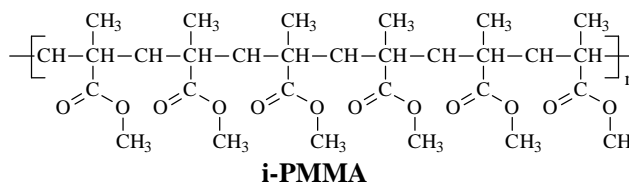
## POLYMER MATRIX WITH BETAINE TYPE MOLEKULE PROCESSING POSSIBILITIES BY SPIN-COATING METHOD

**A.Tokmakovs<sup>1</sup>, A.Vembris<sup>1,2</sup>, L.Gerca<sup>1</sup>, I.Muzikante<sup>1,2</sup>, E.Laizāne<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006, Latvia*

<sup>2</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Kengaraga Str .8, LV-1063 Riga, Latvia*

One of the main Host-Guest system requirement is to get film with large hromophore concentration without aggregation or crystalline. Large absorbance value was reduced by making film thinner. We study



possibilities of N-(Indan-1,3-dion-2-yl) pyridinium betaine(IPB) incorporation in to syndiotactic and isotactic poly(methyl methacrylate)(**PMMA**) with maximum concentration. Film with thickness less than 1µm was made by spin-coating method.



## DMABI SAIMNIEKA-VIESU SISTĒMAS NELINEĀRĀS OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS

**A.Vembris<sup>1,2</sup>, M. Rutkis<sup>1,2</sup>, A. Tokmakovs<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga iela 8,  
Rīga LV-1063, Latvija*

<sup>2</sup>*Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006, Latvija*

DMABI molekulai (1.zīm) piemīt nelineārās optiskās īpašības, kuras efektīvi var izmantot un izpētīt polimēra matricās, saimnieka-viesu sistēmā. Polimēru kārtiņas ar dažādu DMABI koncentrāciju (s-PMMA) izveidoja uz stikla un ITO pamatnes, izmantojot liešanas metodi. Paraugus orientēja ar koronas izlādes metodi.

Darbā optimizēja DMABI molekulu koncentrāciju paraugā un orientēšanas temperatūru. Optimālākā koncentrācija ir starp 10 – 15 wt%, pie kuras maksimālā  $d_{33}$  vērtība ir ap 40 pm/V. Orientēšanas temperatūra intervālā 80 -110 °C neietekmēja parauga  $d_{33}$  vērtību. Tika pētīta arī parauga nelineāro optisko īpašību stabilitāte īslaicīgā (atkarībā no krītošās gaismas intensitātes) un ilglaicīgā (paraugam stāvot tumsā) periodā.

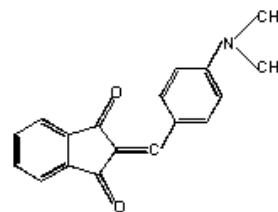


Figure 1

## DMABI HOST-GUEST SYSTEM NONLINEAR OPTICAL PROPERTIES

**A.Vembris<sup>1,2</sup>, M. Rutkis<sup>1,2</sup>, A. Tokmakovs<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006, Latvia*

<sup>2</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Ķengaraga Str. 8,  
Riga LV-1063, Latvia*

DMABI molecules in solid state have nonlinear optical properties, which can be used and investigated in host-guest polymer matrix. The studies of different DMABI concentration in s-PMMA on glass and ITO substrates are presented in this work. The films were prepared as polymer doped systems by solvent casting. Samples were orientated by corona poling.

In these work we optimize DMABI molecules concentration in sample and orientation temperature. Optimal concentration with in 10-15 wt%. In this case maximum  $d_{33}$  value is around 40 pm/V. Influence of orientation temperature with in 80 -110 °C wasn't observed. We study also stability of the nonlinear optical properties of samples in short term (dependence on irradiation light intensity) and long term (sample was stored in darkness).

## DMABI MOLEKULU OPTISKI IEROSINĀTĀ PĀRNESE POLIMĒRA KĀRTIŅĀS

**I.Muzikante<sup>1,2</sup>, A.Tokmakovs<sup>1</sup>, B.Stiller<sup>3</sup>, K.Morawetz<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006, Latvija*

<sup>2</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga iela 8,  
Rīga LV-1063, Latvija*

<sup>3</sup>*Potsdamas Universitāte, Am Neuen Palais 10, D-14415, Potsdama, Vācija*

Virsmas reljefa režģi (VRR) plānā organiskā kārtiņā var ierakstīt apgaismojot ar lāzeru, kad režģis veidojas molekulām pārvietojoties polimēra matricā temperatūrās, kas ir daudz zemākas par kārtiņas stiklošanās temperatūru. Pasaulē tiek ļoti plaši pētīti fotoierosināto masas pārnese procesi, kurus nosaka azobenzola molekulu fotoizomerizācija un fotoorientācija. Kā pētījumu objekts galvenokārt tiek izmantota polimēra plānā kārtiņa, kas ir arī viegli izgatavojama.

Mūsu darbā ir apskatīti pirmie virsmas reljefa iegūšanas pētījumi ar polāro organisko molekulu DMABI, kurai fotoierosinātie procesi nav saistīti ar tradicionālo fotoizomerizāciju. Ir zināms, ka DMABI novēro iespējamu fotoierosinātu pārslēgšanos starp 2 stabiliem molekulas stāvokļiem polimēra matricā.

Virsmas reljefa veidošanās tika pētīta polimēra matricās (ar dažādu stiklošanās temperatūru 30-110°C rajonā) ar DMABI molekulu koncentrāciju no 1 līdz 9wt%. Ir novērota virsmas reljefa veidošanās, paraugus apgaismoja ar 532nm gaismu, kas ir molekulas galvenajā absorbcijas joslas rajonā.

## OPTICAL INDUCED MASS TRANSPORT OF DMABI MOLECULES IN POLYMER MATRIX

**I.Muzikante<sup>1,2</sup>, A.Tokmakovs<sup>1</sup>, B.Stiller<sup>3</sup>, K.Morawetz<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006, Latvia*

<sup>2</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Ķengaraga Str. 8,  
Riga LV-1063, Latvia*

<sup>3</sup>*Potsdam University, Am Neuen Palais 10, D-14415, Potsdam, Germany*

The surface relief gratings (SRGs) are inscribed by impinging an interference pattern of laser light onto the films, which causes mass transport over micrometer distances at temperatures well below the glass-transition temperatures of the polymers. The processes involved in direct photoinscription of surface relief structures (SRGs) on azobenzene-containing polymer films is widely studied all over the world. SRGs have been produced by various groups on amorphous side-chain and main-chain azopolymers, and on liquid crystalline azopolymers, mostly in the form of spin-coated films.

We investigate possible SRG process of dipolar donor-acceptor molecules DMABI in polymer matrix. Investigations of optical properties of thin host-guest polymer films show that the photoinduced process of DMABI is not related to the trans-cis isomerization but presumably with the photoinduced switching between two equally stable states of the molecule in polymer matrix. In this work first results of formation of the surface relief in polymer films incorporated with DMABI molecules will be presented. The influence of glass transition temperature of polymer and concentration of DMABI molecules on photoinduced mass transport will be discussed.

## LĀDIŅA NESĒJU FOTOGENERĀCIJA UN FOTOVOLTAISKAIS EFEKTS AR KRĀSVIELU DMABI DOPĒTĀ POLIMĒRĀ

I.Kaulačs<sup>1</sup>, I.Muzikante<sup>1,2</sup>, A.Tokmakov<sup>1</sup>, P.Šipkovs<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006

<sup>2</sup>Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga iela 8, Rīga LV-1063

Pētīta fotostrāva un fotovoltaiskais efekts polimetilmetakrilātā ar krāsvielas dimetilaminobenzilidēna 1,3-indāndiona (DMABI) piejaukumu "sandwich" veida paraugos uz kvarca paliktņa pie  $T=T_{ist}$  un  $p<10^{-5}$  toru. Apakšējais elektrods - Au; augšējais elektrods - In. Paraugus apgaismojām ar monohromātisku gaismu caur puscaurspīdīgo Au elektrodu 380-2000 nm spektra diapazonā. Nepolētos paraugos īsslēguma fotostrāva bija niecīga un tā nepārsniedza  $10^{-16}$  A. Taču pieliekot paraugiem ārējo spriegumu, līdz 100V, un tos apgaismojot tika novērota parauga polēšanas fotostrāva, kuras spektrs atgādina DMABI elektronu absorbcijas spektru. Pēc šādas polēšanas paraugos var reģistrēt foto-EDS izraisīto īsslēguma fotostrāvu, kuras spektrs atkal ir līdzīgs DMABI absorbcijas spektram, bet virziens pretējs fotopolēšanas strāvai. Mainot polēšanas fotostrāvas polaritāti var izmainīt foto-EDS zīmi paraugā. Polējot paraugu i-PMMA stiklošanās temperatūras  $t_g$  rajonā, var sasniegt foto-EDS vērtības līdz 70V. Tādējādi ir iegūts "foto-kondensators", kura uzlādei nepieciešams ārējais spriegums un apgaismojums, bet kura izlādēšana var notikt tikai to apgaismojot. Pie kam īsslēguma fotostrāvas spektrs ir tuvs parauga absorbcijas spektram ar nelielu joslas paplašināšanos un nobīdi īso viļņu virzienā. Noīsinot paraugu tumsā tomēr notiek lēna foto-EDS krišana ar  $\tau_{krišs} > 6$  mēneši. Var domāt, ka fotopolēšana notiek lokalizētam DMABI ierosinājumam sabrūkot uz elektrodiem, kuras izraisa lādiņnesēju foto- injekciju. Šie lādiņa nesēji tiek saķerti dziļajās lamatās ( $E_{Tr} = 0.5 - 2.8$  eV), no kurām tos var atbrīvot optiski.

## CHARGE CARRIER PHOTOGENERATION AND PHOTOVOLTAIC EFFECT OF POLYMERE DOPED WITH CHROMOFOR DMABI

I.Kaulach<sup>1</sup>, I.Muzikante<sup>1,2</sup>, A.Tokmakov<sup>1</sup>, P.Shipkovs<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006

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

The photocurrent and PV effect of polymethylmethacrylate doped with chromofore dimethylaminobenzilidene 1,3 - indandione (DMABI) sandwich type samples have been investigated at  $T=T_{room}$  and  $p<10^{-5}$  Tor. Bottom electrode - Au; top electrode - In. The samples were illuminated by monochromatic light via semitransparent bottom Au electrode in the 380-2000 nm spectral range. For the unpoled samples short-circuit photocurrent was insignificant, being less than  $10^{-16}$  A. However by applying external voltage up to 100V, and illuminating the samples, we got photo-poling current which spectral dependence resembled it for electron absorption. This photo-poling procedure created appearance of PV effect with short-circuit current of opposite direction. The sign of PV effect can be reversed by changing direction of photo-poling current. By poling sample at glass-transition temperature, it was possible to reach even 70V high open-loop voltage. So something like "photo-capacity" was obtained, chargeable by external voltage and light, but which can be discharged only by light and sample shortening. However by shortening the sample in dark, slow discharge is observable with  $\tau_{disch} > 6$  months. It seems, that photo-poling proceeds through localized DMABI excitation destruction at electrode followed by charge injection. These charges are entrapped in deep traps ( $E_{Tr} = 0.5 - 2.8$  eV), but can be released mainly optically.

## OPTISKI IEROSINĀTĀ AZOBENZOLA PĀRSLĒGŠANĀS PROCESA PĒTĪJUMI ŠĶĪDUMOS UN PLĀNĀS KĀRTIŅĀS

**E.Laizāne<sup>1</sup>, A.Vembris<sup>2,3</sup>, A.Tokmakov<sup>3</sup>, L.Gerca<sup>3</sup>, I.Muzikante<sup>2,3</sup>,  
E.Markava<sup>4</sup>, D.Gustiņa<sup>4</sup>**

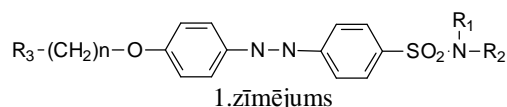
<sup>1</sup>Latvijas Universitātes fizikas un matemātikas fakultāte, Zeļļu iela 8, Rīga LV-1002, Latvija

<sup>2</sup>Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga iela 8, Rīga LV-1063, Latvija

<sup>3</sup>Fizikālās Enerģētikas institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006, Latvija

<sup>4</sup>Latvijas Organiskās Sintēzes institūts, Aizkraukles ielā 21, Rīga LV 1006, Latvija

Azobenzola molekulām ir raksturīgi atgriezenisks optiskās pārslēgšanas efekts, kuru nosaka pāreja starp diviem stabiliem molekulas stāvokļiem. Tas nozīmē, ka, apgaismojot molekulu ar vienu viļņa garumu, tā maina savu stāvokli no trans-izomēra uz cis-izomēru. Un savukārt, apgaismojot ar citu viļņu garumu, molekula maina savu stāvokli no cis-izomēra uz trans-izomēru. Svarīga ir jaunu polāru azobenzola molekulu fotoierosināto pārslēgšanās procesu izpēte plānās kārtiņās un šķīdumos. Šajā sakarā pēta polārā azobenzola atvasinājumus (skat.1.zīm.) ar dažādām funkcionālām grupām. Lai novērtētu funkcionālo grupu ietekmi uz pārslēgšanas procesiem, sākumā optiskās īpašības pētīja šķīdumos. Nākamais izpētes solis saistās ar optisko īpašību pētīšanu Lengmīra -Blodžetas (LB) kārtiņās un polimēra matricās.



Šķīduma veidošanai izmanto hloroformu, kurā vielas koncentrācija ir  $1 \cdot 10^{-4}$  mol/l. Saimniekaviesu sistēma sastāv no 1wt% vielas un polimetilmetakrilāta (s-PMMA). LB kārtiņas sastāv no 19 monoslāņiem, kas veido Y-veida struktūru. Kārtiņas izveidoja uz kvarca stikla pamatnes. Paraugus gaismo ar viļņa garumiem, kas atbilst trans-cis un cis-trans pārejām. Plānās kārtiņās novēro optiski ierosināto pārslēgšanas efektu, kuru ietekmē molekulu sakārtotība.

## OPTICAL SWITCHING EFFECT OF AZOBENZENE IN SOLUTION AND THIN FILMS

**E.Laizāne<sup>1</sup>, A.Vembris<sup>2,3</sup>, A.Tokmakov<sup>3</sup>, L.Gerca<sup>3</sup>, I.Muzikante<sup>2,3</sup>,  
E.Markava<sup>4</sup>, D.Gustiņa<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>University of Latvia faculty of physic and mathematic, Zeļļu iela 8, Rīga LV-1002

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

<sup>3</sup>Institute of Physical Energetics, Aizkraukles Str. 21, Riga LV 1006

<sup>4</sup>Latvian Institute of Organic Synthesis, Aizkraukles Str 21, Riga LV 1006

Azobenzene molecules have reversible optical switching effect between two stable states. It means that irradiate molecule with one wavelength change from trans- isomer to cis- isomer and irradiated with another wavelength change from cis – isomer to trans- isomer.

Study of new polar azobenzene molecule photoinduced switching process in solution and thin films is very important. In this case we study polar azobenzene derivatives (Figure 1) with different functional groups. Firstly all compounds were investigated in solution to estimate functional group effect on switching process. Next step was studying of optical properties of Langmuir – Blodgett (LB) multilayer and of host-guest polymer film.

We use chloroform as a solvent to make solution with  $1 \cdot 10^{-4}$  mol/l azobenene concentration. Sample of 1wt% azobenzene as guest and a polimethylmethacrylate (s-PMMA) as host was prepared on quartz glass substrate. LB sample on quartz glass had Y-type structure with 19 monolayers. Samples were irradiated with alternate wavelengths, which satisfy trans-cis and cis-trans transfer. Optical induced switching effect will be discussed.

## GĀZES JUTĪGA MOLEKULĀRĀ DIODE

**R.Dobulāns<sup>1,2</sup>, E.Fonavs<sup>1,2</sup>, I.Muzikante<sup>1,2</sup>, A.Tokmakov<sup>2</sup>, M.Bouvet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*LU Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija,*

<sup>2</sup>*LZA Fizikālās Enerģētikas institūts, Rīga, Latvija,*

<sup>3</sup>*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 elektrovadāmība mainās absorbējot oksidējošās vai reducējošās gāzes. Darbs ir veltīts *Pc* atvasinājumu plāno kārtiņu elektrisko īpašību pētījumiem gaisā, kā arī amonjaka ( $\text{NH}_3$ ) atmosfērā. Viens no savienojumiem ir plaši izmantotais niķeļa ftalocianīns (*PcNi*), kuram ir p-tipa elektrovadītspēja, bet otrs - fluorētais niķeļa ftalocianīns ( $F_{16}PcNi$ ), kam ir n-tipa elektrovadītspēja. Tika pētītas gan atsevišķas šo vielu plānās kārtiņas, gan arī dubultās kārtiņas ar abiem materiāliem. Šādam dubultam paraugam novērojama p-n tipa pāreja un diodes īpašības.

Plāno kārtiņu elektriskās īpašības pētīja ar voltampēra raksturlīknēm. Paraugi veidoti ar apakšējo zelta (*Au*) un augšējo alumīnija (*Al*) elektrodu.

Dubultais slānis *Au/F<sub>16</sub>PcNi/PcNi/Al* parastos istabas apstākļos deva klasiskas diodes voltampēra raksturlīkni, kas liecina par p-n pārejas esamību, bet amonjaka atmosfērā tika novērota simetriskas voltampēra raksturlīknes, kas liecina par iespējamu p-n pārejas izzušanu.

## GAS SENSITIVE MOLECULAR DIODE

**R.Dobulans<sup>1,2</sup>, E.Fonavs<sup>1,2</sup>, I.Muzikante<sup>1,2</sup>, A.Tokmakov<sup>2</sup>, M.Bouvet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia,*

<sup>2</sup>*Institute of Physical Energetics, LAS, Riga, Latvia,*

<sup>3</sup>*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.

In these studies nickel phthalocyanine (*PcNi*) as p-type material and fluorinated *PcNi* ( $F_{16}PcNi$ ) as n-type material was used. The variation of the density of charge carriers due to exposing to the ammonia  $\text{NH}_3$  was studied by bulk electrical conductivity.

Thin films of *PcNi* and  $F_{16}PcNi$  and their double film were prepared by vacuum evaporation. Electrical conductivity was measured of "sandwich-type" samples with bottom *Au* and top *Al* electrodes. Current-voltage characteristics both in room conditions and in ammonia atmosphere were measured.

In room conditions the rectification effect of current-voltage characteristics of *Au/F<sub>16</sub>PcNi/PcNi/Al* sample was observed. We may assume that the effect may arise due to metallophthalocyanine based p-n junction. In ammonia atmosphere current-voltage characteristic becomes symmetrical what shows about disappearance of p-n junctions.

# LĀDIŅNESĒJU SAĶERŠANAS CENTRU PĒTĪJUMI METĀLA FTALOCIANĪNA PLĀNĀS KĀRTIŅĀS

**J. Latvels, E. Fonavs, I. Muzikante**

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

Phtalocianīns ir viens no molekulāro materiālu modeļsavienojumiem (1.zīm.). Tam ir raksturīga liela termiskā, ķīmiskā un fotoķīmiskā stabilitāte. Ņemot vērā arī mazās izmaksas, phtalocianīns ir uzskatāms par perspektīvu materiālu molekulārajā elektronikā (piemēram, lauka efekta tranzistoros, gāzes sensoros).

Darbā tika izmantots “sandwich” tipa paraugs ar Au un Al elektrodēm un tika pētīta niķeļa phtalocianīna (PcNi) lādiņnesēju saķeršanās centru enerģētiskā struktūra. Pētīšanai tika izmantotas telpas lādiņa ierobežoto strāvu un termiski modulētā telpas lādiņa ierobežoto strāvu metodes (2.zīm.).

PcNi paraugā tika novērotas vairākas caurumu lamatu grupas aizliegto enerģiju spraugā.

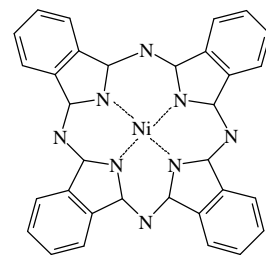


Figure 1

## STUDIES OF CHARGE CARRIER TRAPS IN METAL PHTALOCYANINE THIN FILMS

**J. Latvels, E. Fonavs, I. Muzikante**

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

Phtalocyanine is one of compound of molecular materials (Fig.1). It has a great thermal, chemical and photochemical stability. In combination with low expenses we can consider phtalocyanine as a perspective material in molecular electronics (for example, field effect transistors, gas sensors).

In this work sample of “sandwich” type with Au and Al electrodes were used and energy structure of charge carriers traps of nickel phtalocyanine (PcNi) were investigated. There were space charge limited current (SCLC) and thermally modulated SCLC (TM-SCLC) methods used (Fig.2).

There were several sets of hole traps in energy gap observed in PcNi sample.

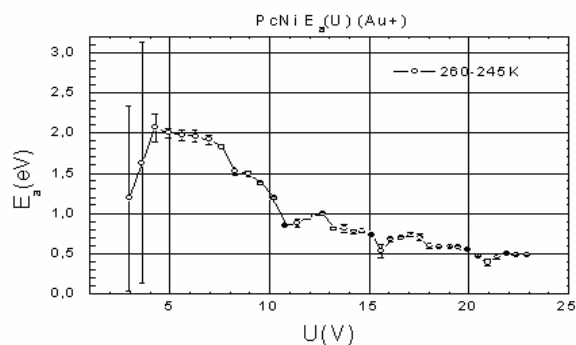


Figure 2

## JAUNI DMABI ATVASINĀJUMI NELINEĀRAI OPTIKAI

**V.Kampars<sup>1</sup>, M.Utinans<sup>1</sup>, P.Pastors<sup>1</sup>, V.Grazulevicius<sup>2</sup>, I.Muzikante<sup>3</sup>,  
M.Rutkis<sup>3</sup>, A.Vembris<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>*Rīgas Tehniskā Universitāte, Āzenes ielā 14/24, Rīga LV-1048, Latvija*

<sup>2</sup>*Kauņas Tehniskā Universitāte, Radvilenu Plentas 19, Kaunas, LT-3028, Lietuva*

<sup>3</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Kengaraga ielā 8, Rīga LV-1063, Latvija*

DMABI un citas polāri konjugētas molekulas ar 1,3-indandiona vai tā dicianometilēnatvasinājumu fragmentiem ir pazīstami nelineārās optikas hromofori (NLO-fori). Lai noskaidrotu NLO-foru ķīmiskās struktūras un īpašību kopsakaru šajā darbā veikti 2-(4'-N,N-dimethylaminobenzylidene)indan-1,3-dione (DMABI) un tā mono- un didicianometilēnatvasinājumu (DDMABI un DDDMABI) kvantu ķīmiskie aprēķini, optimizējot, ģeometriju ar AM1, bet absorbcijas spektrus rēķinot ar ZINDO/S programmu. Pakāpeniska karbonilgrupu aizvietošana samazina lādiņu blīvumu uz atomiem, piemēram, uz C2 un N<sub>amino</sub>, tomēr izteikts nukleofilā uzbrukuma centrs neveidojas. Pamatstāvokļa dipolmoments pieaug rindā DMABI<trans-DDMABI<cis-DDMABI<DDDMABI, bet ierosinātā stāvokļa dipolmoments sasniedz maksimumu trans-DDMABI gadījumā. Kaut arī aprēķināto un eksperimentālo rezultātu absolūtās vērtības ir atšķirīgas, novēro absorbcijas joslu maksimumu un intensitāšu kā arī hiperpolarizējamības teorētisko un eksperimentālo vērtību korelāciju.

## NEW DERIVATIVES OF DMABI FOR NONLINEAR OPTICS

**V.Kampars<sup>1</sup>, M.Utinans<sup>1</sup>, P.Pastors<sup>1</sup>, V.Grazulevicius<sup>2</sup>, I.Muzikante<sup>3</sup>,  
M.Rutkis<sup>3</sup>, A.Vembris<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>*Riga Technical University, Azenes Str.14/24, Riga LV-1048, Latvia*

<sup>2</sup>*Kaunas University of Technology, Radvilenu Plentas 19, Kaunas, LT-3028, Lithuania*

<sup>3</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Kengaraga Str.8, Riga LV-1063, Latvia*

DMABI and other dipolar push-pull molecules with 1,3-indandione or its dicyanomethylene derivative fragments are well known second-order nonlinear optical chromophores (NLO-phores). In order to understand the structure - property relationships of NLO-phores we made the quantum chemical calculations of DMABI and its dicyanomethylidene derivatives: 2-(4'-N,N-dimethylaminobenzylidene)-3-dicyanomethylidene-1-indanone (DDMABI) and (4'-N,N-dimethylaminobenzylidene)-1,3-bis(dicyanomethylidene)indane (DDDMABI) by AM1 and ZINDO/S and compare the obtained results with those of experimental investigation.

The experimental absorption band positions and intensities as well as hyperpolarizabilities for DMABI, trans-DDMABI and DDDMABI correlate with the results of quantum chemical calculations. The  $\mu_g$  increases in order DMABI<trans-DDMABI<DDDMABI. In all cases there is a giant change of dipole moment upon photoexcitation in long wave absorption band. The  $\mu_e$  reach maximum in the case of trans-DDMABI and is close to 14,6 D (the dipole moment change upon photoexcitation is 9,3 D).

**KODOLREAKCIJAS UN  
“EURATOM” PROGRAMMAS  
PROJEKTI**



**LZA AKADEMIĶIS PĒTERIS PROKOFJEVS**  
**(01.08.1925. – 01.12.2000).**

**J.Bērziņš un U.Ulmanis**  
*LU Cietvielu fizikas institūts*

Pēteris Prokofjevs dzimis 1925. gada 1. augustā Latgalē, Krāslavas rajona Grāveru pagasta Luņu ciemā ( agrāk Daugavpils apriņķa Aulejas pagasta “Luņos”). Vecākiem Prokofjevam Trofimam (4.3. 1893 – 44.02. 1974 ) un Prokofjevai (dz. Petunova) Natālija (28.8.1903 – 4.10.1973) piederēja 7 ha zemes ( 3 ha aramzeme), 1 zirgs un 1 gov. Vecāki bija krievu izcelsmes, kas jau daudzas paaudzes dzīvoja Latgalē (visticamāk viņi kā vecticībnieki ienāca Latgalē 18.gs.) . 1932.g. P.Prokofjevs. uzsāka mācības Vāveru 4 klašu pamatskolā, turpināja 1937-40. gg. Grāveru 6 kl. pamatskolā un no 1941-44.g. Daugavpils ekonomiskajā tehnikumā (komercskolā), bet vidējo izglītību ieguva kā eksterns 1945.g. Daugavpils 1. latviešu vidusskolā, tajā pašā gadā iestājoties LVU Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas grupā. Savā autobiogrāfijā P.Prokofjevs stāsta /1/: “ Man dažreiz vaicā, kāpēc es pārorientējos no ekonomikas uz fiziku. Es domāju, ka tas notika galvenokārt trīs apsvērumu dēļ. Pirmkārt, man jau bērnībā patika vērot dažādas dabas parādības un meklēt to cēloņus. Otrais moments ir saistīts ar labām sekmēm fizikā un matemātikā, par ko esmu pateicīgs saviem Grāveru pamatskolas ( Aprubs) un Daugavpils Valsts komercskolas (V.Šulce, J.Zalāne) skolotājiem. Beidzot fiziku iemīlēju, mācoties LVU. To sekmēja Fizikas un matemātikas fakultātes docenta Jāzepa Čudara aktīvā darbība, iesaistot jauniešus studijās, ka arī docenta Ludviga Jansona izcilā pedagoga prasme. Tāpat esmu pateicīgs laboratorijas darbu vadītājam Almai Jansonei, kā arī profesoram Jāzepam Eidusam par viņa saistoši nolasīto atomu spektroskopijas kursu. Bez mācībām studiju laikā piedalījos fakultātes deju kolektīvā, kas bija pirmais Universitātē, aktīvi strādāju fakultātes arodkomitejā un studentu zinātniskajā biedrībā”.

Diplomdarbs - Apgaismošanas apstākļu analīze tekstilfabrikā “ Rīgas Manufaktūra” (vad. doc. L.Jansons) tika teicami aizstāvēts 1950.g. Prokofjevu nosūta darbā uz LZA Fizikas un matemātikas institūtu, kur ar 16. maiju viņš sāk strādāt par jaunāko zinātnisko līdzstrādnieku. Viņa pirmais uzdevums bija kopā ar Ludvigu Pelēki izstrādāt atomu spektroskopiskās metodes mikroelementu ( Cu,Zn,B) noteikšanai augsnē un lopbarībā.

1951.gadā P.Prokofjevs apprecas ar LZA FI zinātnisko sekretāri Beatrisi Groskaufmani un tai pašā gadā iestājas aspirantūrā. Sākumā plānoja darbu Ļeņingradā pie biofizikas un molekulārās spektroskopijas speciālista profesora Mihaila Volkenšteina. 1952.g. Fizikas institūtam (FI) mainot tematiku no atomu spektroskopijas uz kodolfiziku, par Prokofjeva aspirantūras vadītāju kļuva Padomju Savienības Kodolspektroskopijas problēmas vadītāja PSRS ZA korr.-loc. Borisa Džeļepova darbinieks D.Mendelējeva v.n. Metroloģijas VZPI vec.zin līdzstrādnieks Aršavirs Karamjans. Disertācijas tēma bija saistīta ar magnētiskā beta spektrometra “ apelsīns” radīšanu. Ar spektrometru paredzēja pētīt kodolu enerģētiskos stāvokļus, mērot gamma-starojuma radīto fotoelektronu un iekšējās konversijas elektronu enerģētiskos sadalījumus. 1956.gadā disertācija tika pabeigta, bet tās aizstāvēšana aizkavējās līdz 1957. gadam, jo stājās spēkā nolikums, ka disertācijas rezultātiem jābūt publicētiem. Atgriezies FI jaunais zinātnieks kandidāts, kodolfizikas speciālists sāka aktīvu darbību kodolfizikas attīstībā FI un Latvijā vispār. Jau 1958. gadā viņš sāka konstruēt magnētisko beta – spektrogrāfu ar pastāvīgo magnētisko lauku konversijas elektronu spektru mērījumiem, izmantojot radioaktīvos izotopus.

1958.g. LZA sāka plānot lielu zinātnisko objektu celtniecību laikā 1958-1965. P.Prokofjevs, iepazīnies Maskavā Atomenerģijas institūtā ar pētniecisko reaktoru IRT-

1000, kļuva par aktīvu reaktora celtniecības piekritēju un pārliecināja LZA Prezidiju plānot kodolreaktora celtniecību tā izmantošanai LZA institūtos un citās republikas iestādēs. Jau 1. martā Latvijas Valdība lūdz PSRS vadību atļaut būvēt Latvijā pētniecisko reaktoru IRT. Aprīlī lēmumu par reaktora celtniecību pieņēma PSRS Valdība un 4. jūlijā Latvijas PSR Ministru Padome. 14. jūlijā LZA Prezidijs nolēma Fizikas institūtā radīt reaktora laboratoriju P.Prokofjeva vadībā, kuras uzdevums bija reaktora celtniecības koordinēšana, kadru sagatavošanas organizācija un zinātnisko pētījumu sagatavošana. Sākumā Prokofjevs vadīja kā reaktora celtniecību tā arī zinātnisko pētījumu sagatavošanu. Pieaugot darbu apjomam, lietderīgāki bija šos darbus atdalīt. Reaktora celtniecību, tā montāžu un vēlāk ekspluatāciju veica speciāli apmācītu inženieru kolektīvs.

1959.g. laboratorijā sāka strādāt pirmie LVU sagatavotie kodolfiziķi Jānis Bērziņš un Mārtiņš Balodis ( vēlākie fizikas hab. doktori). Vēlāk sāka strādāt V.Bondarenko, N.Krāmere, L.Simonova, M.Beitiņš, J.Tambergs u.c., kas kodolfizikai veltīja desmitiem mūža gadus.

P.Prokofjeva vadībā tika realizēti vairāki lieli eksperimentālās kodolfizikas projekti. Pēc reaktora palaišanas 1961. gadā 4. horizontālā eksperimentālā kanāla izejā tika uzstādīts laboratorijā izgatavotais modernizētais magnētiskais beta spektrogrāfs. Spektrogrāfa izgatavošanā un tā modernizēšanā sevišķi lieli nopelni bija Mārtiņam Balodim. Iekārtas tehniskie parametri bija uz ļoti augsta līmeņa un iegūtie eksperimentālie rezultāti ātri guva atzinību lielākos kodolfizikas centros. Sākās sekmīga, ilggadīga sadarbība ar VDR Rossendorfas centrālo kodolpētniecības institūtu, Minhenes Tehnisko Universitāti, Francijas Grenobles starptautisko centru, Dubnas AKPC u.c. Kodolspektroskopijā izmantoja 2 kodolreaktora eksperimentālos kanālus: HEK-4. (pieskares) ar diametru 15 cm konversijas elektronu spektru mērīšanai no gamma-starojuma, kas rodas atomu kodolam saķerot "siltuma" neitronus reakcijā ( $n,\gamma$ ). Radiālais kanāls HEK-3 ar diametru 10 cm tika iekārtots ātro neitronu neelasīgās izkliedes ar atomu kodoliem t.i. reakcijas ( $n,n'\gamma$ ) pētīšanai. Reaktora rekonstrukcijas laikā pieskares kanālu pagarināja, tādējādi samazinot aktīvās zonas radīto gamma-fonu. Astoņdesmitos gados bija ideja kanālā radīt „ auksto” neitronu avotu, neitronu plūsmu dzesējot ar šķidro ūdeņradi. Šo ideju neizdevās realizēt tehnisku un drošības tehnikas ierobežojumu dēļ.

Daudz grūtāks projekts bija kopā ar Ļeņingradas kodolfizikas institūtu plānotais kopīgais darbs par neitronu mazo leņķu izkliedes iekārtas radīšanu, izmantojot reaktora IRT eksperimentālo radiālo kanālu HEK-2, materiālu un bioloģisko objektu pētīšanai.

Iekārtas radīšanā piedalījās ĻKFI pārstāvji un no FI fiziķu un tehniķu grupa Jāņa Bērziņa vadībā. Astoņdesmito gadu beigās iekārta bija gatava. Ar 2 spraugu kolimātoru un 2 neitronu spoguļiem ieguva 2 neitronu kanālus ar neitronu viļņu garumiem 0,27 nm un 0,48 nm ar atbilstošām neitronu plūsmas intensitātēm  $1,5 \cdot 10^5$  n/s un  $8 \cdot 10^3$  n/s. Neitronus reģistrēja ar 11 un 30 skaitītājiem, veicot impulsu apstrādi daudzkanālu analizatoros un ESM. Neitronu kanālu garums sasniedza 25 metrus. Lai samazinātu starojuma fonu un palielinātu izšķiršanas spēju, neitronus reģistrēja ārpus reaktora fizikālās zāles speciāli uzceltā piebūvē.

Laika posmā no 1967. Līdz 1998. gadam kopumā tika iegūta plaša informācija par vairāk kā 60 izotopu kodoliem, galvenokārt reto zemju apgabālā ( $150 < A < 190$ ). Šiem kodoliem tika iegūtas ierosināto līmeņu shēmas, kas pamatotas ar kodolu modeļiem.

1971. gadā P.Prokofjevs kļuva par fizikas un matemātikas zinātņu doktoru, aizstāvot disertāciju par atomu kodolu enerģētisko līmeņu pētījumiem. 1972.g. par pētījumiem kodolfizikā viņam piešķirta LPSR Valsts prēmija. 1978. gadā viņš ievēlēts par LZA korespondētājlocekli, bet 1992.g. par īsteno locekli. 1982. g. viņš ieguva profesora

nosaukumu. P.Prokofjeva vadībā sagatavoti 8 zinātņu doktori, 5 viņa skolnieki kļuvuši par habilitētiem zinātņu doktoriem ( A.Afanasjevs, M.Balodis, J.Bērziņš, V.Bondarenko, J.Tambergš).

Daudz laika un enerģijas Prokofjevs veltīja jauno kodolfizikas speciālistu sagatavošanā. No 1959. līdz 1967. gadam viņš lasīja speckursus kodolfizikā Latvijas Universitātē un Daugavpils Pedagoģiskā institūtā. Viņa aspirante Gaļina Rezvaja pēc disertācijas aizstāvēšanas gatavoja kodolfizikas speciālistus LVU Fizikas un matemātikas fakultātē.

P.Prokofjeva darbu rezultāti kopā ar līdzautoriem izklāstīti 3 monogrāfijās, 110 žurnālu rakstos un ap 230 konferenču tēzēs.

Skatoties Pētera Prokofjeva panākumu sarakstu liekas, ka viņa radošais ceļš nav bijis grūts, lai gan arī ne rozēm kaisīts. Valsts varas iestādēm nav bijis iemesla būtiskiem iebildumiem pret Prokofjeva uzskatiem, viņa biogrāfiju. Tomēr viņa panākumus noteica tikai paša Prokofjeva fanātiskā uzticība kodolfizikai, reaktora darbībai un tā izmantošanai, viņa lielās darba spējas un neatlaidība nospraustā mērķa sasniegšanai. Viņš neprata atslābināties ar maksšķerēšanu, medībām, kolekcionēšanu, sporta nodarbībām un tml. Viņa bezkompromisa pieeja traucēja lietišķām pārrunām. Piemēram, FI vai Prezidijā izteiktās domas par to, ka reaktoram paredzētie štati novirzīti magnētohidrodinamikas problēmai un tos jāatdod kodolfizikai, vai reaktora atdalīšanu no FI par patstāvīgu kodolfizikas institūtu, vai pat tā izdalīšanu no LZA, pārveidojot par kāda PSRS iestādes filiāli reti guva atsaucību.

Pēc Černobiļas AES avārijas Padomju Savienībā stipri pieauga prasības kodoliekārtu drošībai. Tai skaitā arī pētniecisko reaktoru ekspluatācijas drošībai. Salaspils reaktoru apmeklēja visādas komisijas, kas aizvien atrada ko vajadzētu uzlabot. Trūkumu novēršanai vajadzēja gan finanses, gan speciālistu konstruktoru un strādnieku darbu. Reaktora darbināšana bija apgrūtināta, savlaicīgi neizpildot daudzās līgumsaistības, pietrūka plānotie naudas līdzekļi. Reaktora darbība kļuva traucēklis citu FI zinātnisko virzienu attīstībai un sagādāja raizes arī LZA Prezidijam. Radās ideja Reaktoru ar vairākām laboratorijām nodot Maskavas tiešā pakļautībā kā PS Vidējās mašīnbūves ministrijas institūta filiāli, kuru finansiālās un materiālās iespējas bija nesalīdzināmi lielākas kā LZA. P.Prokofjeva ar IRT vadību sagatavotais projekts par reaktora nodošanu LZA Prezidents sākumā atbalstīja, bet Prezidijs 12.6.88 sēdē radīja komisiju ak. Kroģera vadībā, lai analizētu trīs reaktora likteņa variantus: nodot Maskavai, atstāt pie LZA FI vai pilnīgi slēgt.1989.g. februāra sēdē LZA Prezidijs nolēma atstāt reaktoru FI sastāvā, jo papildus nosacījumi par iebraucēju-speciālistu nodrošināšanu ar dzīvokļiem utt. 1989.gadā nebija pieņemami ne LZA ne republikas vadībai. Reaktora slēgšanas variants nebija sagatavots – ko nozīmē slēgt, kā to darīt, vai to darīt?. Neatbalstīja arī P.Prokofjeva ierosmi radīt patstāvīgu LZA Kodolpētniecības institūtu. Jāatceras, ka 1989.g. jau eksistēja Latvijas Tautas Fronte, Latvijas Zinātnieku Savienība, bija pieņemts lēmums necelt Daugavpils HES, pretestība Rīgas Metro celtniecībai. Arī Maskavā VMBM saprata, ka Latvija ir pārāk nestabila filiāles organizēšanā.

Reaktors patstāvību kā LZA kodolpētniecības centrs (KPC) ieguva tikai 1992.g. FI jaunais direktors Imants Bērsone, reaktora vadība un LZA Prezidijs secināja ka finansēšanas un tehniskās grūtības būs vieglāk pārvarēt atsevišķi. Par jauno KPC direktoru 1992.g. maijā ievēlēja Antonu Lapenasu, par zinātnisko sekretāru Jāni Bērziņu un par Zinātniskās Padomes priekšsēdētāju Pēteri Prokofjevu.

Černobiļas AES avārijas seku likvidēšana, tās cēloņu izskaidrošana bija šai laikā arī viens no galveniem Latvijas kodolfiziku uzdevumiem. Prokofjevs organizēja apkārtējās vides radioaktīvo piesārņojumu monitoringu un eksporta produkcijas pārbaudi . Pēc Latvijas neatkarības iegūšanas, kad zinātnes finansēšana strauji samazinājās, Prokofjevs daudz pūļu pielika lai kodolfizikas virziens neiznīktu, lai reaktors turpinātu darbu. Viens no

galvenajiem uzdevumiem bija organizēt farmpreparātu (tehnēcijs-99m) ražošanu republikas slimnīcu vajadzībām. Jau 1992.g. P.Stradiņa slimnīca un Onkoloģiskais centrs saņēma pirmās radioaktīvā tehnēcija devas. Radiofarmpreparātu ražošanu speciāls dienests (vad. J.Malnačs) veica līdz pat reaktora apstādināšanai.

Lai palielinātu reaktora ienākumus Prokofjevs 1993.g., izmantojot pieskares kanālu, organizēja silīcija legēšanu, apstarojot ar neitroniem, Čehijas firmai ( Ā.Mieriņš, A.Popelis) Neizdevās realizēt ideju par neitronu terapijas izmantošanu onkoloģijā – pietrūka atbalsta un iespējas un reaktora liktenis jau bija nolemts ar Latvijas MK 1995.g. 16.maija lēmumu.

Par zinātniskiem sasniegumiem P.Prokofjevs vairākkārt saņēmis LZA Prezidija prēmijas (1983, 1991), F.Candera prēmiju (1996). No 1983-89.g. viņš bija FI direktora vietnieks – atomreaktora priekšnieks, par kodolreakciju laboratorijas vadītāju viņš bija no laboratorijas dibināšanas 1959.g līdz 1997.g. 1996.g. P.Prokofjevs kļuva par Valsts emeritēto zinātnieku, bet vēl aktīvi turpināja zinātnisko darbību līdz aizgāja aizsaulē. Pēdējais lielākais darbs bija P.Prokofjeva 2000. gadā izdotā biobibliogrāfija. Viņš to uzskatīja par skaistu noslēgumu un dāvanu saviem mazbērniem Ilzei, Zanei un Andrim.

1. Latvijas Zinātņu akadēmijas akadēmiķis Pēteris Prokofjevs, Rīga, 2000.

## NACIONĀLĀ DAUDZFUNKCIONĀLĀ CIKLOTRONA CENTRA IZVEIDOŠANA LATVIJĀ

**J. Bērziņš**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Ar Starptautiskās atomenerģijas komitejas atbalstu Latvijā ir paredzēts izveidot nacionālo daudzfunkcionālo ciklotrona centru. Ciklotronu C30 plānots izvietot Salaspilī, bijušā kodolreaktora teritorijā. Ciklotrona darbības uzsākšana plānota 2008. gadā.

Ciklotrons C-30 ir lādētu daļiņu paātrinātājs, ko var izmatot radioaktīvo izotopu ražošanai, dažādu starojuma veidu ietekmes uz materiāliem un procesiem pētīšanai zinātniskiem mērķiem, kā arī tehnoloģiskiem mērķiem – materiālu apstrādei ar dažāda veida starojumu.

Ciklotronam paredzēti 4 starojuma izvadkanāli, no kuriem vienlaicīgi var darboties divi. Izvadāmās starojuma plūsmas ir sekojošas: lādētas daļiņas – protoni ar enerģiju līdz 30 MeV, kas atbilst  $2 \cdot 10^{15}$  daļiņām sekundē un kūļa strāvu līdz 350  $\mu\text{A}$ , deutroni ar enerģiju līdz 15 MeV.

Ciklotronu paredzēts izmantot radiofarmpreparātu ražošanai medicīnai - īsi dzīvojošie, pozitronus starojošie izotopi ( $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  u.c.) pozitronu emisijas tomogrāfijas (PET) diagnostikas metodei un ilgi dzīvojošie izotopi ( $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{111}\text{In}$  u.c.) SPECT diagnostikas metodei.

Tiek apspriesta ciklotrona izmantošana fundamentāliem un lietišķiem pētījumiem.

## NATIONAL MULTIPURPOSE CYCLOTRON CENTER IN LATVIA

**J. Bērziņš**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The project objective is to establish a Multipurpose national cyclotron facility in Latvia with the help of IAEA. The cyclotron C30 will be installed in Salaspils in territory of shutdown nuclear reactor and its operating start is foreseen on 2008.

The cyclotron C30 as charged particle accelerator can be used for production of radioactive isotopes, scientific researches, testing of materials and technological purposes.

The cyclotron has 4 beams and produce protons with the energy 30 MeV or deuterons with the energy 15 MeV. The proton beam current is 350  $\mu\text{A}$ , which corresponds  $2 \cdot 10^{15}$  particles/s.

In terms of medical applications, the cyclotron will be used for production of short-lived positron emitting  $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  for positron emission tomography (PET) as well as SPECT radioisotopes  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{111}\text{In}$  and their corresponding radiopharmaceuticals for medical diagnostic applications.

The application of cyclotron for basic and applied research will be discussed.

**PAPLAŠINĀTI <sup>194</sup>Ir KODOLA STRUKTŪRAS PĒTĪJUMI,  
IZMANTOJOT (n,γ), (n,e-), (d,p), un (d,α) REAKCIJU DATUS**

**M.Balodis, J.Bērziņš**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Kodols <sup>194</sup>Ir tiek pētīts ar (n,γ), (n,e-), (d,p) un (d,α) reakciju spektru palīdzību. Ierosināto līmeņu shēma ir izstrādāta līdz 740 keV ierosināšanas enerģijai. Tajā ieiet apmēram 70 ierosinātie līmeņi. Līmeņu spinu vērtības ir no 0 līdz 5, pie kam negatīvās pāriības līmeņu ir apmēram trīsreiz vairāk nekā pozitīvās pāriības līmeņu. Tas saistās ar protonu (3/2<sup>+</sup>[402], 1/2<sup>+</sup>[400], 11/2<sup>-</sup>[505]) un neitronu (1/2<sup>-</sup>[510], 3/2<sup>-</sup>[512], 11/2<sup>+</sup>[615]) orbītām, kuras atbilst zemākajām ierosināšanas enerģijām pie nuklonu skaita Z=77, N=117, ņemot vērā zināmos kaimiņu kodolu eksperimentālos datus. Daļa no <sup>194</sup>Ir zemo enerģiju līmeņiem ir sakārtoti 12 rotācijas joslās.

**ENLARGED STUDY OF THE <sup>194</sup>Ir NUCLEAR STRUCTURE,  
USING THE (n,γ), (n,e<sup>-</sup>), (d,p), AND (d,α) REACTION DATA**

**M.Balodis, J.Bērziņš**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The <sup>194</sup>Ir nucleus is studied using the spectra of the (n,γ), (n,e<sup>-</sup>), (d,p), and (d,α) reactions. Level scheme is developed up to an excitation energy of 740 keV. It contains about 70 excited levels. There are spin values from 0 to 5, and a number of negative parity levels is about 3 times larger than that of positive parity levels. This fact is due to proton (3/2<sup>+</sup>[402], 1/2<sup>+</sup>[400], 11/2<sup>-</sup>[505]) and neutron (1/2<sup>-</sup>[510], 3/2<sup>-</sup>[512], 11/2<sup>+</sup>[615]) orbits, which are expected to have the lowest energies for nucleon numbers Z=77, N=117, with regard to the known experimental data from the neighbouring nuclei. Partially, the low-lying levels of <sup>194</sup>Ir are grouped into 12 rotational bands.

## ATOMKODOLU FĀZU PĀREJU PĒTĪJUMI BOZONU MIJIEDARBĪBAS MODELĪ

**A. Andrejevs, J. Tambergs**

*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūta Radiācijas fizikas laboratorija*

Bozonu mijiedarbības modeli (IBM-1) raksturo vairākas simetrijas grupas –  $U(5)$ ,  $SU(3)$ ,  $SU(3)''$ ,  $O(6)$ , kuras šī modeļa robežgadījumos atbilst noteiktai kodola formai (sfēriskai, saspiesti un izstiepti aksiāli simetriskai deformētai, triaksiālai). Veicot IBM-1 paplašinātā Kastena trijstūra varianta klasiskā enerģijas funkcionāļa  $E(N, \eta, \chi; \beta)$  precīzu analīzi pēc fāzu pāreju teorijas, tika pētīti nosacījumi uz modeļa parametriem kodolu formas izmaiņām un dažādu formu koeksistencei.

## STUDIES OF PHASE TRANSITIONS IN THE FRAMEWORK OF INTERACTING BOSON MODEL

**A. Andrejevs, J. Tambergs**

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

The interacting boson model (IBM-1) is characterized by several groups of symmetry –  $U(5)$ ,  $SU(3)$ ,  $SU(3)''$ ,  $O(6)$ , corresponding in the limiting cases of this model to the definite nuclear shape (spherical, prolate and oblate axially symmetric deformed, triaxial). The precise analysis of the extended Casten triangle version of IBM-1 for the classical energy functional  $E(N, \eta, \chi; \beta)$  has been performed according to the phase transition theory, and the conditions on model parameters for the transitions between nuclear shapes and for the coexistence between shapes has been studied.

## **GAMMA SPEKTROMETRISKO METOŽU PIELIETOJUMS LOKĀLA AUGSNES PIESĀRŅOJUMA NOVĒRTĒŠANĀ**

**D.Riekstiņa, J.Bērziņš, O.Vēveris**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu institūts*

Radioaktīvo apkārtējās augsnes piesārņojumu var konstatēt ar radiometriem, bet šajā gadījumā nevar iegūt informāciju par piesārņojošiem radionuklīdiem. To ir svarīgi zināt atsevišķo radionuklīdu atšķirīgā toksiskuma dēļ. Nevar arī veikt pētījumus par atsevišķu mākslīgo radionuklīdu migrācijas procesu augsnē, to koncentrācijām dažādā dziļumā. Šos uzdevumus sekmīgi ļauj risināt tikai gamma spektrometriskās metodes pielietojums.

Darbā analizētas un pētītas augsnes no teritorijām, kurās agrākos gados veikti darbi ar radonu un kuru tuvākās apkārtnes augsne varētu būt piesārņota ar ilgdzīvojošiem rādija Ra-226 sabrukšanas produktiem. Pētījumi veikti augšējā 0-10 cm slānī. Atsevišķās vietās, kur konstatēts piesārņojums, mērījumi tika veikti paraugiem līdz pat 4 m dziļumam. Visos paraugos konstatēti dabīgie radionuklīdi K-40, Th-232, U-238 ar saviem līdzsvarā esošiem sabrukšanas produktiem Ra-226, Bi-214 un Pb-214, bet augšējā slānī arī Cs-137 (globālais piesārņojums). Atšķirības Ra-226 un pārējo U-238 sabrukšanas produktu aktivitāšu koncentrācijās ļauj spriest par piesārņojumu ar Ra-226. Pētījumos atsevišķās vietās Ra-226 koncentrācija pārsniedza dabīgā fona līmeni līdz 100 reižu, bet dziļumā konstatēts piesārņojums līdz 3 m. Iegūtie dati dod iespēju izstrādāt pētītās teritorijas rekultivācijas stratēģiju.

## **APPLIED OF GAMMA SPECTROMETRIC METHODS FOR ESTIMATION OF LOCAL SOILS POLLUTION**

**D.Riekstina, J.Berzins, O.Veveris**  
*Institute of Solid State Physics, Latvian University*

Detection of radioactive polluted soils is carried out by radiometers, but we can't get information about individual radioactive pollutants. It's important to get such data because radionuclides have different toxicity. It's unable to study migration of individual radionuclides in soils, its concentration of various depths. Such goals to complete one's mission are carried out using gamma spectrometric methods. We have analyzed soils from territories where radon has been used in previous years and the surrounding areas may be polluted with Ra-226 and its decay products. Samples were collected in upper layer of soil (0-10 cm). In polluted places samples were collected even till 4m depth. In all the samples natural radionuclides K-40, Th-232 U-238 in equilibrium with its decay products Ra-226, Bi-214, Pb-214, but in upper layer Cs-137 (global pollution) were establish. Difference concentration of radioactivity of Ra-226 and others decay products of U-238 allow to make conclusion about pollution with Ra-226. In separate places concentration of Ra-226 exceeded natural background 100 times, pollution has been establish in the depth till 3 m. The obtain data gives possibility to work out strategy of recovering the investigated territories.



## JET ELMU LAIKA RINDU ANALĪZE

**G. Zvejnieks un V.N. Kuzovkovs**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Nākamās paaudzes tokamakos (piemēram, ITER), lai sasniegtu plānoto darbības režīmu, vēl ir jāpārvar daudzas principiālas problēmas. Viens no galvenajiem izaicinājumiem ir plazmas malā lokalizēto modu (ELMu) kontrole, kurai jānodrošina pietiekami ilgi plazmas pulsi kā arī divertora kalpošanas laiks.

Lai kontrolētu ELMus Degeling [1] izteica hipotēzi, ka ELMu rindām ir raksturīga deterministiskā haosa dinamika un tādējādi var izmantot standarta haosa kontroles metodes. Tomēr mūsu pētījumi, kuri balstās uz nelineāro auto regresīvo (NAR) metodi, ir pretrunā ar šo hipotēzi JET ELMu laika rindām. Tas nozīmē, ka ELMu uzvedībai ir relaksējošs vai gadījuma raksturs un haosa kontroles metodes nav pielietojamas. Šie secinājumi sakrīt ar mūsu iepriekšējiem rezultātiem, kas iegūti ASDEX Upgrade tokamaka laika rindām [2].

[1] A.W. Degeling, Y.R. Martin, P.E. Bak, J. B.Lister, and X. Llobet, *Plasma Phys. Control. Fusion* 43, 1671 (2001).

[2] G. Zvejnieks, V.N. Kuzovkov, O. Dumbrajs, A.W. Degeling, W. Suttrop, H. Urano, and H. Zohm, *Physics of Plasmas* 11, 5658 (2004).

## ANALYSIS OF JET ELMY TIME SERIES

**G. Zvejnieks and V.N. Kuzovkov**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Achievement of the planned operational regime in the next generation tokamaks (such as ITER) still faces principal problems. One of the main challenges is obtaining the control of edge localized modes (ELMs), which should lead to both long plasma pulse times and reasonable divertor life time.

In order to control ELMs the hypothesis was proposed by Degeling [1] that ELMs exhibit features of chaotic dynamics and thus a standard chaos control methods might be applicable. However, our findings which are based on the nonlinear autoregressive (NAR) model contradict this hypothesis for JET ELMy time-series. In turn, it means that ELM behavior is of a relaxation or random type. These conclusions coincide with our previous results obtained for ASDEX Upgrade time series [2].

[1] A.W. Degeling, Y.R. Martin, P.E. Bak, J. B.Lister, and X. Llobet, *Plasma Phys. Control. Fusion* 43, 1671 (2001).

[2] G. Zvejnieks, V.N. Kuzovkov, O. Dumbrajs, A.W. Degeling, W. Suttrop, H. Urano, and H. Zohm, *Physics of Plasmas* 11, 5658 (2004).

## ŠĶIDRA GALLIJA STRŪKLA KĀ TOKAMAKA PLAZMAS IEROBEŽOTĀJS: IEKĀRTAS IZVEIDE

**O.Lielausis, E.Platacis, A.Kļukins**  
*Latvijas Universitātes Fizikas institūts*

Projektējamajās termokodola iekārtās visvairāk slogotas būs virsmas, kas tieši vērstas pret plazmu. Tur slodžu blīvums var sasniegt  $1\text{GW}/\text{m}^2$ , izsaucot nepieļaujami intensīvus termiskos spriegumus un eroziju. Tiek piedāvāti risinājumi, kad plazma nekontaktē ar kādu cietu materiālu, bet gan ar kustībā esošu šķidru metālu. Pieņemts uzskatīt, ka zemā Z skaitļa dēļ vislabāk ar plazmu būtu savietojams šķidrums litijs. Dotajā pētījumā tiek izmantots daudz praktiskākais gallijs, kas raksturojas ar citu uzdevumam svarīgu parametru - ārkārtīgi zemu piesātināto tvaiku spiedienu.

Tokamakā ISTTOK (Portugāle,  $R=0,46\text{m}$ ;  $a=0,085\text{m}$ ;  $B_T=0,45\text{ T}$ ;  $I_p=8\text{kA}$ ) esošo metālisko plazmas ierobežotāja paredzēts aizvietot ar šķidra gallija strūklu. Strūklu veidojošo sprauslu ar pastāvīgā spiediena trauku  $1,3\text{ m}$  augstumā savieno  $1/4$  " nerūsējošā tērauda caurulīte. Gallija strūklas garuma precīzai noteikšanai  $0,7\text{m}$  augstumā izvietots plūsmas pārtraucējs ar elektrisku piedziņu. Spiedtraukā metāls tiek pacelts ar e.m.sūkni, veidotā no pastāvīgiem magnētiem. Viss kontūrs veidots tā, lai šķidrums būtu elektriski droši izolēts kā no vakuuma trauka sienām, tā no plazmas potenciāla.

## LIQUID GALLIUM JET AS A LIMITER IN TOKAMAK: DESIGN OF THE STAND

**O.Lielausis, E.Platacis, A.Kļukins**  
*Institute of Physics at University of Latvia*

Plasma facing surfaces should be considered as the most loaded components of the proposed fusion devices. Load densities (up to  $1\text{GW}/\text{m}^2$ ) would result in unacceptably high levels of thermal stresses and erosion. Solutions have been proposed when plasma is contacting not a solid material but a liquid metal in permanent motion. Usually, because of its low Z-number, lithium is considered as the most compatible with plasma. In the given research gallium is used - an essentially more convenient in practice material, outstanding by its low saturated vapor pressure.

On tokamak ISTTOK (Portugal,  $R=0.46\text{m}$ ;  $a=0.085\text{m}$ ;  $B_T=0.45\text{ T}$ ;  $I_p=8\text{ kA}$ ) it is proposed to replace the existing metallic limiter by a liquid gallium jet. The jet forming nozzle is connected with the constant pressure vessel ( at the level  $1.3\text{ m}$ ) by a  $1/4$ " SS tube. For an exact determination of the jets length on the level  $0.7\text{ m}$  an electrically controlled flow interrupting valve is installed. The metal is brought up into the pressure vessel by an e.m. pump on permanent magnets. The loop is designed in such a way that the liquid metal remains properly insulated both from the plasma vessel walls as well as from the plasma potential.

## METĀLA JONU PĒTĪJUMI KODOLU SINTĒZES PLAZMĀ IZMANTOJOT EMISIJAS SPEKTROSKOPIJU

### I. Tāle

*LU Cietvielu Fizikas Institūts*

Latvijas un Portugāles Kodolu Sintēzes Asociācijas attīsta plazmas saskāres sistēmu, izmantojot šķidra metāla limiteru. Vidējā sintēzes karstās plazmas jonu un elektronu temperatūra saskaņā ar Starptautiskā Kodolsintēzes Eksperimentālā Reaktora (ITER) projektu ir attiecīgi 8,0 keV ( $9,3 \times 10^7$  °K) un 8,9 keV ( $1,04 \times 10^8$  °K). Plazmas jonu temperatūra eksperimentālā tokomakā ISSTOK ir ievērojami mazāka -  $\sim 10^5$  °K.

Metāla atomu jonizācijas pakāpe plazmā ir atkarīga no tās jonu temperatūras. Atkarībā no tās iztvaikojušā metāla koncentrācijas noteikšanai plazmā lietderīgi pielietot divu veidu fluorescences spektroskopijas metodes. 1. Daudzkārt jonizētu metāla jonu fluorescences spektroskopija, kuri ir līdzsvara koncentrācijā pie dotās plazmas temperatūras. 2. Metāla atomu lādiņa apmaiņas spektroskopija.

Metāla limitera koncepcijas pārbaudei tokomakā ISSTOK izveidota iekārta lādiņa apmaiņas spektroskopijai, kura nodrošina fluorescences intensitātes noteikšanu uz plazmas nepārtrauktā starojuma un izkliedētās gaismas fona, kā arī vairāku spektrālo līniju vienlaicīgu mērīšanu dažādos plazmas šķēļumos.

## INVESTIGATION OF METAL IONS IN FUSION PLASMAS USING EMISSION SPECTROSCOPY

### I. Tale

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

The Latvian and Portugal Associations are performing development of advanced plasma – facing system using the liquid metal limiter. The objectives of this project require study of the influence of the liquid metal limiter on the main plasma parameters, including concentration of evaporated metal atoms in plasma.

The fusion plasmas are related to the dense hot plasmas. The required average ion temperature according to the ITER project (International Thermonuclear Experimental Reactor) is 8,0 keV ( $9,3 \times 10^7$  °K), the average electron temperature – 8,9 keV ( $1,04 \times 10^8$  °K). Plasma temperature operated in the research tokamak ISSTOK, involved in testing of liquid metal limiter concept is considerably less, being of order of  $10^5$  °K.

The ionization degree of metal atoms considerably depends on the plasma ion temperature. Density of metal vapours in plasma can be estimated using the following two spectroscopic methods:

The fluorescence of the multiple ionised metal ions in steady state concentration;

The charge exchange emission during ionisation of evaporated metal ions.

In the first step of development of testing system of metal vapours the equipment and instrumentation for charge exchange spectroscopy of Ga and In has been elaborated taking into account the following features of plasma emission. The Ga emission lines occur on the background high temperature plasma black body emission and stray light. Radial distribution of Ga in plasma in the facing plane of Ga flux is desirable.

## SVINA-LITĪJA KONTŪRS KOROZIJAS PĒTĪŠANAI MAGNĒTISKĀ LAUKĀ

**I.Bucenijs, E.Platacis, A.Šiško**  
*Latvijas Universitātes Fizikas Institūts*

Latvijas Universitātes Fizikas Institūtā izprojektēts un izgatavots specifisks PbLi kontūrs lai veiktu ilgstošus eksperimentus (trīs sērijas pa 2000 stundām katra) un novērtētu magnētiskā lauka ietekmi uz tērauda EUROFER korozijas procesiem PbLi sakausējuma plūsmā. Eksperimenti tiek veikti speciālajā eksperimentālajā boksā kas paredzēts darbam ar šķidriem metāliem pie relatīvi augstām temperatūram. Eksperimentālās iekārtas galvenie parametri ir sekojošie: darba temperatūra test-sekcijā, kurā ir izvietoti pētāmie paraugi, tiek uzturēta pie 550<sup>0</sup>C, PbLi sakausējuma plūsmas vidējais ātrums tiek uzturēts 5 cm/s, magnētiskā lauka intensitāte test-sekcijā ir 1.7 Teslas.

Korozijas kontūrs sastāv no zemās temperatūras daļas (aptuveni 350<sup>0</sup>C) un augstas temperatūras daļas (aptuveni 550<sup>0</sup>C) un ietver sevī šādus galvenos funkcionālos mezglus: elektromagnētiskais indukcijas sūknis (darbības princips balstās uz rotējošiem pastāvīgiem magnētiem), elektromagnētiskais kondukcijas caurteces mērītājs, siltummainis, izplēšanās bāka, korozijas produktu uztvērējs, PbLi sakausējuma galvenā tvertne, sildītāji, eksperimentālā test-sekcija (ar nomaināmiem pētāmiem EUROFER tērauda paraugiem) un elektromagnēts (starp kura poliem ir izvietota test-sekcija ar paraugiem).

Eksperimentu sākuma stādijā (kas ilga 100 stundas) tika parbaudīta visu minēto mezglu darbaspēja un iespēja regulēt un uzturēt vajadzīgos darba parametrus ilgstošās eksperimentu sērijās. Patreiz tiek pabeigta pirmā 2000 stundu gara eksperimentālā sērija. Nākošā 2000 stundu gara eksperimentālā sērija tiks sākta tiklīdz būs izpētīti pirmās eksperimentālās sērijas korodējošie paraugi un tiks novērtēta magnētiskā lauka iedarbība uz korozijas procesiem.

## Pb-17Li LOOP FOR INVESTIGATION OF CORROSION IN MAGNETIC FIELD

**I.Bucenijs, E.Platacis, A.Shishko**  
*Institute of Physics of University of Latvia (IPUL),*  
*Fax: (371)7901214; e-mail: [imants@sal.lv](mailto:imants@sal.lv)*

Specific Pb-17Li loop have been constructed and fabricated at IPUL for long run experiments (three sessions each 2000 hours long) for assessment of magnetic field effects on EUROFER corrosion in Pb-17Li flow. Experiments in accordance will be carried out at IPUL (Latvia, Salaspils) in special experimental box. Main parameters of the experimental facility are following: operating temperature in the test section 550<sup>0</sup>C; velocity of Pb-17Li melt in test section 5 cm/s; intensity of magnetic field 1.7 Tesla.

The main components of experimental facility include following units: loop assembly consisting of cold (operating temperature about 350<sup>0</sup>C) and hot parts (operating temperature about 550<sup>0</sup>C); electromagnetic induction pump on permanent magnets; electromagnetic conductive flow meter; heat exchanger; cold trap; expansion tank; supply and storage container; heaters; test section (with removable and rechargeable EUROFER steel test samples) and electromagnet, between poles of which the test section is located.

The first 100 hours long run tests session of facility have been carried out and experimental results demonstrated reliable operability of all its components needed for adjusting and keeping the parameters at following long run experiments. Now the first 2000 hours long experimental session is finished. The next 2000 hours long experimental session will be started as soon as corroded samples from first session will be investigated and the influence of magnetic field on corrosion process will be evaluated.

## ELEKTROMAGNĒTISKO SŪKŅU SISTĒMA ATSKALDĪTO NEITRONU IEKĀRTĀS

**S. Dementjevs, S. Ivanovs, E. Platacis, A.Ziks**

*Latvijas Universitātes Fizikas institūts*

Radioaktīvo atkritumu pārveidošana ir perspektīva un visā pasaulē izstrādājama tehnoloģija augsta līmeņa radioaktivitātes atkritumu pārstrādāšanai, kuri rodas atomelektrostaciju darbības rezultātā, lai mazinātu to daudzumu un dzīves ilgumu. Plutonijs, sekundārie aktinīdi un ilgstoši sabrūkošie produkti var tikt pārstrādāti sistēmās ar paātrinātāju izmantošanu - ASD (Acceleration Driven System). Galvenais mezgls ASD sistēmā ir atskaldīšanas mērķis, kurā izmanto smago šķidro metālu – svinu vai svina bismuta sakausējumu – kā materiālu radioaktīvai pārstrādāšanai, kā arī vienlaicīgi izmantojot to kā siltumnesēju. Šķidrā metāla cirkulāciju atskaldīšanas mērķī jānodrošina elektromagnētisko sūkņu sistēmai (EMPs), kura ir viena no svarīgākajām tās komponentēm.

Elektromagnētisko sūkņu sistēma (EMPs) izstrādāta, izgatavota un pārbaudīta Fizikas institūtā „MEGAPIE” projekta ietvaros. Sistēmas galvenais uzdevums ir nodrošināt svina-bismuta sakausējuma cirkulāciju starp protona kūļa ieeju mērķī un siltummaiņi. Tās darba resursam jābūt ne mazākam kā 10 000 stundas, pie tam sevišķi smagos darba apstākļos – augsta temperatūra (310 - 400 °C), radiācija, magnētiskais lauks, mehāniskie spriegumi. Lai nodrošinātu šīs prasības, tika izstrādāta speciāla sūkņu aprēķinu metode, optimizēti parametri un iekārta pārbaudīta uz speciāla stenda.

Referāta ir izskatīts:

1. EMPs projekta koncepcija;
2. EMPs elektromagnētisko un termohidraulisko parametru aprēķins;
3. EMPs īpašā tehnoloģija;
4. EMPs galveno parametru pārbaude uz stenda un doti tās galvenie parametri.

## ELECTROMAGNETIC PUMP SYSTEM FOR NEUTRON SPALLATION SOURCE

**S.Dementjevs, S.Ivanovs, E.Platacis, A.Ziks**

*Institute of Physics University of Latvia*

Transmutation is a promising and feasible technology world-wide for significantly reducing the amount, and thereby, the long-term radiotoxicity of highly radioactive waste produced by the operation of nuclear power plants such as light water reactors. Plutonium, minor actinides and long-lived fission products can be transmuted in an Accelerator Driven System (ADS). A key component of an ADS is the spallation target which uses the heavy liquid metal lead (Pb) or lead-bismuth eutectic (Pb-Bi) both as spallation material and as coolant. Such a heavy liquid metal (HLM) spallation target has never been tested before. The objectives of the MEGAPIE-TEST Project are to develop, improve and validate expertise, knowledge and experience about the design and the operation of a HLM spallation target and to verify its feasibility under realistic operating conditions.

Electromagnetic Pumps System (EMPS) for MEGAPIE target was developed, built and tested during recent two years in the frame of MEGAPIE-TEST Project (MEGAWatt Pilot Experiment – TESTing).

The system maintains lead bismuth eutectic (LBE) flow between MEGAPIE target's heat exchanger and beam entrance window to ensure thermal power evacuation. Development of EMPS able to operate under the target conditions during minimum 10.000 hours is not trivial task because operating conditions of the EMPS (high temperature, irradiation, magnetic field, mechanical stresses) apply strong restrictions on structural and active material.

Problem solving requires development of original procedure of the EMPS calculation for optimization of design and technology as well as comprehensive testing of the system.

Following issues are considered in the presentation:

Procedure and basic results of the EMPS electrostatics and thermohydraulic calculation.

Conceptual design of the EMPS

Technological features of the system

Procedures and basic results of technological tests

## TRITIJA UZKRĀŠANĀS UN IZDALĪŠANĀS NO METĀLISKA BERILIJA (EKSPERIMENTS „BERYLLIUM”)

Gunta Ķizāne<sup>1</sup>, Juris Tīliks<sup>1</sup>, Aigars Vītiņš<sup>1,2</sup>, Elīna Kolodinska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes Cietvielu radiācijas ķīmijas laboratorija

<sup>2</sup> Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Berilija uzdevums nākotnes kodolsintēzes reaktora blanketa zonā ir neitronu pavairošana. Kodolreakciju rezultātā Be veidojas He un T, kuri uzkrājas gan metālisko graudu tilpumā, gan gāzes mikropūslīšos uz starpgraudu virsmas. T un He izdalīšanās no Be lodītēm sākas tikai pie 800-900 K, pilnīga izdalīšanās dzesēšanas gāzē (He) notiek tikai pie Be kušanas temperatūras (1557 K). Tādā kārtā pie blanketa zonas darba temperatūras (900-1000 K) ievērojams T un He daudzums uzkrāsies Be mikrolođītēs, izsauks to palielināšanos, radīs radiācijas bīstamību gan nekontrolējamās temperatūras paaugstināšanas gadījumā, gan uzglabājot izlietos blanketa modulūsus. Dotajā darbā novērtēta spēcīga magnētiskā lauka (ML) ietekme uz T izdalīšanos no Be lodītēm blanketa darba temperatūras apgabalā. Eksperimentos tika izmantotas Be lodītes ( $\varnothing \approx 2$  mm), kuras bija apstarotas 1994.g. BERYLLIUM eksperimentā HFR reaktorā Pettenā pie 790 K ar ātrajiem neitroniem, fluence  $1,0-1,24 \cdot 10^{25}$  n·m<sup>-2</sup>. Eksperimenta veikšanas brīdī T saturs bija 8 appm jeb 1 GBq·g<sup>-1</sup>. Be lodītes tika atdedzinātas gan lineārās izvērses ( $\beta=5$  K·min<sup>-1</sup>), gan izotermiskajā režīmā (1023-1123 K), gan bez, gan ar ML (2,35 T). Izdalītais T tika mērīts ar gāzu caurplūdes skaitītāju TMH 2, aizturētais – pēc lodītes izšķīdināšanas akceptoru šķīdumā kinētiskajā režīmā. Galvenie rezultāti: T lokalizācijas forma Be lodītēs ir T<sup>0</sup> un T<sub>2</sub>, lādēto formu saturs (T<sup>+</sup> vai T<sup>-</sup>) nepārsniedz 3-5%, un to neietekmē ML klātbūtne atdedzināšanas procesā. Ap 80% T lokalizēti lodītes centrālajā daļā (50% no  $\varnothing$ ). Atdedzināšana ML neietekmē T sadalījumu lodītē. Atdedzinot Be lodīti līdz 1123 K bez ML, izdalās (15±3)% T, bet, atdedzinot ML 2,35 T, – tikai (8±3)%. Iespējamā ML aizture varētu būt saistīta ar atomārā T dimerizāciju.

## TRITIUM RETENTION AND RELEASE FROM BERYLLIUM METAL (THE BERYLLIUM EXPERIMENT)

Gunta Ķizāne<sup>1</sup>, Juris Tīliks<sup>1</sup>, Aigars Vītiņš<sup>1,2</sup>, Elīna Kolodinska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Solid State Radiation Chemistry, University of Latvia

<sup>2</sup> Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The beryllium function in the blanket zone of a fusion reactor in future is neutron multiplication. He and T form in Be as a result of nuclear reactions. He and T accumulate both in the metal grain volume and into gas bubbles on grain boundaries. T and He release from Be pebbles starts only at 800-900 K, the release into the cooling gas (He) completes only at the Be melting point (1557 K). Therefore, a considerable T and He accumulation will take place in the Be pebbles at the operating temperature (900-1000 K) of the blanket zone. The T and He accumulation causes swelling of the Be pebbles, the radiation hazard both at uncontrolled increase of temperature and at keeping of used up blanket modules. In this study, an effect of intense magnetic field (MF) on the T release from the Be pebbles in a range of the blanket operating temperatures was evaluated. The Be pebbles ( $\varnothing \approx 2$  mm) irradiated at 790 K by fast neutrons, the fluence  $1.0-1.24 \cdot 10^{25}$  n·m<sup>-2</sup>, in 1994 in the BERYLLIUM experiment in HFR in Petten. The T content of the Be pebbles was 8 appm (1 GBq·g<sup>-1</sup>) in our experiments. Be pebbles were annealed both at a constant rate of temperature ( $\beta=5$  K·min<sup>-1</sup>) and at a constant temperature (1023-1123 K) both without and in MF 2.35 T. The released T was measured by means of a gas-flow counter TMH 2, the retained T – after the dissolution of the pebble in solution of scavengers in the kinetic regime. The main results: T in the Be pebbles is localised as T<sup>0</sup> and T<sub>2</sub>, the abundance ratio of the charged forms T<sup>+</sup> or T<sup>-</sup> does not exceed 3-5% and is not affected by ML at the annealing. About 80% of T are localised in an inner part of the pebble (50% of  $\varnothing$ ). The annealing in MF does not affect the T distribution in the pebble. Annealing the Be pebble to 1123 K without MF, (15±3)% T release, but in MF – only (8±3)%. The delaying MF effect could be related to dimerization of atomic T.

## TRITIJA ATRAŽOŠANAS PROBLĒMAS KODOLTERMISKAJĀS IEKĀRTĀS

**Juris Tīliks<sup>1</sup>, Gunta Ķizāne<sup>1</sup>, Aigars Vītiņš<sup>1,2</sup>, Juris Tīliks jun.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes Cietvielu radiācijas ķīmijas laboratorija*

<sup>2</sup> *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Tritija (T) pašatzaošana kļūs aktuāla tikai DEMO un PROTO tipa kodolsintēzes reaktoros ap 2030.g., jo ITER reaktors strādās ar pievesto tritiju. Pašreiz EFDA programmu ietvaros ir izstrādāti dažādi blanketa moduļi gan šķidrā metāla (HCLL), gan cieto keramisko materiālu (HCPB) izmantošanai tritija atražošanā, kurus paredzēts pārbaudīt ITER apstākļos. Kaut arī šie moduļi tiek testēti lielu neitronu plūsmu kodoldalīšanās reaktoros (piemēram, HFR), apstākļos, kas līdzīgi kodolsintēzes reaktoru darba apstākļiem, tomēr viena parametra – spēcīga magnētiskā lauka (ML) ietekmi uz T atražošanu tur nevar pārbaudīt. Reālos apstākļos ML intensitāte blanketā sasniegs 6-10 T, un līdz šim tehnikā nav piemēru vienlaicīgai augstu temperatūru (līdz 900 °C), intensīva neitronu starojuma (līdz  $10^{19}$  n·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>) un šādas intensitātes ML iedarbībai. ML ietekme uz T atražošanu izpaužas pastiprinātā litijsaturošo keramisko materiālu radiolīzē, tritija aizturē keramisko graudu tilpumā, tritija izdalīšanās samazināšanās no berilija lodītēm, savstarpējās korozijas veicināšanās starp keramiskajām mikroloidiem un konstrukciju metālu. Līdz šim nav pētīta ML ietekme uz T hemodesorcijas un izotopu apmaiņas reakciju kinētiku uz keramisko mikroloidi virsmas, T difūziju caur metālu vai tā aizsargslāni, T sorbciju un desorbciju dažādos materiālos, sevišķi pirmās sienas un divertora materiālos. Darbā analizēti jau eksperimentāli novērotie ML ietekmes efekti uz T atražošanu blanketā, kā arī novērtēta ML iespējamā ietekme uz citiem materiāliem un fizikāli-ķīmiskiem procesiem blanketā.

## PROBLEMS OF TRITIUM BREEDING IN FUSION FACILITIES

**Juris Tīliks<sup>1</sup>, Gunta Ķizāne<sup>1</sup>, Aigars Vītiņš<sup>1,2</sup>, Juris Tīliks jr.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Laboratory of Solid State Radiation Chemistry, University of Latvia*

<sup>2</sup> *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Tritium (T) breeding will become topical only in fusion reactors of the DEMO and PROTO kinds in about 2030 because the ITER reactor will operate with supplied tritium. At present, different kinds of blanket modules both for liquid metal (HCLL) and ceramic (HCPB) breeders have been developed in the frame of EFDA programmes. It is envisaged to test the blanket modules under the ITER conditions. Though the blanket modules are tested in high neutron flux fission reactors (e.g. HFR) under the conditions that are similar to the operating conditions of fusion reactors, the effect of one parameter – an intense magnetic field (MF) on the tritium breeding cannot be tested there. Under the real operating conditions, the MF intensity will be 6-10 T. Up to now in technics, there has not been any example of the simultaneous action of high temperatures (up to 900 °C), an intense neutron radiation (up to  $10^{19}$  n·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>) and the MF of 6-10 T. MF effects on the tritium breeding become apparent as facilitated radiolysis of lithium-containing ceramics, tritium detention in the volume of ceramic grains, decrease in the tritium release from beryllium pebbles, facilitation of the mutual corrosion between ceramic pebbles and structural metal. MF effects on the kinetics of T chemidesorption and isotopic exchange reactions on the surface of ceramic pebbles, the T diffusion through metal or its protective layer, T sorption or desorption in various materials, particularly in the materials of the first wall and divertor, have not been studied up to now. The MF effects on the tritium breeding in the blanket that have been already observed experimentally are analysed in this study. The possible MF effects on other materials and physicochemical processes in the blanket are evaluated.

**PIELIETOJUMI: JAUNAS  
IEKĀRTAS UN IZMANTOŠANAS  
PERSPEKTĪVAS**



## **BEZSVINA LODĒŠANAS KVALITĀTES LABORATORIJA, TĀS PAŠREIZĒJĀS IESPĒJAS UN VAJADZĪBAS**

**Ē. Pentjušs, G. Bajārs, A. Vītiņš, A. Lūsis**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Ar EC WEEE direktīvu, kura paredz ar 2006. g. jūliju lietot elektronikā bezsvina lodēšanu, kā arī ar Japānas vēlmi to darīt jau ātrāk, bez svina lodēšana paliek aktuāla visā pasaulē. Lai palīdzētu vietējiem maziem un vidējiem uzņēmumiem izmainīt tehnoloģiju, kā arī risināt ar to saistītās problēmas, 6.IP projekts „GreenRoSE” paredz izveidot bez svina lodēšanas kvalitātes laboratoriju. Ņemot vērā ar to saistītos lielos izdevumus, laboratorija tiek dalīta starp Varšavas Tele un Radio pētniecisko institūtu (Polija, bāzes laboratorija) un Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtu, izmantojot abu institūtu un, varbūt, arī citu organizāciju aparāturu. Pārejas laika posmā uz bez svina tehnoloģijām laboratorijai paredzēts atbalsts no ES (projekta „GreenRoSE” ietvaros). Tās darbību tālākā nākotnē varētu noteikt praktiska vajadzība pēc šādas laboratorijas. Nepieciešamības gadījumā tā varētu kļūt par nozares laboratoriju.

Pašreiz galvenais mērķis ir apzināties risināmos uzdevumus un nepieciešamās aparatūras pieejamību, standartu izvēli un mācīties. Procesā paredzēts informatīvais un apmācības atbalsts no ES sadarbības partneriem.

## **LEAD-FREE SOLDERING QUALITY LABORATORY-CURRENT RESOURCES AND REQUIREMENTS**

**Ē. Pentjušs, G. Bajārs, A. Vītiņš, A. Lūsis**  
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

With EC WEEE directive now mandating a phase out of lead in electronics soldering by July 2006 and Japan's efforts to do the same even sooner, lead-free is rapidly taking on momentum around the world. In order to help the local small and medium enterprises to change the technologies and solve associated problems, In FP6 project “GreenRoSE” foreseen to set up soldering quality laboratory. To take into consideration the great expenses, at the beginning the laboratory will be located in Tele and Radio Research institute (ITR, Poland) and Institute of Solid State Physics (ISSP, Latvia) using equipment of both institutes and may be equipment of other organizations. During transition time to lead-free soldering there is supported by project “GreenRoSE”. In the later time the laboratory activities depend on needs of industry such services. If it will be necessary, the laboratory may be becomes as branch laboratory.

Now the main aim is to be aware the solving tasks, available equipment, the choosing of standards and learning. In process there is envisaged an informative and training support from ES partners.

## BEZSVINA LODĒŠANAS KVALITĀTES PROBLĒMAS ELEKTRONIKĀ

**A.Lūsis, G.Bajārs, Ē.Pentjušs, A.Vītiņš**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pēdējos gados Eiropā ir augusi interese par bezsvina lodēšanu, ko nosaka likumdošana, kas ievērojami ierobežo svina lietošanu elektronikā no 2006.gada jūlija. Tomēr bezsvina sakausējumu (SnAgCu, SnCuNi, SnCu) kušanas temperatūras ir 30-40°C augstākas nekā tradicionālajai Sn63Pb37 eitektikai ( $T_{\text{kus}} \sim 183^{\circ}\text{C}$ ). Arī bezsvina lodēšanas pastu pārkausēšanas maksimumu temperatūras pieaug par 30-40°C, kas daudzus tradicionālos materiālus, komponentus, tehnoloģiskos procesus un iekārtas padara neizmantojamus bezsvina elektronikā. Jaunu materiālu izmantošana un augstākas kušanas temperatūras rada dažādas lodējumu kvalitātes un drošības problēmas. Viena no tām ir virsmas slāpinašana. Bezsvina sakausējumiem ir ievērojami augstāks virsmas spraigums nekā SnPb, tādēļ virsmas slāpinašana ir ievērojami lēnāka. Kritiska problēma, īpaši lodēšanā ar vilni, ir lielākas temperatūras izmaiņu amplitūdas izraisītā elektriski vadošo ceļiņu pacelšanās un atrašanās no pamata plates. Papildus problēma ir bezsvina lodēšanas materiālu augstāka cena. Tīras alvas lietošana, kas ir ekonomiska alternatīva SnPb sakausējumam, bieži rada defektus elektronikā Sn adatu augšanas dēļ. Līdz ar to ir jāpilnveido lodējumu kvalitātes un drošības metodes, izstrādājot jaunus standarta kritērijus gan vizuālai un rentgenstaru kontrolei, gan bezsvina lodējumu drošības testiem.

## LEAD FREE SOLDERING QUALITY PROBLEMS IN ELECTRONICS

**A.Lūsis, G.Bajārs, Ē.Pentjušs, A.Vītiņš**  
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

There is a growing interest in lead-free soldering in Europe mainly driven by forthcoming legislation banning the use of lead solders in electronics by July 2006. Currently the most favoured alloys (SnAgCu, SnCuNi, SnCu) to replace tin/lead solders all have 30-40°C higher melting temperature than the traditional Sn63Pb37 eutectic alloy. Therefore in general lead-free solder pastes recommend a peak temperature range 30-40°C higher as compared to Sn/Pb solder. Due to the higher reflow peak temperature the use of some materials, components, technological processes and equipment may not be feasible for Pb-free assembly. The use of new materials and higher reflow temperatures in Pb-free soldering processes causes various problems on solder joint quality and reliability. One of them is wetting behaviour. The surface tension of the lead free alloys is significantly higher than Sn/Pb therefore they wet more slowly than Sn/Pb alloys at any temperature. Critical problems, especially in the case of wave soldering, are associated with fillet lifting due to the larger temperature change during the process. Additional problem is the higher cost of lead-free soldering materials. The use of pure tin finishes as an economical lead-free plating option has the threat of failure due to tin whiskering. Methods for solder joint quality control should be modified including standard criteria formulation for visual and X-ray inspection methods as well as reliability tests should be improved.

## SENSORU ATJAUNOŠANĀS LAIKA SAMAZINĀŠANĀS IESPĒJU PĒTĪJUMI

**Jūlija Hodakovska, Jānis Kleperis**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Veidojot gāzu sensorus, tie parasti tiek iecerēti kā optimālas ierīces individuālu gāzu reģistrēšanai, bet parasti ir virkne problēmu, kuras neizdodas atrisināt konkrētajā ierīcē. Tas attiecas arī uz sensora atsaucē kinētiskajiem parametriem – signāla uzaugšanas laiku, aktīvajai gāzei parādīties, un signāla dzišanas laiku, aktīvajai gāzei pazūdēt. Sensora atsaucē kinētiskos parametrus ietekmē dažādi faktori, kā, piemēram, sensora novecošana, aktīvās gāzes hemisorbcija uz sensora virsmas, dažādu citu gāzu klātesamība, kuras arī aktivē sensora virsmu, un sensora ekspluatācijas režīmi.

Ķīmiskajiem gāzu sensoriem, kur pretestības izmaiņa aktīvās gāzes klātbūtnē ir jutības cēlonis, signāla uzaugšanas laiks parasti ir sāks par signāla dzišanas laiku. Cēlonis tam ir dažādu, arī aktīvās gāzes molekulu adsorbēcija uz sensora materiāla virsmas katalītiski aktīvajās vietās, piesaistot lādiņnesējus no materiāla (kas parasti ir n- vai p- tipa pusvadītājs).

Lai samazinātu sensora signāla dzišanas laiku, mēs pielietojām dažādas virsmas aktivācijas metodes. Tādā veidā var uzlabot rezultātu atkārtojamību, kā arī samazināt vienam mērījumam nepieciešamo laiku. Rūpnieciskais TGS 822 sensors (alvas oksīda materiāls) tika izmantots kā paraugs. Pirmajā eksperimentā sensora virsma tika aktivēta ar gaismu, izmantojot dažādus avotus. Otrajā eksperimentā, kas vēl tikai ielānots, tiks izmantota dzirksteļizlāde starp diviem elektrodiem, kuri ievadīti slēgtā sensora vai sensoru matricas kamerā. Šai iedarbībai ir paredzami divi efekti – gaisma no dzirksteles veicinās uz sensora virsmas adsorbēto molekulu desorbēciju, bet izlādē radītais ozons izreagēs ar kamerā palikušajām piemaisījumu molekulām (eksperimentu jāveic tikai skābekļa atmosfērā).

## RESEARCHES OF THE SENSOR RECOVERY TIME REDUCTION FACILITIES

**Jūlija Hodakovska, Jānis Kleperis**

*Institute of Solid State Physics of University of Latvia*

Gas sensors are designed to provide optimum performance for each individual gas, but typically there are number of shortcuts and limitations as a result of compromises between needs and possibilities. Sensor rise and fall times are affected by many factors, including age, chemisorption, cumulative exposure to target gas and interfering gases, and maintenance.

The recovery time for chemical gas sensors based on resistivity changes is longer than the response one. That means, that the adsorption of the gas molecules on the surface of sensor layer (semiconducting metal oxide, chalcogenide or another material) can be a strong chemisorption process. It can lead to the formation of the covalent chemical bonds, namely strong p-bonds in which the holes captured by adsorbed molecules participates.

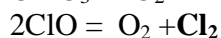
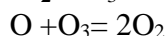
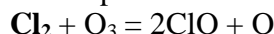
Our idea is to used different surface activation methods to destroy chemisorbed gas layer and reach faster recovery of sensor. First method we used was an activation of the surface of gas sensing layer with light using different light sources. Commercial TGS 822 sensor was used as sample in experiments. In this case SnO<sub>2</sub> semiconductor with thin catalyst layer is the gas sensitive material and only short wavelength light showed impact on sensor recovery time. Another method was designed for closed chambers of sensors and/or sensor arrays, using two additional electrodes for spark ignition. There were two effects during spark ignition in sensor chamber when recovery process is activated (only in atmosphere containing air) – light produced can desorb captured gas molecules, and ozone generated can destroy volatile compounds in the chamber (left after exposition of sensor to the test gas).

## CL<sub>2</sub>, NO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> PIEMAIŠĪJUMU REGISTRĒŠANA GAISĀ, IZMANTOJOT OZONU KĀ LAKMUSA PAPIĀRU

**Vladimirs Vorohobovs, Jānis Kleperis**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Plaši zināms, ka dažas vielas reaģē ar ozonu, bet maz zināms, ka ozonu var izmantot dažādu piemaisījumu ar ārkārtīgi mazu koncentrāciju noteikšanai gaisā. Izveidots mazs ozona ģenerators, kura ģenerēto ozonu kopā ar piesārņoto gaisu ievada noslēgtā tilpumā. Ja piesārņotājviela ir, piemēram, hlors, tad tas ātri iznīcina ozonu. Notiekošo procesu var aprakstīt ar reakciju ķēdi:



Tādas reakcijas var atkārtoties daudzas reizes, un šajās reakcijās hlors faktiski strādā kā katalizators. Tas nozīmē, ka viena hlora molekula var mijiedarboties ar daudzām ozona molekulām un iznīcināt tās. Līdz ar to lielas izmaiņas ozona koncentrācijā saistāmas ar nelielām hlora koncentrācijām.

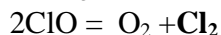
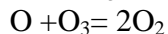
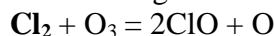
Tāpēc jutība šai metodei ir daudzkārt lielāka, nekā daudzām citām metodēm. Paliestošā ozona daudzums tiek izmērīts ar ozona sensoru, kurš ir izveidots mūsu laboratorijā. Līdzīgās katalizatora īpašības ir arī NO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un , var būt, citām gaisa piesārņotājvielām, kas dod iespēju reģistrēt arī tās.

## AIR POLLUTANTS (Cl<sub>2</sub>, NO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) REGISTRATION USING OZONE AS TESTING REAGENT

**Vladimirs Vorohobovs, Jānis Kleperis**

*Institute of Solid State Physics of University of Latvia*

It is well known, that many gases can react with ozone, but it is new idea – to use ozone to register some extremely small concentrations of some air pollutants. Small ozone generator was made, which generates ozone. Atmospheric air and ozone mixture was gathered in the bottle. If, for example, the air pollutant is chlorine, it quickly disintegrates ozone following next reaction chain:



This reaction repeats many billions times. In fact chlorine (polluting substance) is working as a catalyst. It means, that one chlorine molecule can interact with billions ozone molecules and destroy them. That is why large change of ozone concentration depends from small chlorine concentrations.

That is why sensitivity of this method is much better, then many other methods. Ozone sensor measures the residual ozone quantity, and this sensor is made in our laboratory. The same catalyst properties has also NO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> , and may be some other dangerous air pollutants. So, we can register also them, using this method.

## **ĒKU IKMĒNEŠA ENERGOBILANCES ANALĪZE AR MĒRĶI UZLABOT TO ENERGOEFEKTĪVITĀTI**

**U.Kanders, J.Kļaviņš**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pēdējo 5 gadu pētījumi parāda, ka siltuma enerģija centralizētās apkures vajadzībām Rīgas pilsētā sastāda ap 40% no visas patērētājiem piegādātās enerģijas, kas 2 reizes pārsniedz patērēto elektroenerģiju. Bez tam būtiska daļa - ap 15% no primārajiem energoresursiem tiek papildus pārvērsti siltuma enerģijā decentralizētās apkures vajadzībām. Tādējādi ēku apkures sektors ir plašākais darba lauks dažādu energoefektivitātes un taupīšanas pasākumu realizēšanai. Optimāla siltuma enerģijas izmantošana ēku apkures vajadzībām ir sadalāma 3 etapos - primāro energoresursu pārvēršana siltuma enerģijā, pārvade līdz patērētājam un siltuma galīgā izmantošana. Atbilstoši šajās jomās potenciāli sasniedzamo energoefektivitāti strukturāli sastāda attiecīgi 22% - siltuma ražošanā, 31% siltuma pārvadē un 47% siltuma izmantošanā. Zemāk tiek aplūkota pēdējā no tām.

Dzīvojamās un sabiedriskās ēkas ir lielākie siltuma enerģijas patērētāji. Dažādi mērījumi un novērtējumi ir parādījuši, ka telpu apkurei tiek patērēti ap 65% no visas piegādātās siltuma enerģijas. Tādējādi ēkas ārējo termiskā siltuma pretestība un ēku ventilācijas sistēmas stāvoklis vistiešākā veidā ir saistīti ar ēkas energoefektivitātes uzlabošanas pasākumiem. Viegli saprotams, ka ļoti svarīgi ir palielināt ēkas ārējo dažādu būvkonstrukciju termālo pretestību.

Tika izveidota vienkārša aprēķinu programma uz MS Excel bāzes, lai novērtētu siltumu zudumus caur ēku ārējo būvkonstrukcijām, kas ļauj aprēķināt ietaupīto siltuma enerģiju caur dažādiem ārējo būvelementiem atkarībā no siltumu izolējošā slāņa fizikālajām īpašībām. Tādējādi ir iespējams aprēķināt ietaupīto siltuma enerģiju gada laikā un novērtēt materiālu un darba izdevumu atmaksāšanās periodu saistībā ar attiecīgā būvelementa uzlabošanu vai nomaiņu. Rezultātā ir iespējams sarindot dažādus energoefektivitātes pasākumus atkarībā no atmaksāšanās perioda ilguma.

## **ANALYSIS OF MONTHLY ENERGY USE OF BUILDINGS IN ORDER TO IMPROVE THEIR ENERGY EFFICIENCY**

**U.Kanders, J.Kļaviņš**

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

In the last 5 years the thermal energy for a centralised district heating shares about 40% in the final energy consumption in the case of the city Riga and exceeds twice that of electricity. Besides a substantial share of the remaining final energy consumption relates to conversion of primary energy resources into thermal energy at decentralised systems reaching additional 15% of total end-use energy. Therefore thermal energy sector is major area for energy efficiency improvements. The structure of achievable energy efficiency potential consists from 3 parts: 22% - in generation, 31% - in transmission and 47% - in consumption. Below we consider the last part only.

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. The using of the thermal insulation for the building envelope and the improvement of the heating and ventilation systems are an enormous potential for energy savings. One of most important task is increasing of thermal resistance values for various building constructions.

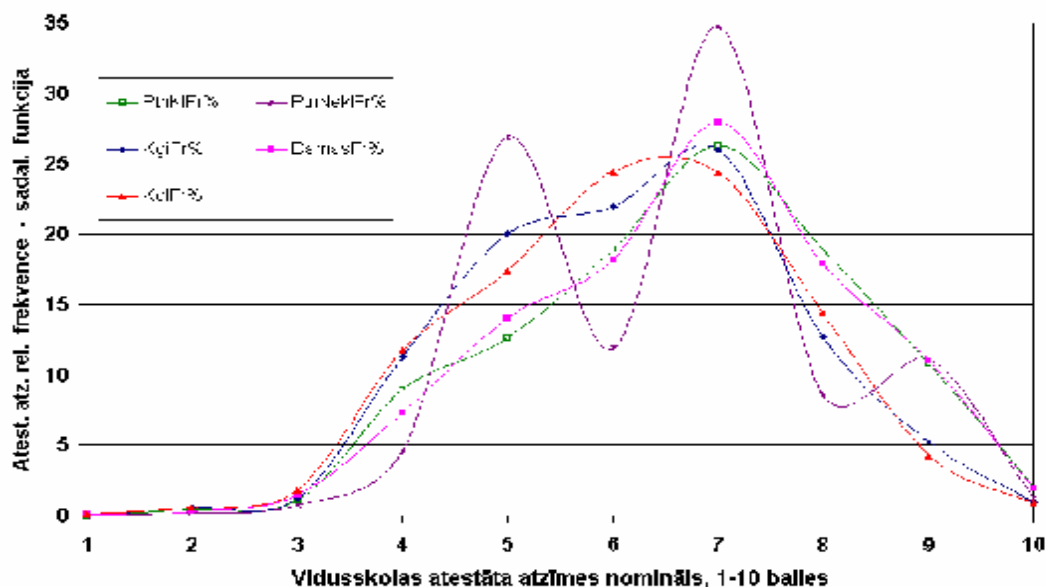
A simple Excel program is developed for calculation heat loses through the buildings envelopes. It calculates the saved heat energy in the residential and public houses depending on the construction of thermal isolation layer on the outside walls. This program calculates saved heat energy during the year and the corresponding payback period of expenses for isolation materials and work. By help of this calculation program it is possible to recommend sequence of energy efficiency measures.

## **NEKLĀTIENES STUDENTU AKADĒMISKO SASNIEGUMU PEDAGOĢISKĀ TRIPLETA FENOMENS**

**U.Kanders, J.Kļaviņš**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pētījumā izmantoti Latvijas Policijas akadēmijas Uzņemšanas komisijas dati par 800 reflektantiem, kas pretendēja kļūt par augstskolas klātienē vai neklātienē studentiem 2003.g. Reflektanti bija beiguši visdažādākās vidējās un pat augstākās mācību iestādes laikā no 1979.-2003.g. Garākā akadēmiskā pauze pēc vidusskolas beigšanas sastādīja 24 gadus. Pēc dzimuma reflektanti bija 384 vīrieši un 412 sievietes. 644 reflektanti pretendēja uz studijām klātienē, bet atlikušie 152 – uz studijām neklātienē. 437 reflektanti kļuva par LPA studentiem. Darbā tiek analizētas augstāk aprakstītās reflektantu ģenerālkopas jeb universālās populācijas statistiskās īpašības pēc sertificētajiem akadēmiskajiem sasniegumiem – vidusskolas atestātu atzīmēm, kas kalpoja kā primārie dati. Taču daudz par maz būtu aprobežoties tikai ar reflektantu ģenerālkopas analīzi vien, kur daudzas svarīgas strukturālas detaļas var palikt nepamanītas. Izrādījās, ka ļoti informatīvi ir detalizēti izpētīt pēc kādām noteiktām pazīmēm atlasītu reflektantu grupu-izlašu atzīmju frekvences jeb izlašu atzīmju biežuma sadalījuma funkcijas (sk. attēlu zemāk), kur tika novērots pedagoģiskā tripleta „5-7-9” fenomens izteiktā veidā reflektantu grupai, kas pretendēja uz neklātienē studijām Publisko tiesību studiju programmā.



Pedagoģiskā tripleta „5-7-9” fenomens tiek skaidrots vismaz ar 2 faktoru statistisko ietekmi uz sadalījuma funkciju. Pirmām kārtām tas ir saistīts ar skolēnu zināšanu vērtēšanas procedūru, kur būtībā tiek lietota logaritmiskā līmeņu skala, bet otrām kārtām – ar šīs reflektantu izlases izteiktu iedalīšanos 3 apakšgrupās, proti, „5”- „7-” un „9-” grupās.

## PEDAGOGIC TRIPLET PHENOMENON OF ACADEMIC ACHIEVEMENTS IN THE CASE OF PART TIME STUDENTS

**U.Kanders, J.Klaviņš**

*Institute of Solid State Physics University of Latvia*

Statistical analysis of part time students' academic achievements has revealed the pedagogic triplet „5-7-9” phenomenon in percent frequency of grading marks. One can explain this phenomenon by influence at least of 2 factors – the first one is using a logarithmic level scale in the students' knowledge assessment procedure, the other one – dividing obviously part time students' into 3 categories, namely, „5”- „7-” un „9-” category.

## ELEKTRODZINĒJU MĪKSTĀ STARTA IERĪCES

**I.Gvardina<sup>1</sup>, A.Kristiņš<sup>1</sup>, J.Melderis<sup>1</sup>, G.Pikurs<sup>2</sup>, J.Tībergs<sup>1</sup>, J.Zvirgzds<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts,*

<sup>2</sup>*SIA „Fonons”*

Liela jaudas iekārtu pieslēgšana pie elektriskā tīkla saistīta ar lielām sākuma strāvām, kuras vairākkārt var pārsniegt iekārtu nominālo strāvu. Liela pieslēguma strāvas var būt kaitīgas gan pieslēdzamajai iekārtai, gan iekārtu apkalpojošajam tīkla ierīcēm.

LU CFI sadarbībā ar SIA „Fonons” ir izstrādātas mīkstā starta ierīces, kuras pamatā domātas elektrodzinēju palaišanai, bet var tikt izmantotas arī citur, piemēram, jaudīgu sildītāju pieslēgšanai.

Ierīču darbības pamatā ir fāzes leņķa vadība.

Izstrādātās ierīces ļauj vadīt slodzi ar jaudu līdz 100 kVA un vairāk Galvenie parametri:

- digitāli vadāma maiņsprieguma mīkstā starta ierīce
- starta laiks no 5 līdz 20 sekundēm
- starta spriegums no 40 līdz 80%
- izslēgšanas laiks no 1,5 līdz 20 sekundēm
- iebūvēta līdzpielāgošanas („bypass”) funkcija.

## SOFT START DEVICES FOR ELECTRIC MOTORS

**I.Gvardina<sup>1</sup>, A.Kristiņš<sup>1</sup>, J.Melderis<sup>1</sup>, G.Pikurs<sup>2</sup>, J.Tībergs<sup>1</sup>, J.Zvirgzds<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

<sup>2</sup>*„Fonons” Ltd*

There are many problems with starting of high power electric devices (motors) because initial current may be some times greater as nominal current for these devices. High initial current may be dangerous for power supply devices as well as for powered devices.

In the ISSP in cooperation with “Fonons” Ltd there were worked out soft start devices for electric motors in general, but it is possible to use the soft starters also for other devices (high power heaters, for example).

The devices are based on phase drive of two thyristor pairs and are able to manage power up to 100 kVA and more.

Main features:

- digital controlled AC semiconductor soft starter
- start time from 5 to 20 seconds
- start voltage from 40 to 80%
- stop time from 1,5 to 20 seconds
- built in by-pass function.

## **MIKROKONTROLERU „ADMCF326” IZMANTOŠANA FREKVENČU PĀRVEIDOTĀJOS**

**A.Grablevskis, D.Gusevs, A.Kristiņš**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts.*

Mūsdienās asinhronie elektromotori plaši izplatās pateicoties savai vienkāršībai un drošībai. Asinhrono elektromotoru vadībai izmanto speciālus mikrokontrolerus, kuros vairumu signālu ģenerē mikrokontrolera aparāta daļa.

"ADMCF326" mikrokontrolera izmantošana asinhronā elektromotora frekvenču pārveidošanai un vadībai ļauj atrisināt vairākas funkcijas, izmantojot tikai vienu mikroshēmu. Mikrokontroleris "ADMCF326" satur impulsu platuma modulācijas bloku, kas atvieglo vadības signālu ģenerāciju inverteram. Pateicoties tam, ka "ADMCF326" mikrokontrolerī ir ievades-izvades porti, ir iespēja pieslēgt EEPROM AT24C01, kas ir domāts frekvenču pārveidotāja parametru glabāšanai, ciparu indikatoru SAA1064 informācijas izvadei un klaviatūru frekvenču pārveidotāja parametru ievadīšanai un mainīšanai. ACP ļauj pieslēgt devējus asinhronā elektromotora kontrolei.

## **ADMCF326 MICROCONTROLLER USING IN FREQUENCY CONVERTERS**

**A.Grablevskis, D.Gusevs, A.Kristiņš**  
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Today asynchronous electric engines are widely spreaded due to their simplicity and reliability. Special microcontrollers are used for asynchronous electric engines controlling, these controllers generate most of control signals by hardware.

Using of the microcontroller "ADMCF326" for frequency inverting and control of the asynchronous electric engine allows to solve all necessary tasks using only one microcircuit. The microcontroller "ADMCF326" has block of wide band pulse modulation, which allows simplifying the generation of control signals for the inverter. The presence of input/output ports at the microcontroller "ADMCF326", gives an opportunity to connect EEPROM AT24C01 for frequency converter's parameters storage, digital indicator SAA1064 information visual output and keypad for changing of frequency converter's parameters. The presence of ADC allows connecting of asynchronous electric engine control sensors.



## DAUDZKANĀLU DATU SAVĀKŠANAS SISTĒMA

**P. Annus<sup>1</sup>, E. Haldre<sup>2</sup>, V. Kaulio<sup>3</sup>, A. Kristins<sup>4</sup>, M.Min<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*OÜ Eliko Tehnoloogia Arenduskeskus, Igaunija*

<sup>2</sup>*Tallinas Tehnologiskā uniuersitāte, Igaunija,*

<sup>3</sup>*Sankt Pēterburgas Politehniskā universitāte, Krievija,*

<sup>4</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Apskatāmā sistēma ir konstruēta sensoru signālu mērīšanai no analogiem diferenciāliem kanāliem ar 16 bitu izšķirtspēju un 200 Hz joslu. Aparatūras moduļa analogā daļa ir veidota uz augstas precizitātes integrāla delta-sigma analoga/ciparu pārveidotāja ( $\Delta\Sigma$ ACP), kurš satur 4. kārtas  $\Delta\Sigma$  modulatoru un 5. kārtas Sinc-filtru (*sinhrono filtru?*) aiz tā. Pirms  $\Delta\Sigma$  modulatora esošais analogais pastiprinātājs ar programmējamu pastiprinājuma koeficientu nodrošina sistēmas mēr diapazonu no  $\pm 100$  mV līdz  $\pm 5$  V. Moduļa digitālais kodols ir augstas efektivitātes AVR mikrokontroleris. Tas ļauj mērīšanas laikā kontrolēt  $\Delta\Sigma$ ACP un nosūta savāktos datus uz personālo datoru (PC) caur universālo virknes šinu (USB) ar 2 Mbit/s ātrumu, izmantojot speciālu USB integrālo shēmu. Datu paketes tiek ģenerētas ik pēc 1 ms un var tikt sinhronizētas ar ārēju sistēmu kopējai izmantošanai. Ātrdarbīgi optroni starp mērdaļu un PC aizsargā to no apkārtējās vides un samazina trokšņu ietekmi uz mērījumu precizitāti. Šī sistēma var tikt plaši izmantota tādās nozarēs kā medicīna, rūpniecība, enerģētika un citas, lai savāktu precīzus analogos datus daudzkanālu sistēmās.

## MULTICHANNEL DATA ACQUISITION SYSTEM

**P. Annus<sup>1</sup>, E. Haldre<sup>2</sup>, V. Kaulio<sup>3</sup>, A. Kristins<sup>4</sup>, M.Min<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*OÜ Eliko Tehnoloogia Arenduskeskus, Estonia,*

<sup>2</sup>*Tallinn University of Technology, Estonia,*

<sup>3</sup>*St. Petersburg State Polytechnic University, Russia,*

<sup>4</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The presented system is designed to measure sensor signals with 200 Hz bandwidth from analog differential channels at 16-bit resolution. The analog part of the hardware module is based on the high accuracy integral delta-sigma analog-to-digital converter ( $\Delta\Sigma$ ADC), comprised a 4th-order  $\Delta\Sigma$  modulator followed by a digital 5th-order Sinc-filter. The presence of the programmable analog gain amplifier before the  $\Delta\Sigma$  modulator allows measure range of the system from  $\pm 100$  mV to  $\pm 5$  V. The digital kernel of the module is high efficient 8-bit AVR microcontroller. It serves to control the  $\Delta\Sigma$ ADCs during measuring and send acquired data to a personal computer (PC) via the universal serial bus (USB) at 2 Mbit/s using a special USB integral circuit. Data packets are generated every 1 ms and may be synchronized with an external system to a collaborative using. High speed optocouples used between the measuring part of the system and a PC to protect it from an external environment and decrease a noise influence to the accuracy of measurements. This system may be widely used in such areas as medicine, industry, energetic and other to the precise multichannel analog data acquisition.

## WEB MEZGLA NOSLODZES STATISTIKAS DATU ANALĪZE

**D.Gusevs<sup>1</sup>, V.Narnicka<sup>2</sup>, E.Pētersons<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts,*

<sup>2</sup>*Rīgas Tehniskā Universitāte*

Intensīvā datoru tīklu attīstība aktualizē datortīklu darba analīzes jautājumus un optimālas attīstības vīzijas izstrādes jautājumus. Šo jautājumu risināšana kļūs vēl sarežģītāka, ja ņem vērā naudas līdzekļu resursu ierobežojumus.

Tīkla trafiks (datu apjoms, kas tiek pārraidīts un saņemts vienā laika vienībā) ir viens no svarīgākajiem faktiskajiem datortīkla darbības rādītājiem. Trafika analīze ļauj noteikt faktisko tīklu noslodzi un nepieciešamo kanālu kapacitāti, noskaidrot darbības stabilitāti, spriest par tīkla attīstības dinamiku, regulēt datu plūsmas komunikācijas mezglos, noformulēt rekomendācijas par optimāliem dažādu komunikācijas uzdevumu izpildes risinājumiem, netieši spriest par tīkla sazarojumiem un tīkla lietotāju skaitu, kā arī izstrādāt noslodzes modeļus.

## WEB NODE TRAFFIC STATISTICAL DATA ANALYZE

**D.Gusevs<sup>1</sup>, V.Narnicka<sup>2</sup>, E.Petersons<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Solid state Physics, University of Latvia,*

<sup>2</sup>*Riga Technical University*

Sharp computer network growth makes very actual computer network analysis problems and optimal development conception formulation problems. Those problems solutions became more complex in cases then funds are limited.

Network traffic (data amount, which are transmitted and received in unit of time) is one of the most important actually computer network performance indicator. Traffic analysis gives possibility to find out actual network utilization and necessary communication channel capacity, stability conditions, network growth dynamic, regulation rules for network communication nodes, recommendations on optimal different communication task solution, implicitly consider about network branches and network user number, as well as to develop performance model.

## **TELEKONFERENCES IESPĒJAS EURATOM PROJEKTA DALĪBNIKĀM**

**M.Kundziņš**

*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts, Rīga, Latvija*

Vairākas Latvijas Universitātes zinātnieku grupas piedalās EURATOM projektos. Šajā darbā nepieciešams labs kontakts ar citām grupām. Lai taupītu pētnieku laiku un līdzekļus, EURATOM asociācijā strādā pie dažādu attālinātas sadarbības tehnisko iespēju izstrādes un standartizēšanas, pamatā ņemot publiskā Interneta tehnoloģijas. Iespējami dažu sadarbības veidu paraugdemonstrējumi.

## **TELECONFERENCING FACILITIES FOR EFDA MEMBERS**

**M.Kundzins**

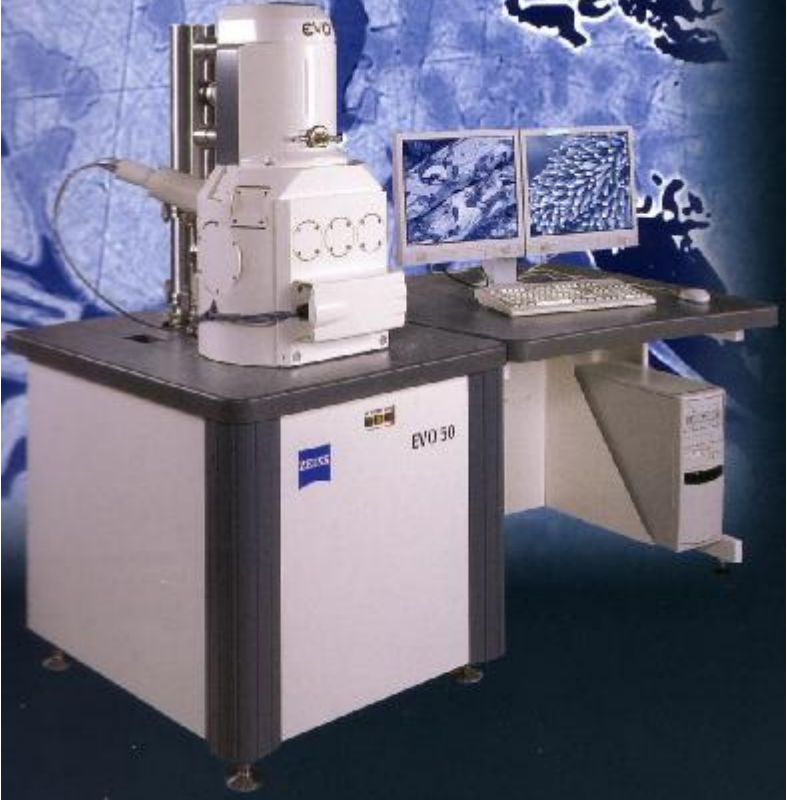
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia*

Many groups of Latvian University scientists are participants in European Fusion Development Agreement projects. This work needs good contacts with other groups. With purpose of saving time and money EFDA develops different remote participation facilities, using information technologies and progress in high speed Internet accessibility. Some remote participation methods possibly will be demonstrated.

**SKANĒJOŠAIS ELEKTRONU MIKROSKOPS LU CFI: TEHNISKIE  
PARAMETRI UN IZMANTOŠANAS IESPĒJAS**

**I.Šorubalko**

*LU Cietvielu fizikas institūts*

<p><b>Instrument title: Ierīces nosaukums:</b></p>	<p><b>"Scanning Electron Microscope (SEM) with energy dispersive detector for X-rays (EDX) and with an option of Electron Beam Lithography (EBL).</b></p>
<p><b>Photo: Foto:  SEM</b></p>	
<p><b>Technical details: Tehniskā specifikācija:</b></p>	<p>The <b>Scanning Electron Microscope</b> is of <b>Carl Zeiss</b> brand, model <b>EVO 50 XVP</b> with LaB6 filament. Main characteristics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibility to inspect samples in both: Low and High vacuum modes (possibility to inspect insulating and gassing samples), with easy vacuum mode changeover, LV mode pressure range 1-750 Pa and HV mode pressure better than <math>10^{-4}</math> Pa; and with LaB6 better than <math>10^{-7}</math> Pa</li> <li>• Resolution of 3 nm (in LV mode 4.5 nm) for W filament, and 2 nm for LaB6 filament, compatibility to both filament types</li> <li>• Magnification from 5x – 1.000.000x</li> <li>• Acceleration voltage range from 0.2 kV to 30 kV, easy adjustable, continues variable in 10V steps</li> <li>• Beam current in range from 0.5 pA to 5 <math>\mu</math>A, easy adjustable, and with good stability in time (give possibility for long EBL exposures without substantial change in beam current)</li> <li>• Image modes: secondary electron image (SE), backscattered electron image (4QBSE), topography (TOPO), composition (COMPO), shadowed</li> <li>• Additional detectors: infrared camera, probe current and specimen</li> </ul>

	<p>current detector (SCM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specimen stage: motorized in 5 axis (X – 100 mm, Y – 125 mm, Z – 61 mm (35 motorized), tilt 90° rotation 360° continuous compucentric), computer controlled, positioning precision of 1.5-2 micrometer and good stability (gives possibility for long EBL exposures without substantial change in the sample position)</li> <li>• Easy and fast sample load/unload system, (quick-fit holder) with sample size up to 250 mm in diameter at analytical working distance</li> <li>• Modular, upgradable</li> </ul> <p>The <b>EDX</b> is of <b>Oxford instruments</b> brand, model <b>INCA 350</b>. Main characteristics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10mm<sup>2</sup> area, INCA SATW Window (for detection of elements from Be upwards.).</li> <li>• Detector resolution <b>guaranteed</b> at 2,500cps provides reliable and accurate results over entire spectral range at typical microscope operating conditions: At C: 66eV or better At F: 70eV or better At Mn: 133eV or better</li> <li>• <b>Guaranteed</b> peak resolution change by &lt;1eV at Mn K<math>\alpha</math> between 1,000 and 10,000cps ensures accuracy of results and speed of analysis whilst delivering greater user productivity and quality of information.</li> <li>• The only EDX detector that conforms to ISO 15632:2002 <b>guaranteeing</b> performance at a productive count rate.</li> <li>• Sensitivity of 1 Wt% for light elements and 0.1% for heavier elements.</li> <li>• A micrometer resolution.</li> </ul> <p>The <b>EBL</b> is of <b>Raith</b> brand, model <b>ELPHY Quantum</b>. Main characteristics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Good quality pattern generator: 2.5 MHz writing speed with &lt; 2 ns dwelltime</li> <li>• 2 high speed 16-bit DACs for X and Y main beam deflection</li> <li>• 6 multiplying 16-bit DACs for overlay alignment and write field calibration with sub-nm step size control</li> <li>• high speed image acquisition &amp; mark registration (400 ns Video ADC)</li> <li>• Beamblocker control circuit TTL 5V</li> <li>• Convinient software</li> <li>• Should give possibility to obtain structures below 50 nm.</li> </ul>
<p><b>Application example: Lietošanas piemēri:</b></p>	<p>Simultaneous / Multifunctional Analysis and nanostructures formation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SEM imaging (different modes)</li> <li>• Local composition Measurements with EDX</li> <li>• Creation of nano-structures using EBL</li> </ul> <p>The system is proving indispensable to researchers in material analysis (semiconductors, insulators, metals), life sciences, healthcare, nanoscience.</p>

**JAUNAS ES STRUKTŪRFONDU UN PAŠBŪVĒTAS IEKĀRTAS  
ĶĪMISKĀS FIZIKAS INSTITŪTĀ**

**D. Erts, J. Prikulis, B. Poļakovs**

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

Iekārtas kuras saņemtas Ķīmiskās fizikas institūtā ir:

1. Precīzās uzputināšanas un kodināšanas iekārta, ar kuru var veikt virsmu kodināšanu un 4 dažādu materiālu uzputināšanu kamerā, nepārtraucot vakuumu.
2. Video sistēma transmisijas elektronu mikroskopam (TEM), kura ļaus iegūt ne tikai dažādu materiālu TEM attēlus, bet arī vizualizēt dinamiskus procesus, kuri svarīgi ar TEM savietojamiem tuneļ- un atomspēku mikroskopiem.
3. Noslēgta cikla kriostats temperatūru intervālam 0.28 – 300K, kuru var izmantot vadāmības un optisko īpašību kontrolei.
4. Multilīniju argona lāzers.
5. No pašbūvētajām iekārtām jāatzīmē uz kvarca oscilatoru bāzētais atomspēku mikroskops, kurš savietojams ar TEM.

**NEW EQUIPMENT IN THE INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS,  
UNIVERSITY OF LATVIA**

**D. Erts, J. Prikulis, B. Polyakov**

*Institute of Chemical Physics, University of Latvia, Rainis blvd. 19,  
LV-1586 Riga, Latvia*

New equipment in the Institute of Chemical Physics includes:

1. Precision etching and coating system for specimen etching and surface coating with 4 different materials without breaking of vacuum
2. Video registration system for Transmission Electron Microscope (TEM) for high resolution images of specimens as well as for video recording of dynamic processes for TEM compatible scanning probe microscopes.
3. Closed cycle cryostat for temperature range 0.28-300 K can be used for conductivity and optical measurements.
4. Multiline Ar laser.
5. Home made turning fork based atomic force microscope compatible with TEM.

## **EPR MĒRĪJUMI ZEMĀS TEMPERATŪRĀS**

**Dz. Bērziņš, U.Rogulis**  
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Referātā aplūkotas konstrukcijas īpatnības, lai EPR spektru mērījumiem zemās temperatūrās (līdz  $T = 6.5$  K), ar 9 GHz diapazona spektrometru *RE-1306*, piemērotu firmas *APD Cryogenics* hēlija noslēgtā cikla kriostatā. EPR spektrometra rezonatorā tika paplašināti urbumi, lai tajā ievietotos noslēgtā cikla kriostatā ietilpstošās plānsienu kvarca caurulītes. Konstrukcija nodrošina iespējamu drošību, lai kvarca caurulītes netiktu bojātas parauga montēšanas laikā, ka arī lai paraugu spektrometrā butu iespējams pagriezt par leņķi līdz  $100^\circ$  EPR spektru leņķisko atkarību mērījumiem. Dotā konstrukcija jau vairākkārtīgi pārbaudīta EPR mērījumos zemās temperatūrās.

## **EPR MEASUREMENTS AT LOW TEMPERATURES**

**Dz. Bērziņš, U.Rogulis**  
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

In the present talk we present a mechanical adapter, made in order to adapt the closed cycle helium cryostat of *APD Cryogenics* for EPR measurements at low temperatures (down to  $T = 6.5$  K), using the 9 GHz range spectrometre *RE-1306*. Bores of the resonator have been widened in order to place the fine quartz cuvettes of the closed cycle cryostat. Adapter construction provides high safety against the destroying of the quartz cuvettes during the sample mounting, as well as provides a possibility to reorient the sample in the spectrometre for angles up to  $100^\circ$ , for EPR angulare dependence measurements. Described adapter construction is recently approved by EPR measurements at low temperatures.

## MAGNETOOPTISKA IEKĀRTA

**U.Rogulis**

*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Aplūkota magnetooptisko mērījumu un optiski detektējamā EPR iekārta, kādu plānots izveidot uz *Oxford Instruments Spectromag* sistēmas magnetooptiskā hēlija kriostata bāzes. Supravadošā magnēta sasniedzamā magnētiskā lauka indukcija līdz  $B = 6$  T ļauj izmantot optiski detektējamā EPR mērījumiem ne tikai mūsu rīcībā esošo Q (36 GHz) mikroviļņu diapazona aprīkojumu, bet perspektīvā arī augstāku frekvenču- V (72 GHz) un W (93 GHz) diapazonus. Optiski detektējamā EPR metode ļauj tieši saistīt struktūrvjūtīgās EPR metodes datus ar luminescences centru un krāsu centru optiskajām īpašībām cietās vielās.

## MAGNETOOPTICAL SETUP

**U.Rogulis**

*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

A magnetooptical setup for optically detected EPR measurements on the basis of the *Oxford Instruments Spectromag* system helium magnetooptical cryostat will be considered. Magnetic fields of the superconducting magnet up to  $B = 6$  T allow to use for optically detected EPR measurements not only our present Q (36 GHz) microwave band equipment, but also much higher microwave frequency ranges- V (72 GHz) and W (93 GHz). Optically detected EPR technique allows to find out a direct correlation between the data of the structure-sensitive EPR method and optical properties of luminescence and colour centres in solids.



## LĀZERU IZMANTOŠANA INFORMĀCIJAS 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.

Lai palielinātu un sasniegtu ļoti augstu informācijas ieraksta un glabāšanas blīvumu, visai perspektīvi ir ierakstu veikt tilpumā, izmantojot hologrāfisko metodi. Tas ir ļoti vilinoši, jo šāds risinājums piedāvā informācijas blīvumu ar kārtu  $1/\lambda^3$ , vienlaicīgi nodrošinot ātru paralēlu, *lappušu-adresētu* informācijas ieraksta un nolasīšanas procesu. Ir zināms, ka gaismas efektīvais viļņa garums materiālā ar laušanas koeficientu  $n$  samazinās par  $1/n$ , salīdzinot vakuumā vai gaisā. Tāpēc sagaidāms būtisks informācijas blīvuma pieaugums, veicot ierakstu halkogenīdu materiālos ar lielu laušanas koeficientu, izmantojot Brega refleksijas vai imersijas tranjsmisijas hologrāfiju

## LASER APPLICATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES

**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, and Ge-Se) have been recently intensively 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 the performance of real time phase or amplitude recording in thin films of these materials.

The most promising approach to achieving ultra-high information storage density and capacity is to store data throughout the volume of a storage medium by holographic recording. It is attractive since it offers a potential volumetric density that scales with wavelength as  $1/\lambda^3$ , coupled with the fast parallel, page-addressed recording and readout processes. It is known that the effective wavelength of light inside the media with refractive index  $n$  is reduced by a factor  $1/n$  compared to wavelength in vacuum. Therefore an essential increase of storage density in high index chalcogenide materials can be expected by applying the Bragg reflection or solid immersion transmission holography.