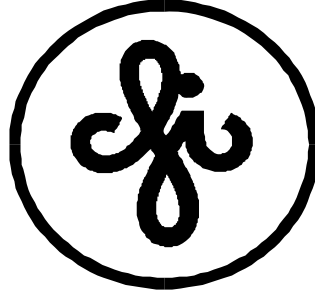


**Institute of Solid State Physics
University of Latvia**



ABSTRACTS
***Of the 26th Scientific
Conference***

**February 17 – 19, 2010
Riga**

LU Cietvielu fizikas institūta 26.zinātniskās konferences tēzes latviešu un angļu valodā.

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

Tēzes sakārtotas sešās sekcijās to nolasīšanas secībā.

OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS UN ORGANISKIE MATERIĀLI

PROFESORAM KURTAM ŠVARCAM - 80 GADI

J. Jansons

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Profesors Kurts Švarcs ir viens no ievērojamākiem Latvijas Universitātes sagatavotajiem otrās paaudzes fiziķiem. Viņš dzimis 1930. gada 27. aprīlī Rīgā. Pēc vidusskolas absolvēšanas 1949. gadā kā teicamnieks viņš iestājās Latvijas Valsts universitātes (LVU) Fizikas un matemātikas fakultātē (FMF). Līdztekus mācībām un darbam par laborantu Rīgas Medicīnas institūta (RMI) Fizikas katedrā K. Švarcs aktīvi iesaistījās Studentu zinātniskajā biedrībā. Viņu aizrāva eksperimentālā pētniecība. Doc. L. Jansona vadībā viņš sāka pētīt sārmmetālu halogenīdu kristālu optiskās īpašības. FMF viņš pabeidza 1954. gadā, aizstāvot diplomdarbu „Kristālu krāsu centru iespaids uz pleohroismu”. Ļoti labās sekmes viņam ļāva tūlīt iestāties trīsgadīgajā aspirantūrā LVU.

Aspirants K. Švarcs mācījās un pētījumus veica gan LVU, gan arī Tartu Fizikas un astronomijas institūtā, kur tad bija labāki zinātniskā darba apstākļi. Pēc aspirantūras beigšanas viņu norīkoja no 1957. gada 1. novembra darbā FMF Eksperimentālās fizikas katedrā par asistentu, bet viņš arī turpināja pētniecību, lai iegūtu zinātņu kandidāta grādu. 1958. gadā tika publicēti viņa pirmie 3 zinātniskie darbi par luminiscenci sārmmetālu halogenīdu kristālos. K. Švarcs savus pētījumus apkopoja disertācijā „Luminiscences dzēšanas procesi sārmmetālu halogenīdu kristālos” un sekmīgi to aizstāvēja 1960. gadā Tartu Valsts universitātē. Pēc tam 27. augustā viņu ievēlēja par vecāko pasniedzēju FMF Vispārīgās fizikas katedrā.

Vissavienības Augstākā Atestācijas komisija (VAAK) 1961. gada 18. februārī K. Švarcam apstiprināja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu, kā arī vecākā zinātniskā līdzstrādnieka nosaukumu cietvielu fizikā. Neapmierināts ar zinātniskā darba iespējām LVU, K. Švarcs pieteicās konkursā uz vec. zin. līdzstrādnieka vietu LZA Fizikas institūtā, tika ievēlēts un tur sāka strādāt no 1961. gada 15. augusta, paliekot LVU FMF par stundu pasniedzēju.

1961. gada 26. septembrī tika iedarbināts Salaspils Atomreaktors, kas deva iespējas izmantot tā jonizējošo starojumu cietvielu īpašību pētījumos. K. Švarcs 1962. gada 20. janvārī kļuva par Jonu kristālu radiācijas fizikas laboratorijas vadītāju un no 1. augusta arī par institūta direktora vietnieku zinātniskajā darbā. Laboratorijas darbinieki K. Švarca vadībā sāka pētīt radiācijas enerģijas pārneši, akumulāciju, relaksāciju un radītos defektus kristālos. Izdalīt no reaktora kopējās radiācijas nepieciešamo starojuma veidu, intensitāti un dozu palīdzēja kodolfiziķis J. Kristapsons. Līdztekus fundamentālajiem pētījumiem tika izstrādāta litija fluorīda termoluminiscento dozometru sistēma „Telde”, kuru plaši ieviesa personāla un pacientu klīniskajā radioloģijā. Šajā jomā aktīvu līdzdalību veica V. Gotlībs, D. Gubatova un J. Nemiro no RMI. Par to K. Švarcam ar darba biedriem vēlāk 1977. gadā piešķīra LPSR Valsts prēmiju.

K. Švarcs 1970. gadā apkopoja savus pētījumus par luminiscences un jonizējošā starojuma enerģijas akumulācijas procesiem kristālos zinātņu doktora disertācijā un to sekmīgi aizstāvēja PSRS ZA Fizikas institūtā. 1971. gadā viņu ievēlēja par LZA korespondētājlocekli. 1976. gadā VAAK viņam piešķīra profesora nosaukumu cietvielu fizikā. No 1974. gada līdz 1984. gadam viņš līdztekus strādāja Rīgas Civilās aviācijas institūtā par Fizikas katedras vadītāju.

Pēc luminiscences pētījumiem K. Švarcs kopā ar J. Ekmani noskaidroja radiācijas koloīdu veidošanos dabu jonu kristālos, bet kopš 1970. gadiem pievērsās fotoinducētiem procesiem, dinamiskai hologrāfijai un nelineārās optikas parādībām neorganiskos materiālos. Kopā ar P. Augustovu pētīja fotorefrāciju LiNbO_3 un LiTaO_3 kristālos, ar

J. Kristapsonu – fotohromās parādības optiskos materiālos, ar A. Ozolu un M. Reinfeldi – hologrāfiskā ieraksta pastiprināšanās efektu amorfajos pusvadītājos, kopā ar P. Stradiņu – vispārīgo modeli fototermiskām reakcijām gaismas jūtīgajās kārtiņās un vēlāk kopā ar A. Ozolu – elektronu-fononu ātrās mijiedarbības, ierosinātas ar lāzera pikosekunžu impulsiem plašā spektra apgabalā.

LZA Fizikas institūtā 1976. gadā tika izveidota Specializētā Zinātniskā padome zinātņu kandidāta un doktora grāda aizstāvēšanai fizikā Latvijā, par kuras priekšsēdētāju ievēlēja Dr. K. Švarcu. Šajā Padomē tika aizstāvēti vairāki simti disertāciju, no kurām nevienu nenoraidīja VAAK Maskavā, kas liecina par ļoti augsto prasību līmeni, kādu uzstādīja pret disertantiem Dr. K. Švarca vadītā Padome.

Jau no 1959. gada katru otro gadu pamīšus Igaunijā un Latvijā notika tā saucamie Baltijas semināri par sārmmetālu halogenīdu fiziku, kas pulcēja fiziķus no visas PSRS. Bez tam ik pa trīs gadiem tika rīkota Vissavienības apspriede par jonu kristālu radiācijas fiziku un ķīmiju. To sarīkošanā ļoti aktīvu dalību ņēma Dr. K. Švarcs. Bet 1981. gadā no 18. līdz 23. maijam Rīgā ar lielu aizrautību un pūlēm tika noorganizēta plaši pārstāvēta starptautiska konference „*Defects in Insulating Crystals*”, kuras viens no galvenajiem organizētājiem bija Dr. K. Švarcs. Tas viss ļoti palīdzēja mūsu fiziķiem kļūt labi pazīstamiem gan PSRS, gan arī visā pasaulē.

Tā Dr. K. Švarcs nodibināja sakarus ar daudziem pasaules ievērojamākiem fiziķiem. Viņš bija vismaz 25 ārzemju komandējumos uz konferencēm vai kā viesprofesors; tika ievēlēts vairākās zinātniskās padomēs un žurnālu redkolēģijās, ieskaitot populārzinātnisko žurnālu „Zinātne un Tehnika”. 1991. gadā Dr. K. Švarcu ievēlēja par LZA īsteno locekli.

1992. gadā prof. K. Švarcu uzaicināja uz Heidelbergas universitāti Vācijā par viesprofesoru, kur viņš nostrādāja līdz 1994. gadam. Pēc tam viņš turpina strādāt līdz šodienai Darmstadtē Smago jonu radiācijas fizikas institūtā kā viesprofesors. Viņš kopā ar kolēģiem pēta smago jonu radiācijas izraisītos procesus dielektriskajos materiālos. Viņš turpina arī uzturēt sakarus zinātniskajā darbā ar LU CFI darbiniekiem Dr. Ilzi Maniku un Dr. Jāni Maniku.

Prof. K. Švarcs publicējis 5 monogrāfijas, 3 populārzinātniskas grāmatas, ap 300 zinātniskus darbus un daudzus populārzinātniskus rakstus; novadījis 36 zinātņu kandidāta un 4 zinātņu doktora disertācijas. Pēdējos 10 gados vien viņš kopā ar līdzautoriem publicējis 38 rakstus zinātniskajos žurnālos. Atliek vien novēlēt profesoram Kurtam Švarcam labu veselību un daudz gara enerģijas pētniecībā un privātajā dzīvē.

PROFESSOR KURT SCHWARTZ – 80TH ANNIVERSARY

J. Jansons

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Professor Kurt Schwartz is one of the most outstanding physicists of the second generation graduates of the University of Latvia. He was born on 27 April, 1930, in Riga. After finishing a secondary school in 1949 with good grades, he entered the Faculty of Physics and Mathematics. In 1954, he graduated from it with high marks and immediately enrolled into a post-graduate course. Soon after that he became an assistant at the Chair of Experimental Physics and continued his research work to obtain a degree. In 1960, he defended his thesis at Tartu University and in 1961 became a senior research associate, which enabled him to start research work at the Institute of Physics of the

Latvian Academy of Sciences (LAS) where in 1962 he was appointed Head of the Laboratory of Physics of Ionic Crystal Radiation. In 1970, K. Schwartz defended the *Dr. phys.* thesis at the Institute of Physics of the USSR Academy of Sciences. In 1976 he was awarded professorship in solid states physics and in 1991 he became the Full member of LAS.

In 1992 Professor K. Schwartz was invited to the University of Heidelberg, Germany in the capacity of a visiting professor. Starting with 1994 he transferred to GSI, Darmstadt, Germany where he still works as a visiting professor.

Professor K. Schwartz has published 5 monographs, 3 popular science books, about 300 scientific works and a great number of popular science works; he has supervised 36 *Dr. phys.* and 4 *Dr. habil. phys.* dissertations. A more detailed analysis of Professor Kurt Schwartz's life and scientific achievements will be presented in the report.

SULFĪDU NANOSTRUKTŪRU OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS

A. Petruhins¹, B. Poļakovs¹, E. Tamanis², I. Tāle¹, P. Kūlis¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*G.Liberta Inovatīvās mikroskopijas centrs, Daugavpils Universitāte*

Impulsu lāzerablācija ir vienkārša un ērta metode plāno kārtiņu iegūšanai un pie optimāliem uzputināšanas apstākļiem kārtiņa ir nanokristāliska un augstas kvalitātes. Tā kā metode ļauj ērti vienlaicīgi uzklāt vairākus materiālus, tad iespējams iegūt dažādas nanostruktūras ar dažādām optiskajām īpašībām.

Pētījumā tika iegūtas PbS, CdS un PbS/ZnS plānās kārtiņas uz dažādām pamatnēm, izmantojot impulsu lāzerablācijas metodi. Iegūtiem paraugiem tika mērīti optiskās absorbcijas spektri. Iegūtās aizliegtās zonas vērtības apstiprina mazu nanokristālu izmēru esamību plānajā kārtiņā. Dažādu optisko īpašību iegūšanai tiek veidotas nanostruktūras, izmantojot dotos materiālus dažādās kombinācijās.

OPTICAL PROPERTIES OF SULFIDE NANOSTRUCTURES

A. Petruhins¹, B. Polyakov¹, E. Tamanis², I. Tale¹, P. Kulis¹

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

²*G.Liberta innovative microscopy centre, Daugavpils' University*

Pulsed laser deposition is a flexible method for deposition of thin films and under optimal conditions, thin film is nanocrystalline and high quality. As it is possible to simultaneously deposit several materials, nanostructures with different optical properties can be obtained.

In this study, PbS, Cds and PbS/ZnS thin films on different substrates were made using pulsed laser deposition technique. Optical absorption spectra were measured for deposited samples. Bandgap values obtained from absorption spectra show quantum confinement effects in samples. Various combinations of given materials were used to achieve different optical properties.

LOKALIZĒTO STĀVOKĻU LUMINISCENCE $\text{SiO}_2\text{-Si}$ UN $\text{SiO}_2\text{-Al}$ STIKLOS

A.Truhins¹, A.Šarakovskis¹, J.Grūbe¹, D.L.Griscom²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*impactGlass research international, Tucson, USA*

Mēs pētījām luminiscenci ar silīciju ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) vai alumīniju ($\text{SiO}_2\text{-Al}$) aktivētiem silīcija dioksīda paraugiem. Ierosme tika veikta ar ArF lāzeru (193 nm) temperatūras intervālā 15 -290 K. Abos paraugos novērotās divas luminiscences joslas – zilā pie 440 nm un ultravioletā (UV) pie 280 nm - saistītas ar skābekļa deficīta centriem (ODC). Dzesēšana līdz 80 K noved pie luminiscences intensitātes stipras pieaugšanas, taču mazu intensitātes izmaiņu no 80 K līdz 15 K. $\text{SiO}_2\text{-Si}$ paraugā pie 290 K ODC luminiscence atgādina tā saucamā divkoordinēta silīcija centra luminiscenci, kuras dzišanas kinētika ir eksponenciāla ar laika konstantēm 10.3 ms un 4.5 ns atbilstoši zilajai un UV joslai, kas labāk novērojams ierosinot ar KrF lāzeri (248 nm). Dzesēšanas rezultātā pieaugusi luminiscence uzrāda citus dzišanas kinētikas parametrus. Zilajai joslai tā ir neeksponenciāla un īsāka par ~ 400 μs, kas ir daudzātrāka par 10 ms. Savukārt UV joslai, bez ātrās kinētikas, parādās vēl kinētika, kas ir lēnāka par 4.5 ns. Arī šī kinētika ir neeksponenciāla un ilgst no 2 līdz 5 μs. UV joslas dzišanas laika pagarināšanos saistām ar rekombinatīviem procesiem. Temperatūras diapazons, kurā mēs novērojam luminiscences intensitātes un dzišanas kinētikas izmaiņas korelē ar autolokalizēta cauruma termiskās aktivācijas temperatūras diapazonu. Iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka ArF lāzers inducē elektronu procesus lokalizētos stāvokļos, notiek autolokalizētu caurumu veidošanās un elektronu saķeršana uz skābekļa deficīta centra. Šo centru rekombinācijas procesi neatšķiras pētītajos paraugos un to rezultātā rodas novērotā luminiscence.

LUMINESCENCE OF LOCALIZED STATES IN $\text{SiO}_2\text{-Si}$ AND $\text{SiO}_2\text{-Al}$ GLASSES

A. N.Trukhin¹, A.Sharakovski¹, J.Grube¹, D.L.Griscom²

¹*Solid State Physics Institute, University of Latvia*

²*impactGlass research international, Tucson, USA*

Silica glass samples doped with silicon ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) and with aluminum ($\text{SiO}_2\text{-Al}$) were studied. The luminescence properties of these two samples are compared in the range of temperature 15 -290 K under excitation of ArF excimer laser (193 nm). The luminescence of oxygen deficient centers (ODCs) is detected, i.e., emission bands in the blue at 440 nm and the UV at 280 nm. Cooling of the both samples led to strong increases of luminescence intensity down to 80 K with much smaller increases for still lower temperatures. At 290 K in $\text{SiO}_2\text{-Si}$ a luminescence similar to that of twofold-coordinated silicons in silica glasses was detected, i.e., displaying exponential decay of emission bands in the blue ($\tau=10.3$ ms) and UV ($\tau=4.5$ ns). In both samples significant emission at 440 nm occurs in times shorter than ~400 μs, according to a non-exponential decay law. These decay times are much faster than the 10.3 ms exponential decay typical of the twofold-coordinated silicon center in pure undoped silica. Conversely, the decay of the UV band is found to be much slower than 4.5 ns typical of lone twofold-coordinated silicons ranging instead from 2 to 5 μs. Prolongation of the decay time of UV emission can only be explained in terms of electron-hole recombination processes. Moreover, the observed diminishing of the luminescence intensity concomitant with acceleration of decay times with increasing temperature above 90 K is found to be correlated with thermally activated recombination of self-trapped holes in pure silica. It is concluded that the ArF-laser induced electronic processes of recombination luminescence in $\text{SiO}_2\text{-Si}$ (and $\text{SiO}_2\text{-Al}$) are related to trapping of an electron on a localized state related to oxygen deficiency and nearby trapping of a hole on a normal bridging oxygen, forming an STH.

HEKSAGONĀLĀ BORA NITRĪDA LUMINISCENCE ZEMO TEMPERATŪRU RAJONĀ

V.Korsaks, B.Bērziņa, L.Trinklere
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

LU CFI Platzonu materiālu laboratorijā jau daudzus gadus ar spektrālām metodēm tiek pētīti dažādu modifikāciju heksagonālā bora nitrīda (h-BN) materiāli. Pašlaik tiek veikti mērījumi pie zemām temperatūrām, kas sniedz papildus informāciju par luminiscences centriem un gaismas radītiem procesiem materiālā.

Šajā darbā tiek ziņots par fotoluminiscences spektriem temperatūru intervālā no 8 K līdz 300 K makroizmēru h-BN pulverim un nanomateriālam, ko veido h-BN daudzsienu nanocaurules (BNNT). Materiāls tiek ierosināts ar 266 nm impulsu lāzera starojumu. Visā temperatūru rajonā tiek novērotas jau zināmās luminiscences joslu grupas 300 nm, 400 nm un 500 nm apgabalos, kas veido salikto luminiscences spektru. Platā 400 nm josla ar tās izteikto fononu sīkstruktūru ir dominējošā nanomateriālā. Tās izcelsme pašreiz tiek saistīta ar eksitonu procesiem pie slāpekļa vakancēm. Tika novērots, ka 400 nm joslas sīkstruktūru veidojošo apakšjoslu intensitāšu attiecība mainās, pazeminoties parauga temperatūrai. Platās 500 nm luminiscences joslas gadījumā tika konstatēts, ka šo joslu raksturojošie parametri (maksimuma novietojums, pusplatums, intensitāte) ir būtiski atkarīgi no priekšapstrādes (karsēšana, apstarošana ar UV gaismu) un ārējiem apstākļiem (paraugs atrodas vakuumā vai gaisā), kas apstiprina, ka šo salikto joslu rada dažādi virsmas defekti.

LUMINESCENCE OF HEXAGONAL BORON NITRIDE AT LOW TEMPERATURES

V.Korsaks, B.Bērziņa, L.Trinklere
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

During the last years different modifications of hexagonal boron nitride (h-BN) materials are investigated with various spectral methods in Laboratory of Wide Band Gap Materials, ISSP University of Latvia. Currently the studies at low temperatures are running on, giving additional information about the centers of luminescence and light-induced processes in material.

The photoluminescence spectra of the macrosize h-BN powder and nanomaterial consisting of the multiwalled h-BN nanotubes (BNNT) observed within the broad temperature range from 8 K up to 300 K are studied and reported. The material was excited with the 266 nm light from a pulse laser. The luminescence spectral groups at 300 nm, 400 nm and 500 nm forming the total complex luminescence spectrum previously known are observed within the wide temperature range. The broad 400 nm band with its well resolved phonon structure is predominant in the nanomaterial. At present its origin is related to the excitonic processes influenced by the nitrogen vacancies. It was found that the ratio of the sub-bands intensities is sensitive to the temperature within the studied range. It was observed that in the case of the broad 500 nm luminescence band its characteristic parameters (maximum position, band's half-width, intensity) are strongly depend on the pretreatment of the material (preheating, irradiation with UV light) and external conditions (the sample is located in vacuum or in air). It allows conclusion that this complex luminescence band is caused from different surface defects.

AR Er^{3+} JONIEM AKTIVĒTA NaLaF_4 SINTĒZE UN LUMINISCENCES ĪPAŠĪBAS

G.Doķe, J.Grūbe, A.Šarakovskis, M.Springis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar retzemju joniem aktivēti kompleksie fluorīdi ir perspektīvi materiāli infrasarkanā starojuma pārveidošanai redzamajā. Tie ir ķīmiski stabili un raksturojas ar zemu fononu enerģiju, kas samazina bezizstarojuma pārejas varbūtību, tādējādi palielinot starojuma pārveidošanas efektivitāti.

Šī darba mērķis bija sintezēt $\text{NaLaF}_4:\text{Er}^{3+}$ ar ķīmisku metodi un pētīt materiāla luminiscenci. Prezēntācijā tiks apskatīti galvenie sintēzes procesa aspekti un $\text{NaLaF}_4:\text{Er}^{3+}$ spektroskopiskās īpašības.

SYNTHESIS AND LUMINESCENCE PROPERTIES OF NaLaF_4 ACTIVATED WITH Er^{3+} IONS

G.Doke, J.Grube, A.Sarakovskis, M.Springis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The complex fluorides are promising material for the up-conversion luminescence. It can be explained by relatively high chemical stability of the fluorides and also small effective phonon energy of the materials, which suppresses the rate of nonradiative transitions, enhancing the efficiency of the up-conversion processes.

The aim of the current research was to synthesize $\text{NaLaF}_4:\text{Er}^{3+}$ material by wet-chemistry method and to study the up-conversion luminescence. In the presentation the synthesis route will be described and the main spectroscopic parameters of the material will be evaluated.

AR TERBIJU UN ITERBIJU AKTIVĒTU OKSIFLUORĪDU STIKLU UN STIKLA KERAMIKU KATODLUMINISCENCE

E. Elsts, U. Rogulis, J. Jansons, A. Šarakovskis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar Terbiju aktivēti oksifluorīdu stikli var būt perspektīvi scintilatori [1], pie kam, izveidojoties stikla keramikai, novērota to efektivitātes paaugstināšanās.

Mūsu darbā veikti katodluminescences spektru un kinētiku pētījumi CFI iegūtos oksifluorīdu stiklos un stikla keramikā ar sastāvu $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{LaF}_3 \cdot \text{NaF}$, kam dažādās koncentrācijās pievienoti aktivatori Tb_2O_3 , TbF_3 , YbF_3 .

Katodluminescences spektros novērojamas raksturīgās Tb luminescences joslas, referētā tiks apspriestas to relatīvās intensitātes un kinētikas pētītajos oksifluorīdu paraugos.

[1] Z. Pan et al, Terbium-activated lithium-lanthanum-aluminosilicate oxfluoride scintillating glass and glass-ceramic, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A 594 (2008) 215-219.

CATHODOLUMINESCENCE OF TERBIUM AND YTTERBIUM ACTIVATED OXYFLUORIDE GLASSES AND GLASS CERAMICS

E. Elsts, U. Rogulis, J. Jansons, A. Šarakovskis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Terbium activated oxyfluoride glasses could be prospective as scintillators [1] and, after forming of glass ceramics, the efficiency improvement have been observed.

We have studied cathodoluminescence spectra and decay kinetics of the oxyfluoride glasses and glass ceramics samples obtained in the ISSP with the following composition $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{LaF}_3 \cdot \text{NaF}$, activated by Tb_2O_3 , TbF_3 , YbF_3 in various concentrations.

Cathodoluminescence spectra showed the characteristic Tb luminescence bands, in the present report we will discuss the intensity relations and decay times of the studied oxyfluoride samples.

[1] Z. Pan et al, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A 594 (2008) 215-219.

KARBAZOLA ATVASINĀJUMA MATRICAS FIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS ELEKTROLUMINISCĒJOŠĀS SISTĒMĀS

K.Pudzis¹, A.Vembris¹, M.Porozovs¹, J.V.Grazulevicius²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts, Latvija*

²*Kauņas Tehnoloģiskā universitātes Organiskās Tehnoloģijas nodaļa, Kauņa, Lietuva*

Organiskās gaismu emitējošās diodēs liela nozīme ir materiāliem, kuriem ir līdzīgu elektronu un caurumu vadītspēja. Bipolāro savienojumu kārtiņas diožu struktūrās izmanto gan kā tīrus slāņus, gan matricu, kurā ievieto elektrofluoriscējošās vai elektrofosforiscējošās molekulas. Abos gadījumos, lai veidotu diožu struktūru, ir nepieciešams izpētīt šo vielu veidoto kārtiņu elektriskās īpašības un enerģētisko struktūru. Galvenokārt organiskie savienojumi ir raksturīgi ar izteiktu caurumu vadītspēju, tāpēc aktuāli ir organiskie savienojumi ar bipolārām īpašībām. Kā vieni no šādiem bipolāriem materiāliem ir karbazola atvasinājumi.

Darbā tiek apskatīta oriģināla karbazola atvasinājuma (JS97) elektriskās īpašības, kas pētītas ar telpas lādiņu ierobežoto strāvu metodi. Tas ļauj novērtēt lādiņnesēju injekcijas apstākļus, kā arī lādiņnesēju lamatu enerģētisko sadalījumu. Pētījumos izmantota no šķīduma pagatavota kārtiņa ar biezumu ar kārtu 0,5 μm. Kā elektrodi ir izmantoti ITO, Ag un Al slāņi. Ir zināms, ka no ITO un Ag elektrodiem SJ97 kārtiņā var injicēt caurumus, bet no Al – elektronus.

Darbā ir salīdzināti rezultāti trīs veida paraugiem – tīrai JS97 kārtiņai, JS97 kārtiņai ar fluorescējošām Alq₃ molekulām un JS97 kārtiņai ar fosforiscējošām Ir(ppy)₃ molekulām.

STUDIES OF PHYSICAL PROPERTIES OF CARBAZOLE DERIVATIVE MATRIX FOR ELECTROLUMINESCENCE SYSTEMS

K. Pudzis¹, A.Vembris¹, M.Porozovs¹, J.V.Grazulevicius²

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

²*Department of Organic Technology of Kaunas University of Technology,
Kaunas, Lithuania*

Bi-polar organic material (electron and hole mobility is of same order) is very important for organic light emitting diodes (OLED). Carbazole derivatives are one of them.

In this work, we have studied electrical properties and energy structure of novel carbazole derivative (JS97) thin films. The organic films were prepared by spin-coating method with the thickness of the order of 0.5 μm. It allows applying space charge limited current method to characterise charge carrier injection and energy distribution of traps in the thin films. For injection of holes ITO, Ag electrodes and for injection of electrons Al electrodes were applied. For application of carbazole derivative thin film in OLED structure, the matrix of bipolar compound SJ97 with incorporated electrofluorescent Alq₃ molecules or electrophosphorescent Ir(ppy)₃ molecules are studied as well.

In this work the results of electrical properties and energy structure (namely, energetical distribution of traps) of all three types of thin films are compared.

DMABI ATVASINĀJUMU FOTOELEKTRISKĀS ĪPAŠĪBAS DAUDZSLĀŅU KĀRTIŅĀS

M. Indrikova^a, J. Latvels^a, K. Pudzs^a, P. Pastors^b, V. Kampars^b

^a*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

^b*Rīgas Tehniskā Universitāte*

Uz organiskiem materiāliem balstītu saules elementu izveide pašlaik ir inovatīvs, tajā pašā laikā perspektīvs novirziens. Saules elementa lielākai efektivitātei ir būtiski, lai molekulas un polimērs absorbētu gaismu pēc iespējas plašākā saules spektra apgabalā, tādēļ ir nepieciešami fotoelektriskie pētījumi un, lai palielinātu iespēju absorbēt plašāku saules starojuma spektru, tika meklētas jaunas organiskās molekulas, kuru absorbcijas spektrs ir tuvāks saules starojuma spektram.

Viena no šādām molekulām ir dimetilaminobenziliden-1,3-indandions (DMABI), kas ir organisks izolators ar platu aizliegto enerģisko spraugu (~1.9eV) un labām fotoģenerācijas īpašībām.

Sadarbībā ar ķīmiķiem tiek meklēti dažādi DMABI atvasinājumi, mēģinot atrast savienojumus, kuriem fotoģenerācijas īpašības būs pēc iespējas lielākas.

Veicot pētījumus tika izmantotas un veidotas slāņainās struktūras ar vakuuma sublimēšanas metodi.

Elektriskajiem mērījumiem tika izmantota telpas lādiņa ierobežoto strāvu metode. Šī metode apraksta strāvas, sprieguma un parauga biezuma savstarpējo atkarību.

PHOTOELECTRICAL PROPERTIES OF DOUBLE – LAYERS FILMS OF DMABI DERIVATIVES

M. Indrikova^a, J. Latvels^a, K. Pudzs^a, P. Pastors^b, V. Kampars^b

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

^b*Riga Technical University*

Solar cells based on organic materials presently is innovative and at the same time perspective field. To achieve higher efficiency of solar cell, it is important that molecule absorbs light in spectral region close to sun spectrum. Therefore photoelectrical investigations are necessary. To increase a possibility to absorb wider solar spectrum, it is necessary to search new organic molecules with absorption spectrum similar to sun spectrum.

One of such molecules is dimetilaminobenziliden-1,3-indandion (DMABI).

DMABI is organic isolator with wide band gap (~1.9eV) and high photogeneration quantum efficiency. In collaboration with chemists different derivatives of DMABI were studied, trying to find compounds with better photogeneration properties.

In our work we used “sandwich type” samples which were made by vacuum evaporation method.

For electrical measurements a space charge limited current method was used. It describes interdependence of current, voltage and the thickness of sample.

DMABI ATVASINĀJUMU PLĀNO KĀRTIŅU ENERĢĒTISKO PARAMETRU NOTEIKŠANA AR KELVINA ZONDES UN ELEKTROĶĪMISKAJĀM METODĒM

J.Sīpols¹, J. Latvels¹, I. Muzikante¹, B. Turovska²

¹*Cietvielu fizikas institūts, Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija*

²*Latvijas Organiskās sintēzes institūts, Rīga, Latvija*

Domājot par kompleksas sistēmas izveidi, piemēram, saules elementiem, ir jāzina tajās izmantoto komponentu enerģētiskie parametri, lai varētu gan paredzēt novērojamos efektus, gan arī tos uzlabot, mainot pašas komponentes pilnībā vai daļēji nomainot to funkcionālās grupas.

Dimetilaminobenziliden-1,3-indandiona (DMABI) organiskā molekula (skatīt attēlu) ir parādījusi labas īpašības, lai jau pieminētajos saules elementos tiktu izmantota, tas ir, tai piemīt absorbcijas spektrs Saules starojuma spektrā un ir aizliegtā zonā ~1.9 eV [1].

Enerģētisko parametru novērtēšanai tika izmantota Kelvina zondes metode [2], kas ļauj noteikt apakšējā elektroda (ar DMABI) virsmas potenciālu un pēc tam izejas darbu (jonizācijas enerģiju DMABI gadījumā).

Ar elektroķīmisko metožu palīdzību savukārt ir iespējams noteikt savienojuma oksidēšanās un reducēšanās potenciālus, kas raksturo molekulas elektronu jonizācijas un elektronu afinitātes vērtības. Darbā ir salīdzināti iegūtie eksperimentālie un teorētiskie [3] rezultāti un analizēta to pielietošana polāro organisko savienojumu plāno kārtiņu enerģētiskās struktūras noteikšanā.

DETERMINATION OF ENERGETICAL PARAMETERS OF THIN FILMS OF DMABI DERIVATIVES BY KELVIN PROBE AND ELECTROCHEMICAL METHODS

J.Sipols¹, J. Latvels¹, I. Muzikante¹, B. Turovska²

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

²*Latvian Institute of Organic Synthesis, Riga, Latvia*

When one wants to create a complex system, for example, a solar cell, he needs to know energetical parameters of used components in order to predict observations as well as make them better by fully changing used components or by partly changing their functional groups.

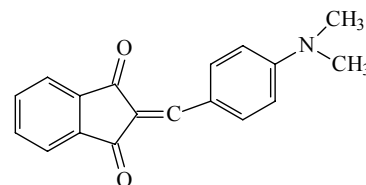
Dimethylaminobenzylidene-1,3-indandione (DMABI – see figure) organic molecule has shown good properties, so that it could be used in solar cells, namely, it has absorption spectrum within emission spectrum of the Sun and it has a band gap of ~1.9 eV [1].

To determine energetical parameters, Kelvin probe [2] was used. It gives information about surface potential of used system (with DMABI) and after that it is possible to attain work function (ionization potential in case of DMABI).

With the help of electrochemical methods it is possible to determine ionization and oxidation potentials, which characterize electron ionization and affinity of the molecule. In this work a comparison between experimental and theoretical [3] results is presented and analyzed their usage in determination of polar organic compound's energetic structure.

References:

1. I.Kaulach, E.Fonavs, I.Muzikante, A.Tokmakov, Influence of poling on charge trapping in PMMA doped with dimethylaminobenzylidene 1,3 – indandione, *Latv.J.Phys. Technical Sciences*, No.4, pp.63 - 70, 2005
2. J.Sipols, I.Muzikante, E.Fonavs, Photoelectrical properties of indandione chromophore in solid state, *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2009, Vol. 46, no.3, pp. 16-22.
3. M.A.Rutkis, A.Vembris, V.Zauls, A.Tokmakovs, E.Fonavs, A.Jurgis and V.Kampars, SPIE Proceedings, 6192 (2006) 6192Q5.



Chemical formula of DMABI molecule

AZOBENZOLU SAVIENOJUMU FOTOIZOMERIZĀCIJAS PROCESI PLĀNĀS KĀRTIŅĀS

¹B.Niparte, ¹E.Laizāne, ²D.Gustiņa

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Latvijas organiskās sintēzes institūts*

Molekulāram slēdzim viena no īpašībām ir molekulas spēja pagriezties citā stāvoklī ārējās iedarbības rezultātā, tādējādi izmainot, piemēram, molekulas dipola momenta vērtību. Kā vienas no tādām molekulām ir azobenzolu savienojumi, kuras apstarojot ar noteiktu viļņu garumu, ir novērojama pāreja starp diviem izomēra trans- un cis-stāvokļiem.

Plaši tiek pētītas dažādu polāru azobenzolu savienojumu fotoierosinātā virsmas potenciāla izmaiņas fotoizomerizācijas procesā un veikta to salīdzināšana, veidojot datu bāzi, ko būs iespējams izmantot, lai izraudzītos piemērotākās vielas ieceres īstenošanai. Azobenzola molekulu raksturošanai tiek izmantotas tādas vērtības kā fotoierosinātā virsmas potenciāla vērtības un ātruma izmaiņas trans/cis fotoizomerizācijā, kā arī optimālā molekulu koncentrācija polimēra matricā. Darbā ir izpētīta polimēru plāno kārtiņu ar azobenzola atvasinājumu A-45 fotoierosinātā virsmas potenciāla spektrālās atkarības. Polimēru kārtiņas ar 7 dažādām A-45 molekulu koncentrācijām ir iegūtas ar rotējošo uzklāšanas metodi uz ITO stikliem un pēc tam molekulas ir orientētas ar koronas izlādes metodi. Fotoierosinātās virsmas potenciāla izmaiņas ir noteiktas Kelvina zondes metodi. Parauga gaismošana notiek ar gaismas viļņa garumu, kas atbilst molekulas trans→cis (360nm) un cis→trans (450nm) pārejai. Pie optimālās A-45 molekulu koncentrācijas PMMA matricā ir pētīts fotoierosinātās virsmas potenciāla izmaiņas spektrs UV-redzamās gaismas spektra rajonā.

PHOTOISOMERIZATION PROCESSES OF THIN – LAYER FILMS OF AZOEBNZENE COMPOUNDS

¹B.Niparte, ¹E.Laizane, ²D.Gustina

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

²*Latvian Institute of Organic Synthesis*

One of the most important properties of the molecular switches is turning of the molecule by external action, for example by irradiation with definite wavelength. In the case of polar molecule the changing dipole moment is expected. One of the perspective molecules for molecular switches is azobenzene. When azobenzene is irradiated with definite wavelength, it is possible to observe process of trans→cis and cis→trans isomerisation.

In this work the influence of photoisomerization processes on changes of surface potential of novel compounds of azobenzene are investigated. The data basis of photoinduced changes of surface potential in dependence of molecule, concentration of molecules in polymer matrix would be useful for further experiments. We have studied surface potential of PMMA polymer film with A-45 with 7 different concentrations. The corona poling method was used to molecules in

the polymer film. For studying of the changes of surface potential Kelvin probe method was used. The sample was irradiated with wavelengths corresponding to trans→cis (at 360nm) and cis→trans (at 450nm) isomerisation. The spectral dependence of photoinduced surface potential in UV-vis spectral region was studied as well.

INDANDIONA ATVASINĀJUMU MOLEKULĀRAS HIPERPOLARIZEJAMĪBAS MĒRIJUMI IZMANTOJOT HIPER RELEJA GAISMAS IZKLIEDI

A.Tokmakovs¹, M.Rutkis¹, A.Ernstsons¹, V.Kampars²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas Institūts

²Rīgas Tehniskā universitāte

Organiskie materiāli ar mazo dielektrisko konstanti, un lielo nelineāri-optisko (NLO) efektivitāti piesaista arvien lielāko zinātnisko un tehnoloģisko interesi NLO ierīču izgatavošanā. Tie tiek uzskatīti par pamatu super ātrdarbīgu elektro-optisko modulatoru un slēdžu radīšanai. Lai raksturotu molekulas NLO efektivitāti parasti izmanto molekulāras hiperpolarizejamības koeficientu (β), kuru iespējams aprēķināt izmantojot kvantu ķīmijas (KĶ) metodes vai eksperimentāli noteikt šķīdumos izmantojot Hiper Releja gaismas izkliedes (HRI) metodi. Līdz šim LU CFI Organisko materiālu laboratorijā izmantoto hromoforu NLO īpašības tika novērtētas balstoties uz teorētiski aprēķinātajām β vērtībām. Paplašinot laboratorijā pieejamo eksperimentālo metožu klāstu 2009. gadā tika ieviesta HRI metode. Referātā tiks apskatīta korelācija starp eksperimentāli noteiktajām un teorētiski aprēķinātajām molekulārās hiperpolarizejamības koeficienta vērtībām vairāk nekā 10 indandiona atvasinājumiem. Lai arī visā visumā eksperimentāli iegūtas β vērtības labi korelē ar aprēķinātajām, tomēr dažiem savienojumiem raksturīgas ievērojamas novirzes no tās. Tā piemēram savienojumu DDMABI un DDDMABI izmērītas β vērtības ir ievērojami mazākas, bet savukārt tBu-DMABI-dPh augstākas nekā KĶ prognozētās.

INDANDIONE DERIVATIVES MOLEKULAR HYPERPOLARIZABILITY MEASUREMENT BY HYPER RAYLEIGH SCATTERING

A.Tokmakov¹, M.Rutkis¹, A.Ernstsons¹, V.Kampars²

¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia

²Riga Technical University

Large and fast nonlinear optical (NLO) response, low dielectric constant and easiness of processing make organic materials of great current scientific and technological interest for photonic device applications such as superfast electro-optic modulators and switches. Commonly NLO efficiency of chromophores are characterized by molecular hiperpolarizability (β), which can be calculated using quantum chemistry (QC) methods or experimentally determined in solutions by Hyper Relay light scattering (HRS). In this presentation we will analyze relationship between the measured by HRS and QC calculated β values for more than 10 indandione derivatives. Mostly experimentally obtained β values are in good correlation with QC calculated. Although for some compounds significant deviations takes place. For instance, measured β values for compounds DDMABI and DDDMABI are significantly lower, while for the tBu-DMAB-dPh higher than predicted by QC calculations.

FABRĪ-PERO ETALONA VEIDOŠANĀS PLĀNO KĀRTIŅU PARAugĀ UN TĀ IETEKME UZ EO KOEFICIENTA NOTEIKŠANU AR MZI METODI

E. Nitišs, M. Rutkis, O. Vilišis
LU CFI Organisko materiālu laboratorija

LU CFI Organisko materiālu laboratorijā viens no pētījumu virzieniem ir jaunu, augsti efektīvu polimēru materiālu radīšana, kurus varētu izmantot nelineāri optiskās (NLO) ierīcēs. Iegūto materiālu novērtēšanai viens no svarīgākajiem parametriem ir tā elektrooptiskais (EO) koeficients.

Plānās organiskās kārtiņās EO koeficientu var noteikt ar vairākām metodēm: viena stara elipsometriskajām, divstaru interferometriskajām, kā arī ar daudzstaru metodēm. Neskatoties uz daudzajiem ierobežojumiem EO koeficientu noteikšanā, praktiski biežāk tiek lietotas viena stara elipsometriskās metodes. Šķiet, ka daudz vienkāršāk plānu polimēru kārtiņu EO koeficientu vērtības noteikt var izmantojot ne tik populāro divstaru Maha-Zendera interferometrisko (MZI) metodi. Realizējot šo metodi Organisko materiālu laboratorijā radām apstiprinājumu vairākiem šīs metodes trūkumiem, kas iepriekš aprakstīti literatūrā [1]. Papildus tiem konstatējām, kā modulētā signāla fāze mainās atkarībā no gaismas krišanas leņķa uz parauga. Šo iepriekš literatūrā neapskatīto efektu skaidrojam ar Fabrī-Perro etalona veidošanos plāno kārtiņu paraugā. Referātā tiks sniegta šī efekta analīze, kā arī ieteikts problēmas risinājums EO koeficientu noteikšanai izmantojot MZI metodi.

IMPACT OF FABRY-PERROT CAVITY FORMED BY THIN FILM SAMPLE ON EO COEFFICIENT MEASUREMENT BY MZI METHOD

E. Nitišs, M. Rutkis, O. Vilišis
LU CFI Organisko materiālu laboratorija

One of the investigation tasks at the LU ISSP is creation and developments of new and highly effective polymer materials that could be used for nonlinear optical (NLO) devices. For the evaluation of new NLO polymer materials the most important criteria are their electrooptic (EO) coefficients.

For determination of EO coefficients a number of methods can be used: one beam ellipsometric, two beam interferometric as well as multiple beam methods. In general one beam ellipsometric methods have been applied more frequently despite the physical restrictions in determination of EO coefficients. Two beam Mach-Zehnder interferometric (MZI) technique implementation seems to be easier and in addition one can determine both EO coefficients r_{13} and r_{33} by this method. After realization of this method at the Laboratory of Organic materials we have found several drawbacks described earlier in literature [1], as well as observation that modulated signal phase is dependent on incidence angle of light. This critical, from our point of view, effect has not been profoundly analyzed in the literature. We could explain the effect caused by light intensity modulations by Fabri-Perrot interferometer formed in the sample. We will report an analysis of this effect and put forward solutions for successful implementation of MZI method for determination of EO coefficients in thin organic films.

1. **M. Aillerie, N. Theofanous**, Measurement of the electro-optic coefficients: description and comparison of the experimental techniques, *Appl. Phys. B* 70, (2000), p. 317.–334.

HOLOGRĀFIJA UN KODOLREAKCIJAS

HOLOGRĀFISKAIS IERAKSTS a-As₂S₃ KĀRTIŅĀ AR MINIMĀLO GAISMAS INTENSITĀTES MODULĀCIJU

A.Ozols, P.Augustovs, Dm. Saharovs

Rīgas Tehniskās Universitātes Tehniskās fizikas institūts

Eksperimentāli izpētīta hologrāfiskā ieraksta un tā koherentās pašpastiprināšanās (KPP) atkarība no ierakstošās interferences ainas intensitātes modulācijas koeficienta (kontrasta) M ar mērķi sasniegt minimālo eksperimentāli iespējamo modulāciju un noskaidrot, vai pastāv kontrasta sliekšnis, zem kura ieraksts vai KPP nenotiek un kuru nosaka materiāla nehomogenitāte. Tika ierakstītas elementārās hologrammas - hologrāfiskie režģi ar $2\ \mu\text{m}$ periodu $12\ \mu\text{m}$ biezā a-As₂S₃ kārtiņā ar 532 nm 10 mW gaismu no YAG:Nd³⁺ lāzera, kuri tika nolasīti ar 633 nm He-Ne lāzerstaru pie Bregu leņķa. Gadījumā, kad $M=1$ tika sasniegta maksimālā difrakcijas efektivitāte $\eta_{max}=20\%$ (ar diviem stariem) un maksimālais KPP faktors $\zeta_{max}=11.8$. Minimālais ieraksta kontrasts izrādījās vienāds ar $M=1.13\times 10^{-3}$, pie kura bija $\eta_{max}=0.006\%$, bet $\zeta_{max}=2.45$. Minimālo kontrastu noteica difragētā stara intensitātes tuvošanās izkliedētās gaismas fonam, kad vairs nebija iespējams izšķirt mazākas difragētā stara intensitātes. Tādā kārtā mūsu eksperimenti ļauj secināt, ka, ja arī pastāv M sliekšnis a-As₂S₃ kārtiņās, tad tas ir zemāks par $M=1.13\times 10^{-3}$. Iegūtie rezultāti var tikt izmantoti dziļākai KPP būtības izpratnei (ne visos materiālos, kur iespējams efektīvs ieraksts, noris KPP), kā arī hologrāfiskā ieraksta optimizācijai.

HOLOGRAPHIC RECORDING IN AN a-As₂S₃ FILM WITH A MINIMUM LIGHT INTENSITY MODULATION

A.Ozols, P. Augustovs, D. Saharov

Institute of Technical Physics, Riga Technical University

Holographic recording and hologram coherent self-enhancement (CSE) dependence on the intensity modulation (visibility), M , of the recording interference pattern is experimentally studied in order to determine the minimum possible modulation (modulation threshold) enabling recording or CSE. Such intensity modulation threshold can be caused by the inhomogeneity of the recording material. Elementary holograms – holographic gratings with $2\ \mu\text{m}$ period were recorded in an $12\ \mu\text{m}$ thick a-As₂S₃ film by 10 mW 532 nm YAG:Nd³⁺ laser light and read out at Bragg angle by a 633 nm He-Ne laser beam. In the $M=1$ case, the maximum diffraction efficiency $\eta_{max}=20\%$ (with two beams) and the maximum CSE factor $\zeta_{max}=11.8$ have been found. The minimum modulation was found to be $M=1.13\times 10^{-3}$ corresponding to $\eta_{max}=0.006\%$ and $\zeta_{max}=2.45$. This minimum modulation was determined by the fact that diffracted light intensity reached the scattered light intensity background. Thus we have concluded that M threshold if it exists in a-As₂S₃ films is lower than $M=1.13\times 10^{-3}$. The obtained results can facilitate better CSE understanding (since CSE does not take place in all materials where efficient recording take place) and holographic recording optimization.

LĀZERU STAROJUMA IZMANTOŠANA MATERIĀLU NANOŠTRUKTURIZĒŠANAI

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 λ_0 ir gaismas viļņa garums vakuumā, bet θ 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° , 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.

APPLICATION OF LASER LIGHT FOR MATERIAL NANOŠTRUKTURIZĒŠANAI

J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University of 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 λ_0 is the wavelength of laser light in vacuum, n is refractive index of the prism and θ 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° , 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 As₂S₃ 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.

HOLOGRĀFISKAIS IERAKSTS UV FOTOPOLIMĒROS

J. Aleksejeva, J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā tiek pētīta tilpuma režģu iegūšana fotopolimēros uz akrilāta pamata. Šādiem fotopolimēriem ir raksturīga stipra absorbcija gaismas ultravioletajā diapazonā, tāpēc režģis tiek veidots ar He-Ne lāzera 325 nm līniju. Režģis fotopolimērā tiek iegūts hologrāfiskā ieraksta laikā fotopolimerizācijas procesā. Mērījumi tiek veikti, mainot ierakstošu staru polarizāciju, intensitāti un parauga biezumu. Gataviem režģiem tiek mērīta leņķiskā selektivitāte, kas nosaka difrāģētā stara pusplatumu. Pie maza stara pusplatuma režģis var kalpot kā filtrs, kas absorbē tikai vienu viļņa garumu. Šādus režģus sauc par Brega režģiem. Tie var tikt veiksmīgi izmantoti telekomunikācijās kā filtri, jo Brega režģu atstarotais viļņa garums ir atkarīgs no leņķa, no kāda uz to krīt gaismas stars, kā arī to darbību neietekmē temperatūras izmaiņas.

HOLOGRAPHIC RECORDING IN UV PHOTOPOLYMERS

J. Aleksejeva, J. Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The common absorption maximum for this kind of polymers is in the UV diapason. For this reason the grating is formed by the He-Ne laser 325 nm line. Grating in photopolymer forms during holographic recording via monomer polymerization. Volume grating formation was observed in dependence on polarization, intensity of the recording beam and the thickness of the sample. Grating's angular selectivity also was measured, which shows the half-width of the diffracted beam. If the half-width is small enough, the grating can be used as a filter, which absorbs only one wavelength. This kind of filters is called Bragg gratings. They can be successfully used in telecommunication as filters, because wavelength of the reflected beam depends on the angle between the falling beam and the grating. Another advantage is that the Bragg grating does not depend on the temperature.

DAUDZSTARU HOLOGRĀFIJAS IERAKSTS

U.Gertners un J.Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pēdējā laikā tiek aktīvi pētīta dažādu gaismas jutīgu materiālu virsmas reljefa fotoinducētās izmaiņas, kas paver iespēju strukturētu virsmu iegūšanai neizmantojot sarežģīto ķīmiskās kodināšanas apstrādi. Tiešā hologrāfiskā ieraksta metode ir arī viena no perspektīvākajām virsmas strukturēšanas metodēm dažādos gaismas jutīgos materiālos. Lielā gaismas gradienta dēļ ir iespējams iegūt virsmas struktūras, kādas nevar iegūt kodināšanas ceļā vai ar kādu citu metodi. Darbā arī tiks apskatīts tiešais hologrāfiskais ieraksts amorfajos halkogenīdos (As-S un As-S-Se), kā arī salīdzināts tas ar attiecīgo ierakstu organiskajos gaismu jutīgajos materiālos. Ieraksts tiks realizēts ar 532nm viļņa garuma lāzeri, izmantojot līdz šim vēl pietiekami neizpētīto daudzstaru hologrāfijas iekārtu. Tiks apskatīti iespējamie virsmas-reljefa veidošanās modeļi uz fotoinducētā plastiskuma bāzes.

MULTIBEAM HOLOGRAPHIC RECORDING

U.Gertners and J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

This work is devoted to the topical issue - photoinduced formation of relief in thin layers of chalcogenide vitreous semiconductors (ChVS) without following complicated chemical processing. Direct holographic recording technique is one of the advanced methods for surface relief structuring in light sensitive materials. Because of the high light gradient it is possible to obtain surface structures like no one else method can. In this report the study of direct holographic recording of the surface-relief gratings on ChVS like As-S, As-S-Se and organic films has been presented. Holographic recording was performed by 532nm wavelength and by using multibeam recording setup. Also the mechanism of the direct recording of surface-relief on amorphous chalcogenide films based on the photoinduced plasticity has been discussed.

OPTISKO KOMPOZĪTU VIRSMAS RELJEFU VEIDOŠANAS ĪPATNĪBAS

A. Gerbreders, J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šajā darbā tiek aprakstīta plānu kompozītu polimēra-fotohroma-halkogenīdu kārtiņu iegūšanas metode, kā arī izpētītas šo materiālu optiskās un hologrāfiskā ieraksta īpatnības.

Kompozītu plānas kārtiņas tika iegūtas no arsēna sulfīda, Disperse Red 1 un polimēra Disperbyk-161 (ražots BYK-Chemie GmbH) šķīduma organiskajā šķīdinātajā. Šķīdums tika uznešts uz stikla plāksnītēm ar dažādu slāņu biezumu (4-9 μm), žūšana notika 150° temperatūrā. Arsēna sulfīda, Disperse Red 1 un polimēra attiecība bija 35 ÷ 5 ÷ 60 mas. %.

Šiem kompozītiem, tika izpētīti optiskie transmisijas spektri un notiek salīdzināšana ar citu kompozītu (As_2S_3 -Disperbyk 161 un spiropirānu- As_2S_3 -polimēru) spektriem. Tiek izpētīta virsmas reljefu veidošanās uz kompozītu plēves pēc apgaismošanas ar lāzeru 532 nm caur cilindrisku lēcu, apskatīts reljefu augstums atkarībā no apgaismošanas ekspozīcijas.

Tika ierakstīti difrakcijas režģi ar viļņu garumiem 442 un 532 nm, rakstīšanas laikā izmērījām transmisijas un refleksijas difrakcijas efektivitāti. Tika izpētīta difrakcijas efektivitāte atkarībā no ekspozīcijas. Difrakcijas režģi tika apskatīti ar AFM palīdzību.

FEATURES OF SURFACE RELIEF FORMATION IN OPTICAL COMPOSITES

A. Gerbreders, J. Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The method for preparation of thin polymer-photochrome-chalcohenide composite films is described, and some features of photoinduced changes of optical properties and holographic recording of these materials are studied.

Films of composite were obtained from solution of arsenic sulphide, Disperse Red 1 and polymer «Disperbyk-161» (produced by BYK-Chemie GmbH) in organic solvents. The solution was spread on glass substrates and dried at 150° temperature. The dry film thickness was 4-9 μm , correlation of arsenic sulphide, Disperse Red 1 and polymer in films was according to (in weight. %) 35 ÷ 5 ÷ 60.

The photoinduced changes of optical reflection and transmission of the films was observed and compared with other composites (As_2S_3 -Disperbyk 161 and spiropyran- As_2S_3 -polymers). The surface relief formation under direct influence of light (532 nm) through cylindric lens was studied. The graph of relief height dependence on exposure was made.

The holographic recording of diffraction gratings was performed by laser lines of 532 and 442 nm. During recording the diffraction efficiency of holographic recording was measured simultaneously in transmission and reflection mode. The influence of laser beam intensity on recording process was studied. The profile of the gratings was analyzed by AFM microscope.

FOTOINDUCĒTĀS ATSTAROŠANĀS IZMAIŅAS As_2S_3 -Al SISTĒMĀ

Ē. Sļedevskis^{1,2}, Vj.Gerbreders¹, J.Teteris², A.Bulanovs¹

¹*Inovātīvās mikroskopijas centrs, Daugavpils Universitāte*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Gaismas iedarbība As_2S_3 plānajā kārtiņā rada laušanas koeficienta izmaiņas, ko plānos slāņos pavada interferences nosacījumu izmaiņas. Lai palielinātu atstarošanās interferences maksimumu amplitūdu, amorfās As_2S_3 kārtiņas tika iegūtas, tās termiski uzputinot vakuumā uz stikla pamatnes, kas iepriekš pārklātas ar alumīniju.

Atstarotās gaismas interferences minimumu pie viļņa garuma 532 nm kontrole uzputināšanas laikā ļāva iegūt As_2S_3 -Al sistēmu ar minimālu atstarošanas vērtību 10-15 %. Iegūts paraugu apstaroja ar dažādas intensitātes 532 nm viļņa garuma gaismu. Tika novērota atstarošanās palielināšanās līdz 70%. Darbā parādītas atstarošanās koeficienta izmaiņas atkarība no apstarošanas laika, gaismas intensitātes un kārtiņas biezuma. Šajās kārtiņās tika ierakstītas hologrammas, kuru difrakcijas efektivitāte ir ekspozīcijas un slāņa biezuma funkcija.

PHOTOINDUCED CHANGES OF OPTICAL REFLECTIVITY IN As_2S_3 -Al SYSTEM

E. Sļedevskis^{1,2}, Vj.Gerbreders¹, J.Teteris², A.Bulanovs¹

¹*Innovation Centre of Microscopy, Daugavpils University*

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

Photoimpact on As_2S_3 films results the modulation of optical refractive-index accompanied by the modification of interference conditions for light in thin layers. To increase the value of optical reflection amplitude between interference maximum and minimum the amorphous As_2S_3 films were obtained by thermal evaporation in vacuum onto glass substrates preliminarily coated with aluminium.

The monitoring of the reflectivity at wavelength of 532 nm during the evaporation process of As_2S_3 layer allowed to obtain the As_2S_3 -Al pattern with initial reflection value of 10-15%. The samples during the experiment were exposed to the light with wavelength of 532nm with different intensity. An increase of reflectivity up to 70% was observed. This paper presents the studies of dependence for photoinduced changes in reflectivity of As_2S_3 -Al system on exposure time, light intensity and film thickness. The holographic recording in reflection mode was performed and studied.

NANOPUNKTU FORMĒŠANA AR ELEKTRONU KŪLI UZ AgSAI VIRSMAS

V.Kolbjonoks¹, Vj.Gerbreders

Inovativās Mikroskopijas Centrs, Daugavpils Universitāte

Tiek demonstrēta metode Ag nanopunktu formēšanai uz AgSAI virsmas, izmantojot elektrona kūļa (EK) starojumu. Apstarojot AgSAI virsmu, tiek novērota izciļņu veidošanās uz virsmas, domājams no sudraba. Ar EK punktā starošanas režīmu, tika izveidoti nanopunkti ar mazāko nanopunkta diametru - 25 nm. Izmantojot šo paņēmieni ar nanoburtiem tika uzrakstīts vārds „DAU”, kur katra burta garums nav lielāks par 500 nm, no nanopunktiem izveidota līnija dažus mikrometrus gara un nanopunktu masīvs ar punkta diametru 40 nm un izšķirtspēju 45 nm, kas atbilst 400 Gb/in² ierakstam datu nesējos.

Atslēgvārdi: nanopunkti, Elektronu litogrāfija.

NANO-DOTS FORMATION ON AgSAI SURFACE USING ELECTRON BEAM IRRADIATION

Vadims Kolbjonoks², Vjačeslavs Gerbreders

Center of Innovation Microscopy, Daugavpils University

A method to form Ag nano-dot pattern on AgSAI surface has been demonstrated using electron beam (EB) irradiation. Irradiating AgSAI surface we observed nano-dots growth on surface, presumable made of silver. For point scan EB irradiation, the minimum diameter of nano-dot that was obtained is - 25 nm. The word „DAU” has been written using this technique, with each character less than 500 nm, also forming of nano-dot line few micrometers in length and nano-dot array pattern with a dot size of about 40 nm and dot-pitch of 45nm, which corresponds to about 400 Gb/in² for storage applications.

Keywords: nano-dots, Electron beam lithography

RADIONUKLĪDU ANALĪZE DZERAMAJOS UN GRUNTSŪDEŅOS

D.Riekstiņa, O.Vēveris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Saskaņā ar Latvijas MK 2003. g. noteikumiem Nr.235 ir stājušies spēkā ES direktīva 98/83 par dzeramā ūdens kvalitāti, kura nepieļauj lietot dzeramos ūdeņus ar tritija koncentrāciju lielāku par 100 Bq/l un alfa- radioaktivitāti ne lielāku par 0.1 Bq/l un , beta- radioaktivitāti līdz 1 Bq/l. Mūsu pētījumos, analizēti vairāk kā simts dažādos Latvijas reģionos rūpnieciski iegūtie dzeramā ūdens paraugi. Tritija koncentrācija noteikta, izmantojot Packard TRI-CARB 2100 spektrometru un OptiPhase HiSafe 3 scintilatoru, bet α -, β - koncentrācijas mērītas ar iSOLO iekārtu. Konstatēts, ka lielākā daļā paraugu tritija koncentrācija nepārsniedza minimālo noteikšanas robežu un nevienā paraugā tā nav lielāka par 10 Bq/l, savukārt α - koncentrācijas bija intervālā no 0.01 līdz 0.05, β - koncentrācijas – 0.1 – 0.6 Bq/l. Savukārt tritija koncentrācija gruntsūdeņos potenciāli bīstamo objektu teritorijā pēdējā gada laikā ir samazinājusies. Izstrādātās tritija noteikšanas metodikas dzeramam ūdenim aprobācija veikta Pārtikas un veterinārā dienesta Nacionālā diagnostikas centrā.

ANALYSIS OF RADIONUCLIDES IN DRINKING AND GROUNDWATERS

D. Riekstina, O. Veveris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

According to the regulations of the Cabinet of Ministers of Latvia No 235, there has come into effect the EU directive 98/83 about the quality of drinking water that precludes using drinking water with the tritium concentration exceeding 100 Bq/l and alpha radioactivity 0.1 Bq/l, and beta radioactivity 1 Bq/l. Our research analyzes more than hundred samples of the industrially acquired drinking waters gathered in different regions of Latvia. The tritium concentration was determined by using the Packard TRI-CARB 2100 spectrometer and OptiPhase HiSafe 3 scintillator, but the α -, β - concentrations were measured with the iSOLO device. It was determined that in the majority of samples the tritium concentration did not exceed the minimal determination limit and in no sample it was higher than 10 Bq/l, but the α concentration was within limits from 0.01 to 0.05, β – concentration – 0.1 – 0.6 Bq/l. In turn, the tritium concentration in the ground waters in the territory of the potentially dangerous objects has decreased within the last year. The approbation of the developed method for the determination of the tritium in the drinking water was carried out in the State Veterinary Diagnostic Centre for Food and Veterinary Service.

KODOLA ^{188}Re LĪMEŅU SHĒMAS ATTĪSTĪŠANA IZMANTOJOT $(n,\gamma\gamma)$ -REAKCIJAS DATUS

M. Balodis, Ļ. Simonova, V. Bondarenko, T. Krasta, J. Bērziņš, I. Tomandl*
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Radiācijas fizikas nodaļa
**Research Centrum, Czech Republic*

Sakrišanas starp augsto un zemo enerģiju γ -pārejām, kā arī starp zemo enerģiju pārejām $^{187}\text{Re}(n,\gamma)^{188}\text{Re}$ reakcijā ar siltuma neitroniem tika mērītas pētnieciskajā reaktorā Režā netālu no Prāgas. Mērījumiem tika izmantots 500 mg smags mērķis ar ^{187}Re bagātinājumu 97.5%. Gamma-starojuma spektru reģistrācijai enerģiju intervālos no 50 līdz 2600 keV un no 4500 līdz 6500 keV tika izmantoti 28% HpGe detektors un 25% Ge(Li) detektors. Mērījumu rezultātu analīze deva iespēju noteikt enerģijas un iespējamus kvantu raksturlielumus (spinu un paritāti) 134 ^{188}Re ierosinātajiem līmeņiem enerģiju intervālā līdz 1590 keV. Būtiski izlabota un papildināta iepriekš zināmā nepārū-nepāru kodola ^{188}Re līmeņu shēma [1], kas tagad satur 61 līmeni līdz ~800 keV enerģijai, no kuriem 20 līmeņi ir pilnīgi jauni, bet 11 iepriekš zināmajiem līmeņiem ir mainīta interpretācija. Līdz ~400 keV enerģijai iegūta pilnā ierosināto līmeņu shēma spina vērtībām ≤ 5 , kas ir pamatota ar divu kvazidaļiņu rotācijas-vibrācijas mijiedarbības modeļa aprēķiniem. Dažiem ^{188}Re stāvokļiem novērojami efekti, kas liecina par kodola formas fāzes pāreju no stiprās aksiālās deformācijas un γ -nestabīlo formu.

DEVELOPMENT OF THE ^{188}Re NUCLEUS LEVEL SCHEME USING THE $(n,\gamma\gamma)$ -REACTION DATA

M. Balodis, Ļ. Simonova, V. Bondarenko, T. Krasta, J. Bērziņš, I. Tomandl*
Radiation Physics Department, Institute of Solid State Physics, University of Latvia
**Research Centrum, Czech Republic*

Low-high and low-low energy $\gamma\gamma$ -coincidences, following the $^{187}\text{Re}(n,\gamma)^{188}\text{Re}$ reaction with thermal neutrons, have been measured at the research reactor in Rež near Prague. The target was made of 500 mg rhenium with enrichment to 97.5% of ^{187}Re . The γ -ray spectra in the energy range from 50 to 2600 keV and from 4500 to 6500 keV have been recorded using 28% HpGe detector and 25% Ge(Li) detector. The analysis of measurement results allowed to obtain energies and possible quantum characteristics (spins and parities) for 134 ^{188}Re excited levels in the energy range up to 1590 keV. The previously known [1] level scheme of the odd-odd nucleus ^{188}Re is essentially corrected and extended. The proposed level scheme of ^{188}Re contains 61 levels up to ~800 keV energy, including 20 levels, which are completely new, and 11 levels with changed interpretation. The complete level scheme for up to ~400 keV energy and spins ≤ 5 is obtained and supported by the results of two-quasiparticle rotational-vibrational interaction model calculations. Some ^{188}Re states display features indicating the nuclear shape phase transition from the strong axial-deformation to the γ -soft form.

[1] E.B. Shera et al., Phys.Rev.C 6 (1972) 537.

AR NUKLONU IZOSPINA SIMETRIJU SAISTĪTO KODOLU STRUKTŪRAS EFEKTU PĒTĪJUMI

T.Krasta

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Radiācijas fizikas nodaļa

Kodols ir daudzdaļiņu sistēma, kas sastāv no divu veidu daļiņām, kuras raksturo atšķirīgas izospina T projekcijas vērtības. Kodolu izotopiskā sastāva simetrija izpaužas arī kā šo kodolu raksturlielumu: saites enerģiju, rādiusu, ierosināto līmeņu shēmu, elektromagnētisko īpašību, simetrija. Darbā tiek apskatītas vieglo ($4 \leq A \leq 40$) kodolu izospina multiplētu (spoguļkodolu dublešu ar $T=1/2$ un triplešu ar $T=1$) īpašības gar $N=Z$ līniju. Kodolu saites enerģijas, zemāko ierosināto līmeņu enerģijas, elektriskie kvadrupolie un magnētiskie dipolie momenti, kā arī $B(E2)$ un $B(M1)$ reducētās pāreju varbūtības tika aprēķinātas mikroskopiskā stipri ierobežotās dinamikas modeļa (SRDM) ietvaros, izmantojot kodola stāvokļu klasifikācijai vissimetriskāko $SU(3)$ -konfigurāciju un viena (S,T) grupa. Veikts detalizēts SRDM rezultātu salīdzinājums ar citu modeļu (čaulu, kolektīvā, bozonu) paredzējumiem īpašu uzmanību pievēršot efektiem, kas tradicionāli tiek saistīti ar kolektīvajām un viendaļiņu brīvības pakāpēm. Apskatītas arī spina-izospina simetrijas efektu izpausmes smagajos deformētajos kodolos.

STUDY OF NUCLEAR STRUCTURE EFFECTS DUE TO THE NUCLEON ISOSPIN SYMMETRY

T. Krasta

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

Nucleus is a many-particle system consisting of two types of particles having different projections of the isospin quantum number T . The symmetry of the nuclear isotopic content reflects itself also in the symmetry of nuclear properties: binding energies, radii, excited level schemes, electromagnetic properties. In present study, the properties of light nuclei ($4 \leq A \leq 40$) isospin multiplets (mirror nuclei doublets with $T=1/2$ and triplets with $T=1$) along $N=Z$ line have been considered. The nuclear binding energies, low-lying level spectra, electric quadrupole and magnetic dipole moments, as well as the $B(E2)$ and $B(M1)$ reduced transition probabilities have been calculated in the frameworks of microscopic Strictly Restricted Dynamics Model (SRDM), employing for the classification of nuclear states the most symmetric $SU(3)$ -configuration and one (S,T) group. The SRDM results are compared with the predictions of other model approaches (shell model, collective model, boson model). Especial attention is given to the effects which are traditionally related with collective and single particle excitation modes. The spin-isospin symmetry related effects in heavy deformed nuclei are discussed as well.

STRUKTŪRA UN FĀŽU PĀREJAS

Y-, O- UN Fe-VAKANCES DEFEKTU KOMPLEKSU MODELĒŠANA *fcc* Fe REŽĢĪ

A. Gopejenko¹, Yu.F. Zhukovskii¹, P.V. Vladimirov²,
E.A. Kotomin¹ and A. Möslang²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Latvija*

²*Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Materialforschung-I, Karlsruhe, Germany*

Tēraudu materiāli ar samazinātu aktivācijas spēju, kuri pastiprināti ar Y₂O₃ nogulsņējumiem, ir struktūras materiālu kandidāti nākotnes kodolsintēzes reaktoriem. Konkrētāk, oksīdu stiprināto (ODS) tēraudu izmantošana kodoltermiskos reaktoros blanketu struktūrā ļauj palielināt tā darbības temperatūru par ~100°C. Gan oksīdu nogulšņu lielums, gan to telpiskais sadalījums būtiski ietekmē ODS tēraudu mehāniskās īpašības un radiācijas noturību. ODS nanodaļiņu veidošanās principi vēl pilnībā nav izprasti. Pēdējie eksperimenti norāda, ka vismaz daļa no itrija oksīda daļiņām varētu būt iekusušas tērauda matricā mehāniskās pārmaļšanas stadijā. Ja šī hipotēze ir korekta, tad itrijs, kas izkausēts vairāk par tā līdzsvara šķīšanas robežu, veidos nogulsņējumus pulvera mehāniskās pārmaļšanas stadijā.

Darbā tiek analizētas defektu pāru kā arī Y-O-Y defektu kompleksu īpašības *fcc* Fe režģī. Defektu veidošanās un saites enerģijas tika aprēķinātas, izmantojot pirmo principu metodi. Tiek noteikti un izanalizēti lādiņu blīvuma sadalījuma grafiki. Mūsu aprēķini parāda, ka vakances ir nepieciešamais nosacījums Y atomu migrācijai, bet O atomi var migrēt starp oktaedru un tetraedru starpmezglu pozīcijām augsttemperatūru kubiskā *fcc* fāzē Fe režģī. Tagad mēs aprēķinām Y substitūcijas atomu migrācijas trajektorijas caur Fe vakancēm. Pirmajā tuvinājumā mēs veicām aprēķinus ar vienu starpkonfigurāciju, bet otrajā – aprēķini tiks turpināti, palielinot starpkonfigurāciju skaitu, lai precīzi noteiktu migrācijas barjeru.

Y, O AND Fe-VACANCY DEFECT COMPLEX MODELING IN *fcc* Fe LATTICE

A. Gopejenko¹, Yu.F. Zhukovskii¹, P.V. Vladimirov²,
E.A. Kotomin¹ and A. Möslang²

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

²*Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Materialforschung-I, Karlsruhe, Germany*

Reduced activation steels strengthened by yttria precipitates are considered as promising construction materials for fusion- and advanced fission-reactors. In particular, use of oxide dispersion strengthened (ODS) steels for fusion reactor blanket structure allows increase of its operation temperature by ~100°C. Recent experiments indicate that at least part of yttrium oxide particles might be dissolved in the steel matrix during mechanical alloying. If so, yttrium dissolved above its equilibrium solubility limit will precipitate during hot isostatic pressing of mechanically alloyed powder.

The properties of pair defects as well as the Y-O-Y defect complex in the *fcc* Fe lattice were analysed. The defect formation and binding energies were calculated using ab initio method. The charge density redistribution plots were constructed and analysed. Our calculations show that the presence of vacancies is a necessary requirement for the migration of yttrium impurity atoms whereas oxygen atoms can migrate between the octahedral and tetrahedral interstitials of the high-temperature face-centred cubic phase of iron lattice. Currently, we perform calculations on the migration trajectories for Y substitutes *via* Fe vacancies. The first step of this modeling consists of the calculations with one intermediate configuration and then the calculations will be continued with the increased number of the intermediate configurations to precisely estimate the migration barrier.

VIRSMAS UN ZEMVIRSMAS VAKANCES URĀNA NITRĪDĀ: MODELĒŠANA NO PIRMAJĪEM PRINCIPIEM

D. Bočarovs, D. Grjaznovs, J. Žukovskis, J. Kotomins
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Urāna mononitrīds, metālisks materiāls ar NaCl struktūru, ir daudzsološs materiāls jaunajiem IV paaudzes kodolu reaktoriem. Reaktoriem sintezētajos UN paraugos ir ievērojams daudzums skābekļa piemaisījumu, kuri būtiski ietekmē degvielas īpašības. Tāpēc ir nepieciešams izprast O adsorbciju, kā arī turpmāko urāna nitrīda oksidēšanos.

Šajā darbā mēs parādām aprēķinu rezultātus punktveida defektiem uz UN (001) virsmas. Darbā tika apspriestas U un N vakances veidošanās enerģijas virsmas un zemvirsmas UN (001) slāņos, kā arī elektriskā lādiņa pārdale, elektronisko stāvokļu blīvums, magnētiskie momenti uz urāna atomiem un atomu nobīdes ap vakancēm. Iegūtie rezultāti tiks pielietoti turpmākajos pētījumos, modelējot O mijiedarbību ar vakancēm.

SURFACE AND SUBSURFACE VACANCIES IN URANIUM NITRIDE: FIRST PRINCIPLES CALCULATIONS

D. Bocharov, D. Gryaznov, Yu.F. Zhukovskii, E.A. Kotomin
Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

The uranium mononitride (UN), which possesses a NaCl structure and metallic nature, is an advanced material for the non-oxide nuclear fuel considered as a promising candidate for use in Generation-IV fast nuclear reactors. UN samples synthesized for reactors contain considerable amount of O impurities, which greatly affect fuel properties. Therefore, it is necessary to understand mechanism of oxygen adsorption as well as further oxidation of uranium nitride.

In this work, we present results of calculations on point defects upon the UN (001) surface. The formation energies of both U and N vacancies for the UN (001) surface and slab inner layers are discussed together with the electronic charge redistribution, density of states, magnetic moments on uranium atoms, and atomic displacements around the vacancies. It is explicitly discussed that consequences for the electronic structure and future studies on the oxygen adsorption are caused by these point defects.

KLASTERU MĒROGOŠANĀS MODELĒŠANA AR KINĒTISKO MONTE-KARLO UN ŠĪNU AUTOMĀTA METODĒM

P. Merzļakovs, G. Zvejnieks

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā tiek raksturots klasteru sadalījums, kas rodas epitaksiālā monoslāņa augšanas sākuma stadijā daļiņu agregatizācijas rezultātā. Datormodelēšanā tiek noteikta klasteru superstruktūras atkarība no bezdimensionāla lieluma - daļiņu difūzijas attiecības pret adsorbcijas ātrumu. Robežgadījumā, kad difūzijas attiecība pret adsorbciju tiecas uz bezgalību, iegūtā atkarības pakāpe salīdzināta ar teorētiskiem novērtējumiem.

Datormodelēšanā salīdzinoši izmantotas gan kinētiskā Monte Karlo, gan šūnu automāta metodes. Veicot aprēķinus uz viena procesora, šūnu automāta metodes ātrdarbība nepaātrina aprēķinu gaitu. Šūnu automāta metodē tiek pārvērtēta daļiņu difūzija, rezultātā tiek iegūta lielāka klasteru superstruktūra un tā ir jāaplūko lielākā režģī. Šinī gadījumā šūnu automāta un kinētiskās Monte Karlo modelēšanas laiki kļūst salīdzināmi.

MODELING OF CLUSTER SCALING BEHAVIOR WITH KINETIC MONTE-CARLO AND CELLULAR AUTOMATA METHODS

P. Merzļakovs, G. Zvejnieks

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In the present work the cluster distribution is characterized in the submonolayer epitaxial growth limit. The characteristic cluster superstructure size dependence on dimensionless parameter – particle diffusion vs adsorption is determined using computer simulations. In the limit of fast diffusion vs adsorption ratio, the obtained power dependence is compared with theoretical estimates.

In these studies both kinetic Monte Carlo and cellular automata simulations are used. In a single processor calculation cellular automata method gives no advantage in computational speed. Particle diffusion is overestimated in cellular automata method. That leads to a larger cluster superstructure size which in turn requires a larger lattice. In this case cellular automata and kinetic Monte Carlo simulation times become comparable.

TEMPERATŪRAS IETEKME UZ ĶĪMISKI SAKĀRTOTIEM POLĀRIEM NANOAPGABALIEM RELAKSORU SEGNETOELEKTRIKU $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ (PMN) KRISTĀLOS

D. Engers, Ē. Klotiņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Polārie nanoapgabali ir nozīmīgi modeļos, kas apraksta nesakārtotas cietvielas, īpaši uz ABO_3 perovskītiem bāzētus relaksoru segnetoelektriskus $Pb(B_xB'_{1-x})O_3$. Difūzās neitronu izkliedes eksperimenti [1] apstiprina koncepciju par tuvdarbības polārām korelācijām – polāriem nanoapgabaliem, ko iespējams iniciēt tuvās ķīmiskās kārtības veidošanās režģa B pozīcijās. Kaut gan Mg un Nb katjoni ieņem nejaušas B pozīcijas, pirmo principu teorija [2] paredz lokālus ķīmiski sakārtotus polārus nanoapgabalus (superšūnas) un tos veidojošo jonu relaksāciju attiecībā pret ideālu perovskītu struktūru, rezultātā radot struktūru ar lokālu triklīnisko vai monoklīnisko simetriju. Statistiskās modelēšanas problēmas, kas saistītas ar translācijas invariances neizpildīšanos PMN kristālos, darbā ir apietas, pētot empīriski pārveidotu efektīvo Hamiltoniānu ar no pirmiem principiem aprēķinātiem superšūnu parametriem un polarizācijas komponentēm, kas atļauj veikt statistisko analīzi vidējā lauka teorijas ietvaros. Modelējot $8 \times 8 \times 8$ 15-atomu superšūnas iegūta polarizācijas pārslēgšanās individuālās superšūnās, korelāciju funkcijas un pāra sadalījuma funkcijas ar temperatūru un dipolu–dipolu mijiedarbību, kā parametriem. Konceptuāls rezultāts ir konvencionālās teorijas [3] parametra „lokālo lauku” kā un simetrijas laušanas cēloņa aizvietošana ar fizikāli piemērotāku un balstītu uz ab initio režģa dinamikas rezultātiem efektīvā Hamiltoniānā.

[1] P. Gehring, H. Hiraka, C. Stock, S.-H. Lee, W. Chen, Z.-G. Ye, S. B. Vahrushev, Z. Chowdhuri, Phys. Rev. B 79, 224109 (2009)

[2] S.A. Prosandeev, E. Cockayne, B.P. Burton, S. Kamba, J. Petzelt, Yu. Yuzuk, R.S. Katiyar, Phys. Rev. B 70 134110 (2004)

[3] B.P. Burton, E. Cockayne, S. Tinte, U.V. Waghmare, Phase Transitions, 79, 2006, pp.91-121

TEMPERATURE DEVELOPMENT OF CHEMICALLY ORDERED POLAR NANOREGIONS IN RELAXOR FERROELECTRIC $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ (PMN)

D. Engers, E. Klotins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Polar nanoregions play a central role in models addressed to description of disordered solids and especially ABO_3 perovskite based relaxor ferroelectrics $Pb(B_xB'_{1-x})O_3$. Diffuse neutron scattering [1] support the concept of short-range polar correlations – polar nanoregions - presumably initiated by short-range chemical ordering so constituting local deviations from the randomness on the B sites. Whereas Mg and Nb cations are located randomly in the B sites the first principles theory [2] predicts local chemical ordered polar nanoregions (supercells) and the relaxation of constituting ions with respect to ideal perovskite positions so supporting local structures with triclinic and monoclinic symmetry. Problems associated with violation of the translational invariance in PMN are circumvented in this study by empirically modified effective Hamiltonian with first principles superlattice parameters and components of polarization as key entities allowing the statistical analysis within the mean field approach. Presumptions included on physical grounds are invariance under permutations, pseudorandom distribution of polarization, and dipole-dipole interaction. Outputs of the $8 \times 8 \times 8$ 15-atom supercells model comprise switching of individual supercells, its correlation and pair distribution functions with the temperature and dipole-dipole interaction as parameters. A conceptual development is abandoning the “local fields” as an artificial fitting parameter supporting the symmetry breaking [3] and here implemented in effective Hamiltonian as a natural consequence of first principles lattice dynamics.

[1] P. Gehring, H. Hiraka, C. Stock, S.-H. Lee, W. Chen, Z.-G. Ye, S. B. Vahrushev, Z. Chowdhuri, Phys. Rev. B 79, 224109 (2009)

[2] S.A. Prosandeev, E. Cockayne, B.P. Burton, S. Kamba, J. Petzelt, Yu. Yuzuk, R.S. Katiyar, Phys. Rev. B 70 134110 (2004)

[3] B.P. Burton, E. Cockayne, S. Tinte, U.V. Waghmare, Phase Transitions, 79, 2006, pp.91-121

KRISTĀLISKĀS STRUKTŪRAS UN ATOMU POZĪCIJU NOTEIKŠANA, IZMANTOJOT EXAFS

A. Kalinko, A. Kuzmin

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

EXAFS spektroskopija ir efektīva eksperimentāla metode vielu struktūras noteikšanai. Kristāliskās cietās vielās, kur eksistē gan tuvā gan tālā kārtība, difrakcijas metode atļauj pilnīgi izpētīt šo vielu struktūru un atomu izvietojumu elementārā kristalogrāfiskā šūnā, kā arī lokālo atomu dinamiku.

Šajā darbā tika izstrādāta metode, kas ļauj noteikt kristāla struktūras parametrus (režģa parametri un atomu pozīcijas elementārā šūnā) tieši no EXAFS spektriem. Šim mērķim tika izstrādāta programma, kura sistemātiski izmaina struktūras parametrus, salīdzinot fāzi atbilstošiem teorētiskiem un eksperimentāliem EXAFS spektriem. Savienojumam ar dažāda tipa atomiem vienlaikus var izmantot vairākus EXAFS spektrus. Tas ļauj būtiski nostabilizēt iegūto risinājumu.

Darbā tiks parādīti struktūras noteikšanas piemēri ReO_3 , kuram ir perovskita-tipa struktūra ar vienu struktūras parametru, kā arī NiWO_4 ar vairākiem struktūras parametriem un iespēju izmantot volframa un cinka absorbcijas malas EXAFS spektrus.

DETERMINING CRYSTAL STRUCTURE AND ATOMIC POSITIONS USING EXAFS

A. Kalinko, A. Kuzmin

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

EXAFS spectroscopy is a powerful experimental technique for the local structure determination in both ordered and disordered materials. In crystalline compounds, a combination of EXAFS and diffraction methods allows a complete characterization of lattice dynamics and static crystal structure including atomic positions within the unit cell.

In the present work, we have developed the original method for the crystal structure (cell parameters and atomic positions within the unit cell) determination solely from EXAFS data. This method was implemented in the computer code, which systematically optimizes values of structural parameters by minimizing the difference between two total phases, corresponding to theoretical and experimental EXAFS spectra. The method allows using several EXAFS spectra in the case of complex materials composed of different atom types to stabilize the solution.

Two examples of the method application to ReO_3 , having perovskite-type structure with single structural parameter, and to NiWO_4 , having wolframite-type structure described by multiple structural parameters, will be given. In the latter case, the possibility of simultaneous fitting of the two EXAFS spectra, measured at wolfram and zinc absorption edges, will be shown.

SAKĀRTOTA $\text{Pb}_2\text{ScTaO}_3$ KRISTĀLISKĀ REŽĢA FĀŽU STABILITĀTE

J.Gabrusenoks

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Svina skandija tantalāta kristāli atbilst perovskitu vispārējai formulai $\text{AB}_x\text{B}_{1-x}\text{O}_3$. Darbā ir veikts šo kristālu struktūras un dinamisko īpašību aprēķins no pirmajiem principiem. DFT-B3PW aprēķini tika veikti, izmantojot CRYSTAL06 programmu paketi.

Aprēķinātās fononu frekvences norāda uz $\text{Fm}3\text{m}$ kristāliskā režģa nestabilitāti F1g un F1u fononu modām. Tuvu nestabilitātei ir arī moda F2g . Tiek analizētas $\text{R-}3\text{m}$, $\text{R-}3$ un $\text{R}3$ kristāliskā režģa struktūras saistībā ar šīm nestabilajām modām.

PHASE STABILITY OF ORDERED $\text{Pb}_2\text{ScTaO}_3$ CRYSTAL LATTICE

J.Gabrusenoks

Institute of solid state physics, University of Latvia

Lead scandium tantalate single crystals (PST) belong to perovskite structure with general formula $\text{AB}_x\text{B}_{1-x}\text{O}_3$. This work present ab initio calculations of structural and dynamical properties of PST ordered crystal.

To perform the first-principle DFT-B3PW calculations the CRYSTAL06 computer code was used. Calculated phonon frequencies show instability of $\text{Fm}3\text{m}$ lattice for F1g and F1u phonon modes, phonon mode F2g is also close to instability. Possible crystal $\text{R-}3\text{m}$, $\text{R-}3$ and $\text{R}3$ lattices in connection with these unstable modes are analysed.

NANOSTRUKTŪRU VEIDOŠANĀS LiF KRISTĀLOS, APSTAROJOT AR 15 MeV Au JONIEM

R.Grants, I.Manika

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pētītas MeV enerģijas Au jonu izraisītās struktūras un mikromehānisko īpašību izmaiņas LiF kristālos, izmantojot atomspēka mikroskopijas un nanocietības metodes. Šādu jonu mijiedarbībā ar vielu un defektu veidošanā ievērojamo ieguldījumu blakus eksitonu mehānismam dod elastisko sadursmju mehānisms. Paraugi tika apstaroti ar fluenci 5×10^{13} joni/cm², kura nodrošina treku pārklāšanos un efektīvu struktūras un īpašību modifikāciju. Konstatēts, ka apstarošana noved pie aptuveni divkārtējas nanocietības palielināšanās virsmas slānī, kas tipiska radiācijas defektu agregatizācijas stadijai. Cietinātā slāņa biezums (4 mkm) sakrīt ar pēc SRIM 2008 programmas aprēķināto jonu iespiešanās dziļumu. Struktūras pētījumi, kombinējot ķīmiskās kodināšanas un atomspēka mikroskopijas metodes, visā apstarotajā zonā uzrāda nanostrukturēšanos, veidojoties kolonveida graudiem ar šķērsgriezumu 100-150 nm. Veicot paraugu atkvēlināšanas eksperimentus, pētīta veidotās struktūras termiskā stabilitāte. Atrasts, ka pie dotās jonu enerģijas un fluences, to iespaido jonu kūļa intensitāte. Eksperimenti, apstarošanai izmantojot jonu kūļu strāvas 30-150 nA diapazonā, parādīja, ka termiskā stabilitāte pieaug intensīvāka jonu kūļa gadījumā, kad treku pārklāšanās zonās materiāls īsā laika intervālā tiek pakļauts atkārtotai jonu iedarbībai.

NANOSTRUCTURING OF LiF SINGLE CRYSTALS IRRADIATED WITH 15 MeV Au IONS

R.Grants, I.Manika

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The change of structure and micromechanical properties of LiF single crystals irradiated with 15 MeV Au ions has been studied using AFM and nanoindentation techniques. In the case of MeV ions, the energy transfer is contributed by both the exciton mechanism and mechanism of elastic collisions of ions with target atoms. The LiF samples were irradiated with fluence of 5×10^{13} ions/cm² ensuring strong modifications of structure and properties. The results showed remarkable effect of ion-induced hardening typical for aggregation stage of radiation defects. The thickness of hardened layer (~4 μm) coincides with the penetration depth of ions calculated using SRIM 2008. AFM studies revealed nanostructuring of irradiated layer where columnar grains with a cross-section of 100-150 nm were observed. To evaluate the thermal stability of the damage structures, the annealing experiments were performed. The results demonstrate that at a given ion energy and fluence the recovery of structure and properties is affected by the intensity of ion flux used during the irradiation. The ion beam current was varied in the range of 30 - 150 nA. The increase of thermal stability with increasing the beam current was observed. Obviously, the formation of colloids and other complex aggregates is promoted under conditions of high ion fluence and flux, where the bombarding ions repeatedly hit the same crystal region with a small time delay.

NANOINDENTĒŠANAS PROCESI MONO-UN POLIKRISTALISKOS Zn UN ZnO

R.Zabels¹, F. Muktepāvela¹, V. Sursajeva²

¹ *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

² *Krievijas zinātņu akadēmijas Cietvielu fizikas institūts, Černogolovka*

Zināms, ka pusvadītāju ierīču izgatavošana un ekspluatācija bieži vien ir saistīta ar kontakta inducētiem procesiem, no kuriem ir atkarīga ierīces mehāniskā stabilitāte. Nanoindentēšanas metode ir piemērota mehānisko īpašību pētīšanai, jo ir saistīta ar kontakta inducētajiem deformācijas procesiem. To var izmantot gan maza izmēra monokristāliem, gan polikristāliem un arī pārklājumiem, iekļaujot arī kontakta stabilitātes novērtēšanu.

Darba ietvaros tika pētīti ZnO monokristāls, ar plazmas izputināšanas un ar CFI izstrādāto mehānoaktivētās oksidēšanās (MAOM) metodēm iegūtie ZnO pārklājumi uz stikla, kā arī tīrs Zn monokristāls indentēšanas procesu salīdzināšanai. Rezultāti parādīja, ka ZnO monokristāls ir relatīvi mīksts materiāls: cietība uz prizmatiskās plaknes ir 2.0 GPa, Junga modulis – 160 GPa. Virsmas slānī ir novērojams neliels mēroga efekts – pie iespiešanas dziļuma 20-50 nm cietība palielinās līdz 3.0 GPa. Parādīts, ka ZnO monokristālā indentēšanas procesi ir saistīti ar dislokāciju slīdēšanas mehānismiem, kas līdzīgi Zn monokristālā sastopamajiem. Salīdzinot vienos apstākļos iegūtos rezultātus ZnO monokristālam un ZnO nanostrukturētiem pārklājumiem var konstatēt, ka pēdējiem fāžu-struktūras faktora dēļ ir lielāka cietība – 9 GPa, bet Junga modulis 120 GPa. Pārklājumus raksturo liela adhēzija ar stiklu. Indentēšanas laikā deformācija notiek bez plaisu veidošanās un pēc bezdislokācijās mehānisma.

NANOINDENTATION PROCESSES IN Zn AND ZnO SINGLE- AND POLYCRYSTALS

R.Zabels¹, F. Muktepavela¹, V. Sursajeva²

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

² *Institute of Solid State Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka*

It is known that in the production and utilization of semiconductor devices is often connected with contact-induced processes. These processes influence mechanical stability of the device. Nanoindentation is a well suited method for testing mechanical properties because it is related to the deformation of the contact-induced processes. This method can be used for small-sized single crystals, as well as for polycrystalline thin films, including estimate of the contact stability.

Within extent of this work a ZnO single crystal, polycrystalline thin films on glass obtained by magnetron ion sputtering and the mechanoactivated oxidation method (MAOM) developed in CFI have been investigated. Additionally for comparison of indentation processes measurements on the Zn single crystal also have been carried out. Results show that the ZnO single crystal is relatively soft material with hardness of 2.0 GPa on the prismatic plane and Young's modulus of 160 GPa. In a thin layer of surface hardness tends to increase reaching 3.0 GPa on the surface (indentation depth of 20 – 50 nm) – this effect may be attributed to so called indentation scale effect. Indentation processes in the ZnO single crystal are closely related to those found in the Zn single crystal which includes mechanisms of dislocation sliding. When comparing results for ZnO single crystal and nanostructured ZnO films obtained at similar conditions it can be seen that phase-structure factor of coatings leads to increase of hardness up to 9 GPa, leaving modulus at 120 GPa. Coatings are characterized by high adhesion with glass. Indentation induced deformation in ZnO coatings occurs without the sliding of dislocations and the appearance of micro-cracks.

TlBr KRISTĀLU ĪPAŠĪBAS ATKARĪBĀ NO AUDZĒŠANAS METODĒM

M. Šorohovs, L. Grigorjeva

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

TlBr kristāli ir vieni no perspektīvākajiem materiāliem X- un gamma starojumu istabas temperatūras detektoru izgatavošanai. Šajā darbā tiek salīdzināti dažādas izcelsmes TlBr jonizējoša starojuma detektoru kristāli. Paraugi tika saņemti no Maskavas *ГРЕДМЕТ* institūta (audzē kristālus ar *Bridgerman-Stockbarger* metodi) un no Vācijas Korth Crystal (audzē ar *Horizontal Molting zone* metodi). Tika pētītas kristālu optiskās īpašības (zemo temperatūru luminescence, fundamentālā absorbcijas mala), virsmas īpašības (virsmas apstrādes kvalitātes kontrole ar optiskās mikroskopijas palīdzību), elektriskās īpašības (volt-amper raksturlīknes). No šiem kristāliem tika izgatavoti radiācijas detektori un testētas šo detektoru spektrometriskās īpašības, izmantojot X- un gamma starojuma avotus. Iegūtie rezultāti tika apkopoti un analizēti, lai noteiktu piemērotāko kristālu audzēšanas metodi, kā arī dotu rekomendācijas kristālu ražotājiem.

PROPERTIES OF TlBr CRYSTALS: DEPENDENCE ON GROWTH METHODS

M. Shorohov, L. Grigorjeva

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

TlBr crystals are one of prospective material for the detection of X- and γ - rays operating at room temperature. In present work are compared the TlBr crystals grown by different companies. The samples were obtained from Moscow *ГРЕДМЕТ* institute (grown by *Bridgerman-Stockbarger* method) and German Korth Crystal Company (grown by *Horizontal Molting zone* method). The samples were investigated using optical methods (low temperature luminescence and fundamental absorption edge), surface properties (control of the surface processing quality by optical microscope method) and electrical properties (volt-ampere characteristics). The radiation detectors were made from these samples. The spectrometrical characteristics of the detectors were tested of the detectors using X- and γ -ray sources. The obtained results were summarized and analyzed with a goal to choose the acceptable growing method and give the recommendation to improve the crystal quality.

MODIFICĒTA KNN CIETĀ ŠĶĪDUMA SINTĒZE UN DIELEKTRISKĀS ĪPAŠĪBAS

I.Smeltere, M.Antonova, A.Kalvāne, M.Līviņš, V.Zauls
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Bezsvina pjezoeltriskās keramikas $(K_{0.5}Na_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)O_3+0.5\text{mol.}\%MnO_2$, $(K_{0.5}Na_{0.5})(Nb_{1-x}Ta_x)O_3+0.5\text{mol.}\%MnO_2$ tika izgatavotas, izmantojot tradicionālo keramikas tehnoloģiju. Optimālās saķepšanas temperatūras ir robežās no $1100^\circ - 1170^\circ\text{C}$ atkarībā no kompozīcijas sastāva. Sablīvēšanās saķepšanas ceļā notiek ļoti šaurā temperatūru intervālā, novirzoties no kura blīvums ievērojami samazinās. Tas pats novērots arī dielektrisko un pjezoeltrisko īpašību mērījumos. KNN cietā šķīduma modificēšana uzlabo keramikas īpašības. Tiek veicināta saķepšana, galarezultātā iegūstot blīvākus paraugus; blīvums pieaug no $4.26\text{g}/\text{cm}^3$ (94.0% no teorētiskā blīvuma) tīram KNN līdz $4.40\text{g}/\text{cm}^3$ (97% no teorētiskā blīvuma) ar Mn/Sb^{5+} un Mn/Ta^{5+} modificētām keramikām.

Fāžu pārejas pīķis pie T_c paliek platāks, pieaugot aizvietošanas pakāpei, kas norāda uz pāreju no klasiska segnetoelektriķa uz relaksortipa segnetoelektriķi. Salīdzinot ar tīru KNN, modificētās keramikas paraugiem dielektriskās un pjezoeltriskās īpašības ievērojami pieaug: ϵ pie T_c pieaug no 6000 KNN līdz 12400 KNN aizvietotam ar Sb ($x=0.04$), $d_{33} = 92 \div 192\text{pC}/\text{N}$, $k_p = 0.32 \div 0.46$ $k_t = 0.34 \div 0.48$.

SYNTHESIS AND DIELECTRIC PROPERTIES OF MODIFIED KNN SOLID SOLUTION

I.Smeltere, M.Antonova, A.Kalvane, M.Livinsh, V.Zauls
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Lead-free piezoelectric ceramics $(K_{0.5}Na_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)O_3+0.5\text{mol.}\%MnO_2$, $(K_{0.5}Na_{0.5})(Nb_{1-x}Ta_x)O_3+0.5\text{mol.}\%MnO_2$ with single phase perovskite structure were prepared by conventional ceramic technology. The optimal sintering temperatures of compositions were within $1100^\circ - 1170^\circ\text{C}$. It has been found that densification occurs within a narrow temperature range, and the density decreases apparently when the sintering temperature slightly exceeds optimal one. The same tendency was observed in the case of dielectric and piezoelectric properties. The co-effects of MnO_2 doping and Sb or Ta substitution lead to improvements in the properties of KNN. Doping elements promote the sintering and improves the densification in comparison with pure KNN. The samples reached density from $4.26\text{g}/\text{cm}^3$ (94.0% of theoretical density) for pure KNN to $4.40\text{g}/\text{cm}^3$ (97% of TD) for Mn/Sb^{5+} and Mn/Ta^{5+} co-doped ceramics.

Phase transition peak at T_c becomes broadened gradually with increasing x indicating the appearance of a diffuse phase transition. It is suggested that the substitution of B-site of the perovskite structure in KNN ceramics gives a transition from a classical ferroelectric to relaxor – like ferroelectric. Compared with pure KNN, the co-effects of MnO_2 doping and Sb^{5+} substitution for Nb^{5+} lead to significant improvement in the dielectric permittivity, piezoelectric charge coefficient d_{33} as well as planar k_p and thickness k_t coupling coefficients: ϵ at the T_c increased from 6000 $(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$ to 12400, $d_{33} = 92 \div 192\text{pC}/\text{N}$, $k_p = 0.32 \div 0.46$ $k_t = 0.34 \div 0.48$ for Sb-substituted KNN ($x=0.04$).

RELAKSORU STĀVOKĻA APRAKSTS PMN-ST-PT CIETO ŠĶĪDUMU SISTĒMĀ

M.Dunce, M.Antonova, M.Kundziņš, Ē.Birks
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Relaksoru stāvoklis segnetoelektriķos tradicionāli tiek aprakstīts, pieņemot:

- statiskās dielektriskās caurlaidības temperatūras atkarību, ko raksturo tās nepārtraukta palielināšanās, pazeminoties temperatūrai;
- relaksācijas laiku sadalījuma funkciju $g(\ln\tau)$ intervālā no τ_{\min} līdz $\tau_{\text{cut-off}}$, kur $\tau_{\text{cut-off}}$ temperatūras atkarība seko Fogela-Fulčera likumam, diverģējot pie noteiktas temperatūras $T_f < T_m$ (T_m – dielektriskās caurlaidības maksimuma temperatūra).

Šīs interpretācijas pamatā ir polāro mikroapgabalu relaksācija ārējā elektriskā lauka klātbūtnē, relaksācijas laika diverģences jeb iesalšanas iemesls ir šo apgabalu mijiedarbības palielināšanās. Aprakstītie priekšstati ērti izskaidro eksperimentāli noteikto maksimuma parādīšanos dielektriskās caurlaidības temperatūras atkarībā un tā nobīdi, mainoties mērļauka frekvencei. Tā kā pie $T < T_f$ relaksācijas mehānisms, kas nosaka dielektriskās caurlaidības izturēšanos pie $T > T_f$, vairs nedarbojas, eksperimentāli konstatētās relaksācijas izskaidrošanai pie zemām temperatūrām tiek meklēti citi mehānismi.

Šajā darbā tiek parādīts, ka relaksāciju var aprakstīt viena kopēja relaksācijas mehānisma ietvaros gan virs, gan zem T_f . No šāda apraksta automātiski seko, ka reāla iesalšana segnetoelektroskajos relaksoros nenotiek, tā vietā $\tau_{\text{cut-off}}$ vērtība monotoni samazinās, pazeminoties temperatūrai apbū T_f . Relaksāciju raksturojošo parametru temperatūras atkarība satur informāciju par statiskās dielektriskās caurlaidības un $\tau_{\text{cut-off}}$ temperatūras atkarībām. Tāpat kā iepriekš izstrādātie modeļi arī šie priekšstati pagaidām nedod skaidrojumu par relaksācijas laiku sadalījuma funkcijas raksturu.

DESCRIPTION OF RELAXOR STATE IN PMN-ST-PT SYSTEM OF SOLID SOLUTIONS

M.Dunce, M.Antonova, M.Kundzinsh, E.Birks
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The relaxor state in ferroelectrics is traditionally described, assuming:

- temperature dependence of static dielectric permittivity, which is characterized by its continuous increasing, if temperature is decreased;
- distribution function of relaxation times $g(\ln\tau)$ in range between τ_{\min} and $\tau_{\text{cut-off}}$, where temperature dependence of $\tau_{\text{cut-off}}$ follows Vogel-Fulcher law, diverging at a definite temperature $T_f < T_m$ (T_m – temperature of maximum of dielectric permittivity).

This interpretation is based on relaxation of polar microregions in presence of external electric field. The reason of divergence of relaxation time or freezing is increasing of interaction between these microregions. The described concepts conveniently explain the experimentally stated appearance of maximum in temperature dependence of dielectric permittivity and its shift, when frequency of measuring field changes. Since the relaxation mechanism, which determines behaviour of dielectric permittivity at $T > T_f$, does not work at $T < T_f$, there are needed other mechanisms to explain the experimentally stated relaxation at low temperatures.

In this work it is showed that the relaxation can be described within the framework of one common relaxation mechanism both above, and below T_f . From such a description it automatically follows that real freezing in ferroelectric relaxors does not occur, instead $\tau_{\text{cut-off}}$ value monotonously decreases, if temperature decreases from both sides of T_f . Temperature dependence of the relaxation describing parameters contains information about temperature dependences of static dielectric permittivity and $\tau_{\text{cut-off}}$. As well as previously developed models, these concepts for the present time do not explain the nature of distribution of function of relaxation times.

FOTOSTIMULĒTIE PROCESI MIKROTIĻPUMOS UZ ROBEŽVIRSMAS Sb/Se

O.Šimane, V.Gerbreders, V.Kolbjonoks, E.Sledevskis, A.Bulanovs
G. Liberta Inovatīvās mikroskopijas centrs, Daugavpils Universitāte

Šajā pētījumā tika veikta Sb/Se daudzslāņu plāno kārtiņu optisko un elektrisko īpašību izpēte. Tika noteikts, ka būtiskākās izmaiņas pētītajos objektos norisinās difūzijas brīdī slāņu robežvirsmas mikrotilpumos, kad pētāmie objekti tiek pakļauti tiešai sildīšanai vai apstaroti ar intensīvu lāzera staru. Tika iegūti un analizēti dati par fāžu pāreju no nesakārtota uz sakārtotu stāvokli, kas novēroti mikrosekunžu intervālā Sb-Se robežvirsmas mikrotilpumos. Pētījumā tika iztirzātas strukturālās izmaiņas, kas tiek novērotas pēc apstarošanas ar femtosekunžu lāzerstarojumu, ieskaitot fāžu pāreju no amorfā uz kristālisko stāvokli.

STIMULATED CHANGES IN Sb/Se MULTILAYERED FILM

O.Shimane, V.Gerbreders, V.Kolbjonoks, E.Sledevskis, A.Bulanovs
G.Liberts Innovative Microscopy Center, Daugavpils University

The process in Sb/Se nanomultilayered thin film has been studied. It was shown that essential changes of optical parameters (transmission and reflection) and of the electrical conductivity occur due to the interdiffusion stimulated by direct heating or by the influence of the intensive laser beam (femtosecond laser irradiation). The photo- and thermoeffects observed critically change with time. The origin of these different phenomena is discussed.

STENDA REFERĀTI

DZELZS JONU PIEMAIŠĪJUMU LUMINISCENCE APSTAROTOS MAGNIJA OKSĪDA KRISTĀLOS

V. Skvorcova

LU Cietvielu fizikas institūts

Magnija oksīds ir perspektīvs materiāls gamma un neitronu starojuma dozimetrijai. Magnija oksīda fotoluminiscence, ierosināta ar dažādu veidu starojumu, tiek plaši pētīta. Darbā tiek pētīti fotoluminiscence (PL), tās ierosmes spektri (PLE) un absorbcijas spektri magnija oksīda paraugiem ar dažādām dzelzs jonu piemaisījumu koncentrācijām pēc apstarošanas ar ātriem neitroniem un atkvēlināšanas.

MgO kristālu (apstarotu un neapstarotu) fotoluminiscences spektri satur joslu pie ~760 nm un vāju joslu ar maksimumu ~440 nm. Papildus novērotas šauras līnijas, kas saistītas ar Cr³⁺ joniem. Pēc apstarošanas fotoluminiscences spektrā parādās joslas 500 un 920 nm ($\lambda_{\text{ex}}=420$ nm) un plecs pie 650 nm ($\lambda_{\text{ex}}=340$ nm). Pēc atkvēlināšanas fotoluminiscences joslas 440 nm ($\lambda_{\text{ex}}=214$ nm) intensitāte ir salīdzināma ar 760 nm joslas intensitāti, bet plecs pie 650 nm ($\lambda_{\text{ex}}=340$ nm) un 500 nm ($\lambda_{\text{ex}}=420$ nm) josla pazūd. Parādīts, ka PL intensitāte ir stipri atkarīga no atkvēlināšanas temperatūras, apstarošanas apstākļiem un piemaisījumu satura. Tiek apspriesta apstarotu un atkvēlinātu MgO kristālu luminiscences joslu iespējamā izcelsme.

LININESCENCE OF IRON ION IMPURITY IN IRRADIATED MAGNESIUM OXIDE CRYSTALS

V. Skvortsova

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Magnesium oxide has been investigated as a possible candidate material for gamma (γ) and neutron dosimetry. Photoluminescence (PL) of magnesium oxide (MgO), when excited in various ways, has been the subject of a number of studies. In this paper we present the results of investigation of the photoluminescence (PL), its excitation and optical absorption of MgO crystals with different iron ion impurity concentration exposed to fast neutron irradiation and after annealing.

The photoluminescence spectra of MgO crystals (both nonirradiated and irradiated) contain band at ~ 760 nm and a weak band with a maximum at ~ 440 nm. In addition, we observed sharp lines, which belong to the R and N-lines of Cr³⁺ ions. After irradiation the new bands appear in PL spectra ($\lambda_{\text{ex}}=420$ nm) at 500 and 920 nm and the shoulder at 650 nm ($\lambda_{\text{ex}}=340$ nm) is observed. After annealing the 440 nm photoluminescence band ($\lambda_{\text{ex}}=214$ nm) intensity increases and is comparable to the intensity of the 760 nm band. The shoulder at the 650 nm ($\lambda_{\text{ex}}=340$ nm) and the 500 nm band ($\lambda_{\text{ex}}=420$ nm) disappears in PL spectra after annealing. It is shown that the PL intensity of MgO crystal strongly depends on treatment temperature, radiation conditions and content of impurities. The origin of the luminescence bands in irradiated with fast neutrons and annealed MgO crystals are discussed.

AR Eu^{3+} AKTIVĒTU TITĀNA, INDIJA UN CINKA OKSĪDU LUMINISCENCE

Z.Alute, L.Grigorjeva, D.Millers

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Gaismas caurlaidīgi vadoši oksīdi (TCO) ir svarīgi elementi plāno kārtiņu fotovoltiskās ierīcēs, organiskajās gaismas diodēs (OLED) un citur. Parasti pielietotie materiāli, kurus izmanto kā TCO ir indija - alvas oksīds (ITO), ar Al, Ga vai Mg aktivēts ZnO (AZO;GZO;MZO), indija – cinka oksīds (IZO). TCO struktūras, optisko un elektrisko īpašību izpēte ir aktuāla.

Darbā apkopoti ar Eu^{3+} joniem aktivētu ZnO, In_2O_3 un TiO_2 oksīdu pētījumu rezultāti. Eu^{3+} jons ir lietots kā luminescentā zonde struktūras un defektu stāvokļu izpētei.

Paraugu sagatavošanai izmantota augsto temperatūru cietvielu reakcija. Pulveru morfoloģija analizēta, uzņemot SEM attēlus, struktūras analizētas, lietojot Ramana spektrus.

Tika pētīti luminescences spektri Eu^{3+} jona $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_2$ un $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_1$ pāreju spektrālajā rajona un luminescences dzišanas kinētikas. Ir salīdzināta un analizēta Eu^{3+} jona apkārtnes simetrija un sadalījums pa dažādām vietām, kurās Eu^{3+} jons ir iebūvējies ZnO, In_2O_3 un TiO_2 oksīdos.

LUMINESCENCE OF TITANIUM, INDIUM AND ZINC OXIDES DOPED WITH Eu^{3+}

Z. Alute, L.Grigorjeva, D.Millers

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Transparent conductive oxides (TCO) are important elements in thin film photovoltaic devices, organic light emitting diodes (OLED) and others. The materials used for TCO are indium -tin oxide (ITO), Al,Ga,Mg doped ZnO (AZO;GZO;MZO), indium –zinc oxide (IZO). The studies of structural, optical and electrical properties of TCO are actual. In present work the results of studies of ZnO, In_2O_3 and TiO_2 doped with Eu^{3+} were presented. The Eu^{3+} ion was used as a luminescence probe for structure and defect states studies.

The high temperature solid state reaction was used for the samples preparation. The SEM images and Raman spectra was obtained for the powders morphology and structure testing.

The luminescence spectra in spectral region of Eu^{3+} ion $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_2$ and $^5\text{D}_0 \rightarrow ^7\text{F}_1$ transitions and luminescence decay time was measured. The symmetry of Eu^{3+} ion surrounding and distribution of different sites occupied by Eu^{3+} in ZnO, In_2O_3 and TiO_2 were compared and analyzed.

DAŽĀDI „UP-CONVERSION” LUMINISCENCES MEHĀNISMI AR Er^{3+} JONIEM AKTIVĒTOS SILIKĀTA STIKLĀ UN STIKLA KERAMIKĀ

J.Grūbe, G.Doķe, A.Šarakovskis, M.Springis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā tika sintezēts oksifluorīda silikāta stikls ar šādu sastāvu: $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaF-LaF}_3\text{-ErF}_3$. Pēc stikla termiskās apstrādes kristalizācijas temperatūrā izveidojās stikla keramika, kas satur $\text{LaF}_3\text{:Er}^{3+}$ kristalītus ar izmēru ~ 20 nm. Dažādās temperatūrās tika pētītas stikla un stikla keramikas „up-conversion” luminiscence, tās ierosmes spektri un kinētikas. Tika noskaidrots, ka stikla keramikā galvenais „up-conversion” procesa mehānisms istabas temperatūrā ir ierosinātā stāvokļa absorbcija, toties zemā temperatūrā dominējošais ir enerģijas pārnese process. Šī procesa izskaidrošanai apskatītas optiskās pārejas starp Er^{3+} jona $^4\text{I}_{15/2}$, $^4\text{I}_{11/2}$ un $^4\text{F}_{7/2}$ līmeņu Štarka komponentēm.

MECHANISMS OF „UP-CONVERSION” LUMINESCENCE IN SILICATE GLASS AND GLASS CERAMICS DOPED WITH Er^{3+} IONS

J.Grube, G.Doke, A.Sarakovskis, M.Springis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Oxyfluoride silicate glass $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaF-LaF}_3\text{-ErF}_3$ was synthesized. Glass ceramics, containing $\text{LaF}_3\text{:Er}^{3+}$ crystallites of size ~ 20 nm in the glass matrix, was obtained after the heat treatment of the precursor glass in the vicinity of the crystallization temperature. Spectra and kinetics of the up-conversion luminescence as well as its excitation spectra measured for the glass and glass ceramics were studied at different temperatures. The up-conversion transients showed that at room temperature the dominant mechanism of the up-conversion luminescence in the glass ceramics is excited-state absorption while at lower temperatures energy-transfer mechanism prevails. The origins of these differences are discussed in terms of the transitions between Stark manifolds of $^4\text{I}_{15/2}$, $^4\text{I}_{11/2}$ and $^4\text{F}_{7/2}$ states in Er^{3+} ions.

Mn²⁺ KĀ PARAMAGNĒTISKĀ ZONDE OKSIFLUORĪDU STIKLU UN KERAMIKU PĒTĪJUMIEM

A.Fedotovs, Dz.Bērziņš, A.Šarakovskis, U.Rogulis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pārejas elementu piejaukumjoni var tikt efektīvi izmantoti kā paramagnētiskās zondes vielas kristalogrāfiskās struktūras pētījumiem ar magnētisko rezonanšu metodēm.

Šajā darbā kā zondi mēs izmantojām Mn²⁺ piejaukumu oksifluorīda stiklā un no tā izveidotā stikla keramikā, kā arī atsevišķās to komponentēs. Abās fāzēs tika novērota Mn²⁺ jonam raksturīgā EPR hipersīkstruktūra. Novērotie spektri tika salīdzināti ar LaF₃:Mn²⁺ pulverveida paraugu EPR spektriem, kur ir novērojama īpaši izteikta Mn²⁺ jona superhipersīkstruktūras mijiedarbība ar apkārtesošajiem fluora atomiem.

Referātā tiks apspriesti un interpretēti novērotie EPR spektri oksifluorīdu stiklu un keramiku uzbūves struktūras kontekstā.

Mn²⁺ AS A PARAMAGNETIC PROBE FOR STUDIES OF GLASS AND CERAMICS

A.Fedotovs, Dz.Bērziņš, A.Šarakovskis, U.Rogulis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Transition elements are effective as paramagnetic probes for studies of the crystallographic structure of the matter with methods of magnetic resonances.

In the present work we used Mn²⁺ dopant in the oxyfluoride glass and ceramics and in separate their counterparts. In both phases, the hyperfine structure of the EPR spectra characteristic to the Mn²⁺ ion have been observed. Obtained spectra were studied in comparison with LaF₃:Mn²⁺ powder EPR spectra, which have very pronounced superhyperfine interaction of Mn²⁺ ion with surrounding fluorine nuclei.

The observed EPR spectra will be discussed and interpreted in the context of the structure of oxyfluoride glass and ceramics.

Al₂O₃ PULVERU LUMINISCENCE PIE ZEMĀM TEMPERATŪRĀM

D.Jakimoviča, L.Trinklere, B.Bērziņa, V. Korsaks

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Tika pētīta fotoluminiscence (PL) alumīnija oksīda (Al₂O₃) makro un nanopulveros. Abos Al₂O₃ paraugu veidos PL spektrus parādās divas joslu grupas (300-600 nm un 650-900 nm), kuras sastāv no vairākām dažādas izcelsmes apakšjoslām. PL spektru izpēte pie zemām temperatūrām (līdz 7 K) parādīja, ka līdz ar temperatūras pazemināšanu 1) PL intensitāte pieaug 2 līdz 4 reizes, 2) luminiscences joslu intensitāšu savstarpēja attiecība mainās, 3) garo viļņu joslai parādās sīkstruktūra. Šo īpašību analīze palīdz interpretēt atsevišķo luminiscences apakšjoslu izcelsmi. Pētīto paraugu luminiscences īpašības nosaka galvenokārt piemaisījumu joni (dzelzs, hroms un titāns), bet arī pašvielas un virsmas defekti piedalās luminiscences procesos. Pie zemām temperatūrām alumīnija oksīda nanopulverī virsmas defektu loma kļūst izteiktāka.

LUMINESCENCE OF Al₂O₃ POWDERS AT LOW TEMPERATURE

D.Jakimovica, L.Trinklere, B.Berzina, V. Korsaks

University of Solid State physics, University of Latvia

Photoluminescence (PL) has been studied in the alumina (Al₂O₃) bulk and nanosize powders. PL spectra of both bulk and nanosize powders consist of two broad complex emission bands (300-600 nm and 650-900nm), containing overlapping bands of different origin. The study of thermal evolution of PL in the range of 300-7 K has shown that with the decrease of temperature 1) PL intensity increases by factor of 2 to 4, 2) relative yield of emission bands changes, 3) the long wavelength band becomes resolved into fine structure. Analysis of these features help to ascribe emission subbands to definite defects taking part in the luminescence process. The luminescence properties of the studied alumina powders are determined mainly by presence of impurity defects (iron, chromium and titanium ions). Intrinsic and surface defects also contribute to the luminescence processes. At low temperatures the decisive role of the surface defects in nanosize alumina powder becomes more pronounced.

FOTOIEROSINĀTĀS AZOBENZOLA–POLIMĒRU KĀRTIŅU VIRSMAS OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS

E.Laizāne, B.Niparte, D.Gustiņa

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Azobenzola molekulām ir raksturīgs atgriezenisks optiskās pārslēgšanas efekts, kuru nosaka pāreja starp diviem stabiliem molekulas stāvokļiem. Tas nozīmē, ka, apgaismojot molekulu ar noteiktu viļņa garuma gaismu, tā maina savu stāvokli no trans-izomēra uz cis-izomēru vai otrādi.

Darbā ir pētītas azobenzola molekulu fotoizomerizācijas procesi plānās polimēra kārtiņās. Ir izvēlēti 5 oriģināli azobenzola atvasinājumi, kuros mērķtiecīgi ir mainītas funkcionālās grupas. Vispirms novērtējām polimēra plāno kārtiņu ar pētāmo molekulu piejaukumu iegūšanas iespējas. Pēc tam apskatām optiskā blīvuma izmaiņas (pie 360 nm), kinētiku un atgriezeniskumu plānās kārtiņās, tās apgaismojot molekulu trans – cis – (apm. 360 nm) un cis – trans – (apm. 450 nm) pāreju joslās. Kā arī parādam fotostacionāro stāvokļu veidošanos un gaismas jaudas ietekmi uz fotoizomerizācijas procesiem plānās kārtiņās.

PHOTOINDUCED OPTICAL PROPERTIES OF AZOBENZENE-POLYMER FILMS

E.Laizane, B.Niparte, D.Gustina

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

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. In the work was chosen 5 original azobenzene derivatives with different substitutes. Host – guest systems were prepared by spin – coating method. Samples were irradiated with alternate light in ultraviolet spectral region at ~360nm and visible spectral region at ~450nm, which correspond to trans→cis and cis→trans isomerisation respectively. The response of absorbance at main absorption band (~360nm) on alternate irradiation was measured. The reversible photoinduced optical density change (ΔD) and response time (τ) due to photoisomerization on molecules structure will be discussed. Also we will show influence of light intensity on photoisomerisation process.

ZAĻĀS GAISMAS ELEKTROLUMINISCĒJOŠO SISTĒMU IZVEIDE

M.Porozovs, A.Vembris, J.Latvels

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Mūsdienās arvien vairāk zinātniskās grupas pievērš uzmanību elektroluminiscences pētījumiem organiskās vielās, lai varētu radīt augstas efektivitātes organiskās gaismas emitējošās diodes (OGED). Tikai pirms neilga laika Latvijā sāka nodarboties ar OGED izveidi un elektroluminiscences pētījumiem organiskajās vielā. OGED veido no vairākiem slāņiem un tādēļ šādas sistēmas pagatavošana ir viens no grūtākajiem darbiem elektroluminiscences pētījumos. Pamatā izmanto divas kārtiņu uznešanas metodes: vakuum-sublimēšanas un šķīduma uzliešanas.

Šajā darbā parādīsim, kā izveidot zaļās gaismas emitējošu sistēmu, kura sastāv no elektrodiem un elektroluminiscējošās vielas (Alq_3). Elektroluminiscences efektivitātes palielināšanai starp elektrodiem un luminiscējošo vielu tika ievietots caurumu (PEDOT:PSS) un/vai elektronu (LiF) injicējošs slānis.

DEVELOPMENT OF GREEN LIGHT EMITTING ELECTROLUMINESCENCE SYSTEMS

M.Porozovs, A.Vembris, J.Latvels

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Organic materials attract significant attention due to their possible application in optoelectronic devices, such as organic light emitting diode (OLED). In recent years laboratories from Latvia pay attention to electroluminescence processes in organic materials. OLED preparation is a difficult task due to its multilayer structure, where every layer should be with definite properties and dimensions. Mostly use two methods for layer deposition: vacuum sublimation and spin – coating.

In this work was made green light emitting diode, which consisted from electrodes and electroluminescence matter (Alq_3). Hole (PEDOT:PSS) and electron (LiF) layer were used between electrodes and Alq_3 to get higher electroluminescence efficiency. Optical and electrical properties of these diodes will be discussed.

FOSFORISCENTO MATERIĀLU SINTĒZE UN LUMINISCENTO ĪPAŠĪBU IZPĒTE

V.Liepīna

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ilgi spīdošiem fosforiem, piemēram, ar retzemju elementiem aktivētiem aluminātiem vai silikātiem ir laba pielietojamība dažādās jomās, piemēram, apgaismojuma ierīcēs, norāžu zīmēs, optiskajās atmiņās u.tml., tādēļ pēdējos gados to izpētei ir pievērsta liela uzmanība. Šie materiāli tiek ierosināti ar redzamo gaismu un emitē lielāka viļņa garuma un zemākas intensitātes gaismu, kas noved pie ilgas pēcspīdēšanas.

Veikta cietās fāzes sintēze mikroviļņu augsttemperatūras krāsnī slāpekļa atmosfērā. Par pamatmateriāliem izmantoti SrCO_3 , Al_2O_3 pulveri un aktivatori (Eu_2O_3 , Dy_2O_3). Šādi iespējams sintezēt dažādu veidu aluminātus, kas ir labi ilgi spīdoši fosfori ar augstu kvantu iznākumu [1]. Reaģējošo vielu koncentrācijas un sagatavošanas process būtiski ietekmē materiāla luminescentās īpašības. Tādēļ tika izmantoti dažādi sagatavošanas apstākļi un vielu koncentrācijas, lai izpētītu, kā tas ietekmē konkrēto materiālu luminescentās īpašības.

Iegūtajiem materiāliem uzņemti luminescences spektri un to dzišanas kinētikas. Veikta struktūras un ķīmiskā sastāva noteikšana. Lai noteiktu procesus, kas atbildīgi par luminescences ilgo pēcspīdēšanu veikti luminescences pētījumi atkarībā no temperatūras.

Pētījuma mērķis bija gūt pieredzi ilgi spīdošo aluminātu sintēzē, kas būtu par bāzi tālākiem eksperimentiem un pētījumiem ilgi spīdošo materiālu jomā.

THE SYNTHESIS AND THE STUDY OF LUMINESCENT PROPERTIES OF PHOSPHORESCENT MATERIALS

V.Liepina

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Long lasting phosphors, for example, rare-earth doped aluminates or silicates have a good potential for various applications like lighting, display and signing applications, optical memories etc., so during the last few years a lot of attention has been turned to the study of these materials, that are excited by visible light and resultantly emit higher wavelength and lower intensity light, leading to long-lasting afterglow.

Solid state synthesis was carried out in high temperature microwave oven in nitrogen atmosphere, using SrCO_3 , Al_2O_3 powders and dopants (Eu_2O_3 , Dy_2O_3) as basis, so that different kinds of aluminates, which are good long afterglow phosphors with high quantum efficiency, can be synthesized [1]. The molar concentration of the reagents and the differences in preparation processes lead to different luminescent properties, therefore different circumstances and concentrations were used.

The luminescent properties, like the spectra and luminescence decay kinetics of the attained materials depending from the temperature were studied in order to determine the processes that are responsible for the long lasting phosphorescence, as well as their chemical structure and composition.

The goal of this research was to gain some experience in the synthesis of long lasting phosphors, which could serve as a basis for further research in this field.

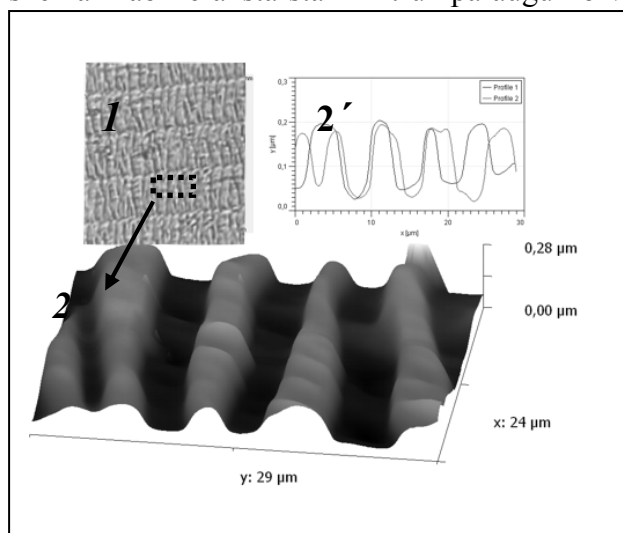
[1] P.Zhang, M.Xu, Z.Zheng, B.Sun, Y.Zhang, Materials Science and Engineering B136 (2007) 159-164

IERAKSTA ĢEOMETRIJAS IETEKME UZ HOLOGRĀFISKĀ REŽĢA VEIDOŠANOS TILPUMĀ UN UZ VIRSMAS

M.Reinfelde, J.Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

Pētīta virsmas reljefa un tilpuma hologrammu (HG) ieraksts un īpašības As-S-Se plevītēs He-Ne lāzera ($\lambda=0,6328\ \mu\text{m}$) starojuma ietekmē. Izmantotas 1) transmisijas HG ieraksta shēma – abi ieraksta stari krīt uz paraugu no vienas puses un 2) refleksijas HG ieraksta



shēma – stari uz paraugu krīt no pretējam pusēm. Pirmajā gadījumā AFM mikroskopa attēli parāda, ka uz parauga virsmas veidojas sinusoidāls viendimensionāls HG reljefs, kura periods atkarīgs no staru saiešanas leņķa, bet dziļums – kā no ieraksta staru savstarpējās polarizācijas tā arī no leņķa. Ja ieraksta stari krīt uz paraugu no pretējām pusēm, iegūstam visai sarežģītu virsmas reljefu, kur var izšķirt vismaz trīs dažāda virziena un dimensiju režģus. Acīmredzot šādu struktūru veidošanās saistīta ar krītošo staru, vairakkārtīgas iekšējas

atstarošanās un ierakstošos režģu difragēto staru savstarpējās mijiedarbības rezultātā. Zīmējumā demonstrēta ieraksta virsmas struktūra 1- optiskā un 2 - AFM palielinājumā (2 - atbilst punktētajam apgabalam no optiskā mikroskopa attēla, 2' - režģa profils).

INFLUENCE OF RECORDING GEOMETRY ON FORMATION OF VOLUME AND RELIEF HOLOGRAPHIC GRATING

M.Reinfelde, J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The results of surface relief and volume hologram (HG) formation in As-S-Se films under He-Ne laser (wave-length $\lambda=0,6328$) light influence are examined. Two kinds of recording schemes was used - 1) transmission HG scheme with recording beams from the same side of sample and 2) reflection scheme with light beams from opposite side. AFM pictures shows that sinusoidal one dimensional surface relief grating take place. Grating period depends on angle between recording beams, profile height – on mutual recording wave-beam polarisation as well as angle. At opposite recording beam direction we receive rather complicated surface relief picture. We can distinguish at least three kinds of gratings with different directions and dimensions. We suppose, that formation of such structures are caused by mutual influence between recording beams, reflected inside the sample and diffracted beams by gratings recorded in situ. Figure presented show recorded surface structure through examination by optical microscope -1 and AFM – 2, (picture 2 correspond to punctuated distraction of picture 1, 2' - profile or grating).

HOLOGRĀFISKAIS IERAKSTS As-S-Se SISTĒMĀ

M.Vdovičenko, M.Reinfelde, J.Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

Aplūkots transmisijas un virsmas reljefa hologrammu (HG) ieraksts As-S-Se plēvētēs. Veiktie mērījumi parāda, ka As-S-Se plēvētēs viļņu garuma $\lambda=0,6328 \mu\text{m}$ starojuma ietekmē veidojas transmisijas HG tilpumā, kā arī virsmas reljefa HG. Tas, kāda veida HG būs noteicošā, atkarīgs no ierakstošo staru savstarpējās polarizācijas. Ja ieraksta staru polarizācija vērsta vienā virzienā (lineāra vai cirkulāra) tad notiek klasiskais transmisijas HG ieraksts. Šajā gadījumā DE(max) sasniegšanai nepieciešama ekspozīcija $< 10^2 \text{ J/cm}^2$ un virsmas reljefs neveidojas. Ja ierakstu staru polarizācija ir pretēji vērsta, (p-s, ortogonāla 45 grādu leņķī attiecībā pret staru saiešanas plakni, kā arī pretēja virziena cirkulāra polarizācija), tad, gaismas interferences aina neveidojas un transmisijas HG ieraksts praktiski nenotiek, bet veidojas virsmas reljefs.. Kā parāda skenēšana ar AFM, reljefa dziļums var sasniegt $0,5 \mu\text{m}$.

HOLOGRAPHIC RECORDING IN As-S-Se SYSTEM USING $\lambda=0,632 \mu\text{m}$ LASER

M.Vdovichenko, M.Reinfelde, J.Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The results of transmission and surface relief hologram (HG) formation in As-S-Se are examined. The results for As-S-Se films demonstrate, that under wave-length $\lambda =0,6328 \mu\text{m}$ influence, transmission, as well surface relief HG recording take place. What kind of HG will be dominating depends of light beam polarisation. If the polarisation for both recording waves takes the same direction (linear or circular), traditional transmission HG recording occurs. Light expositions necessities for achieving of maximum values of diffraction efficiencies (DE(max)) are less than 10^2 J/cm^2 . At the opposite light beam polarisation recording of transmission HG should not be done due to absence of light interference pattern, but the formation of surface relief takes place. AFM measurements shows that the depth of the gratings can be up to $0.5 \mu\text{m}$.

KĀRTIŅU SASTĀVA UN BIEZUMA NOTEIKŠANA NANOMETRU DIAPAZONĀ AR RENTGENFLUORISCENCES METODI

L. Tiļuga, J. Latvels, I. Muzikante, L. Skuja
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Spēja fokusēt rentgenstarus apgabalos ar diametru $\leq 50 \mu$, ko nodrošina polikapilārā rentgenoptika, dod iespēju izmantot rentgenfluoriscences (RF) metodi sīku plāno kārtiņu tehnikā veidotu elementu biežuma un sastāva novērtēšanai. Darba mērķis bija novērtēt spektrometra EDAX Eagle III iespējas noteikt zelta kārtiņu uz stikla pamatnēm biežumu, kuras tiek izmantotas organiskās optoelektronikas ierīču izstrādē. Darba uzdevums bija noteikt apakšējo un augšējo mērīšanas diapazona robežu, un izpētīt, cik stipri rezultātu var ietekmēt nevēlamā pamatnes rentgenfluoriscence.

Au kārtiņas ar biežumiem diapazonā 32...250 nm tika iegūtas, termiski iztvaicējot vakuumā un nosēdinot uz stikla vai vara pamatnēm, kas atradās pie istabas temperatūras. Kārtiņu biežums tika neatkarīgi nomērīts ar profilometru Dektak-150. Tika izmērīti RF spektri uzputinātajām Au kārtiņām, nepārklātām pamatnēm (stikls un Cu) un 0.1 un 0.2 mm biežām Au folijām.

Kārtiņu biežuma noteikšanai tika izmantotas Au $L_{\alpha 1}$ (9.71 keV) un $M_{\alpha 1}$ (2.12 keV) RF līnijas, kuras nepārklājas ar dominējošām pamatnes RF līnijām: 8.05(Cu K_{α}), 8.91 keV(Cu K_{β}) Cu pamatnei un 1.74 keV (Si K_{α}), 3.31keV(K K_{α}), 3.69 keV (Ca K_{α}), 4.01keV (Ca K_{β}) stikla pamatnei. Au L un M līniju intensitāte bija lineāri atkarīga no Au kārtiņas biežuma 32..250 nm diapazonā. Sekundārā ierosme, ko rada pamatnes izstarotā RF, nespēja būtisku lomu. 32 nm kārtiņas dotā RF signāla kvalitāte ļauj secināt, ka iespējams mērīt arī līdz pat ≈ 3 nm biežas Au kārtiņas. RF signālu intensitāšu attiecība kārtiņās un masīvā Au paraugā labi saskan ar attiecību, kas aprēķināta, izmantojot NIST datubāzes datus par Au rentgenabsorbcijas koeficientiem. Tas dod iespēju novērtēt kārtiņu biežumu, salīdzinot to RF ar masīva parauga RF, tādējādi atkrītot vajadzībai kalibrēt pret zināma biežuma kārtiņas RF. Biezākām kārtiņām (≥ 250 nm) var novērtēt biežumu arī pēc M un L līniju intensitāšu attiecības.

ELEMENTAL ANALYSIS AND MEASUREMENTS OF FILM THICKNESS IN NANOMETER RANGE BY X-RAY FLUORESCENCE

L. Tiļuga, J. Latvels, I. Muzikante, L. Skuja
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The high intensity and tight focusing ($fwhm \leq 50 \mu$) provided by polycapillary X-ray optics, give a convenient tool for non-destructive and rapid measurement of thickness and elemental content of thin films by x-ray fluorescence (XRF) intensity. The aim of this study was to find the range of thicknesses of Au films on glass substrate, used in organic optoelectronics devices, which can be determined by using X-ray fluorescence.

Au films of thicknesses in range of 32..250 nm were obtained by vacuum evaporation on glass or Cu substrates held at 300K. Their thicknesses were independently determined by Dektak-150 stylus profilometer. XRF spectra of films, bare substrates and bulk Au samples were recorded by EDAX Eagle III microanalyser.

$L_{\alpha 1}$ (9.71keV) and $M_{\alpha 1}$ (2.12keV) XRF lines of Au were not overlapped by substrate XRF lines and were suitable for thickness measurements. The intensity of both lines was linearly dependent on film thickness in the 32..250 nm range. The effects of secondary excitation by substrate XRF were found to be negligible. The quality of the XRF signal of 32nm film allows to conclude, that measurements of thicknesses down to ≈ 3 nm are feasible. The ratios between XRF intensities of films and bulk Au sample are in agreement with NIST database data on X-ray attenuation coefficients. This allows for direct thickness estimate based on this ratio. Alternatively, the ratio between L and M line intensities can be also used in the case of intermediate (≥ 250 nm) film thicknesses.

SUBMIKROMETRU PĀRVIETOJUMU MĒRĪŠANAS SENSORA UZBŪVE UN PIELIETOJUMS PJEZODEFORMĀCIJU PĒTĪJUMIEM

R.Taukulis, V.Zauls, M.Kundziņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Lineārie variābļie diferenciālie transformatori (LVDT) ir praksē plaši pazīstami induktīvie pārvietojuma devēji, kas līdzās pjezorezistīvajiem, kapacitatīvajiem un tā sauktajiem fotoniskajiem sensoriem tiek pielietoti mehānisku deformāciju, virsmu plaknes pārvietojumu, nolieces, apstrādes nelīdzenuma un citiem mērījumiem tehnikā. Mūsdienu submikrometriskie instrumenti ar LVDT sensoru un elektronisku mērījuma rezultāta nolasīšanu sasniedz izšķiršanas spēju pat līdz 10 nm.

Referātā tiks apskatīta šāda LVDT sensora darbības princips un uzbūve, kā arī analizētas iespējas sensora pielietošanai pjezomateriālu elektromehānisko īpašību tiešai pētīšanai ar augstu izšķiršanas spēju, izmantojot sensora elektrisko signālu mērījumiem laboratorijā pieejamos augstas kvalitātes elektroniskos mērinstrumentus. Tiks doti mērījumu piemēri, izvērtējot sasniedzamos parametrus, kā arī apspriestas metodes priekšrocības un trūkumi salīdzinājumā ar mikropārvietojumu sensoriem, kuru darbība balstīta uz citiem fizikālajiem principiem.

SUB-MICRON ACCURACY DISPLACEMENT PROBE FOR DIRECT PIEZOELECTRIC RESPONSE MEASUREMENTS

R.Taukulis, V.Zauls, M.Kundzins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Linear Variable Differential Transformer (LVDT) mechanical displacement probes work on the inductive principle with mechanical contact of the test surface and are widely used along with piezoresistive, capacitive or photonic probe type displacement sensors for surface out-of-plane, tip, tilt, layer thickness determination, constant-height scans and other applications requiring sub-micron accuracy. Modern relatively robust micrometric instruments based on LVDT probes are cost-effective and offer high stability and repeatability reaching resolution up to 10 nm.

We report on LVDT sensor measurement principles and demonstrate capability for direct testing of electromechanical properties of piezomaterials reaching high resolution by proper use of external electronic measurement setup for signal acquisition. Advantages and drawbacks of proposed method are given in comparison with estimates for other displacement sensors operating on different physical principles.

NEOKLASISKO PĀRRĀVĒJ MODU IZMAIŅAS LAIKĀ BIEŽU PĀRTRAUKUMU REŽĪMĀ

**O. Dumbrajs¹, V. Igochine², A. Gude², M. Maraschek², H. Zohm²
and ASDEX Upgrade Team²**

¹*LU Cietvielu fizikas institūts, Asociācija Euratom-University of Latvia, Rīga, Latvija*
²*Maksa Planka Plazmas fizikas institūts, Euratom-Asociācija, D-85748 Garhinga, Vācija*

Tiek piedāvāta fenomenoloģiska metode neoklasisko pārrāvēj modu izmaiņu laikā aprakstam biežu pārtraukumu režīmā (FIR). Ar šo metodi var noteikt FIR režīma sākumu un beigas, kā arī FIR frekvenci. Minimālais (3,2) modas salas platums W_{\min} , pie kura (4,3) moda izzūd, kā arī kritiskais platums W_{crit} , kuru sasniedzot (4,3) moda kļūst nestabila, mērāmi eksperimentā. Šie lielumi uzlūkojami kā fenomenoloģiski piedāvātā modeļa parametri. Modelis satur vienu brīvu parametru $\alpha = \frac{\nabla p}{S\beta_N}$, kur ∇p ir plazmas spiediena gradients uz rezonanses virsmas, S ir bīde, β_N ir normalizētais spiediens. Dažu raksturīgu ASDEX Upgrade plazmas izlāžu analīze atšķirīgos karsēšanas un FIR režīmos ļauj secināt, ka visos gadījumos α mainās tikai $\pm 7\%$ robežās, W_{crit} atrodas starp 6 un 7cm un $W_{\min} / W_{\text{crit}} = 0.8$.

TEMPORAL EVOLUTION OF NEOCLASSICAL TEARING MODES IN THE FREQUENTLY INTERRUPTED REGIME

**O. Dumbrajs¹, V. Igochine², A. Gude², M. Maraschek², H. Zohm²
and ASDEX Upgrade Team²**

¹*Institute of Solid State Physics, Association Euratom-University of Latvia, Riga, Latvia*
²*MPI für Plasmaphysik, Euratom-Association, D-85748 Garching, Germany*

A phenomenological method for description of temporal evolution of neoclassical tearing modes in the frequently interrupted regime (FIR) is proposed. The method makes it possible to predict the beginning and the end of the FIR regime as well as the frequency of the FIR drops. The minimal (3,2) island width W_{\min} at which the (4,3) mode vanishes and the critical (3,2) island width at which the (4,3) mode becomes unstable can be extracted from the measured ECE isotherms. These quantities are used in the model as input phenomenological parameters. In addition the model contains one free parameter $\alpha = \frac{\nabla p}{S\beta_N}$ which has to be determined from the experiment. Here ∇p is the plasma pressure gradient at the resonant surface, S is shear, and β_N is normalized pressure. A few specific ASDEX Upgrade FIR discharges with different heating and different FIR behaviour are analyzed in detail and it is shown that with α values varied by only $\pm 7\%$, W_{crit} was between 6 and 7cm, and $W_{\min} / W_{\text{crit}} = 0.8$ in all cases.

PĀRSĀTINĀTA ŪDEŅRAŽA GĀZES ŠĶĪDUMA RAŠANĀS EKSPERIMENTĀLĀ REAKTORĀ AR ŪDEŅRADI VEIDOJOŠĀM *E. COLI* BAKTĒRIJĀM

I. Klepere¹, I. Muižnieks¹, J. Kleperis²

¹*Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte,*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Bioloģiski ražots ūdeņradis ir alternatīvs enerģijas iegūšanas veids no atjaunojamiem dabas resursiem. Baktērijas veido ūdeņradi šķidrā vidē anaerobos apstākļos, un, sasniedzot termodinamiska līdzsvara koncentrāciju, ūdeņradis difundē gāzes fāzē. No gāzes fāzes ūdeņradis var tikt savākts, izmantojot dažādas gāzu sadalīšanas metodes. Lai optimizētu baktēriju saražotā ūdeņraža daudzumu gāzes fāzē, nepieciešams veikt fermentācijas procesā veidojošās ūdeņraža gāzes koncentrācijas mērījumus šķidrā fāzē. Eksperimentos, izmantojot mikrosensoru (Unisense, Dānija), tika novērota ūdeņraža gāzes pārsātināšanās šķidrā fāzē, savukārt gāzes fāzē ūdeņraža koncentrācija bija ļoti maza (mērījumi ar masspektrometru - RGAPro gāzes analizatoru, Setaram Instrumentation, Francija). Lai sekmētu ūdeņraža izdalīšanos gāzes fāzē, tika veikta eksperimentālā reaktora nepārtraukta barbotāža ar inerti gāzi fermentācijas laikā. Mūsu rezultāti parāda, ka ūdeņraža pārnese no šķidrās uz gāzes fāzi rada noteiktas tehniskas problēmas, tādēļ tiek meklētas iespējas kā ūdeņradi savākt no šķidrās fāzes, piemēram, izmantojot selektīvi caurlaidīgas membrānas.

FORMATION OF HYDROGEN GAS OVERSATURATED LIQUID IN BIOREACTOR WITH HYDROGEN PRODUCING BACTERIA *E. COLI*

I. Klepere¹, I. Muižnieks¹, J. Kleperis²

¹*University of Latvia, Biology Faculty,*

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

Biological hydrogen production is an alternative way to produce hydrogen from renewable resources for storage and usage in Hydrogen Economy. Bacteria are producing hydrogen in the liquid phase and when thermodynamic equilibrium is reached hydrogen is diffusing from liquid to gaseous phase. Different methods are used to collect hydrogen from the gaseous phase. For hydrogen concentration determination in gaseous phase it is necessary to study properly the hydrogen production kinetics in liquid phase during the fermentation process. In our experiments the hydrogen microsensor from Unisense Ltd. (Denmark) was used and hydrogen oversaturation in the liquid phase observed. The presence of hydrogen in gaseous phase was measured using massspectrometer but registered concentrations were comparatively small. To decrease the hydrogen partial pressure in liquid phase reactor with a system for continuous bubbling with inert gas was developed. Contradictory results were obtained therefore alternative methods for hydrogen collection directly from the liquid using specific adsorption membranes are considered to be implemented.

ELEKTROVADOŠU JONU ŠĶIDRUMU POTENCIĀLA IZMANTOŠANA ŪDENRAŽA ENERĢĒTIKAS IERĪCĒS

G.Vaivars^{1,2}, I.Baiža², E.Gžibovska²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte

Istabas temperatūrā jonu šķidrums ir gaisā stabils sāļš, kas sastāv no organiska katjona un organiska vai neorganiska anjona. To dažādība ir ļoti liela. Jonu šķidrumiem piemīt augsta jonu vadītspēja, zema viskozitāte, ļoti zema gaistamība un daudzas citas īpašības, kas nav raksturīgas polāriem savienojumiem. Darbā tika sintezēti formiāti, izvēloties katjonus ar dažādiem izmēriem. Jonu šķidrumu vadītspēju un vadītspējas aktivācijas enerģiju noteica ar impedances metodi, bet ķīmisko temperatūras stabilitāti ar termisko analīzi. Izvērtēja doto parametru atkarību no katjona.

ELECTRO-CONDUCTIVE ION LIQUIDS AND THEIR POTENTIAL APPLICATION IN HYDROGEN ENERGY DEVICES

G.Vaivars^{1,2}, I.Baiža², E.Gžibovska²

¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia

²University of Latvia, Faculty of Chemistry

Room temperature ionic liquids are air stable salts, composed of an organic cation and either an organic or an inorganic anion. They are available in high variety. They have a high electro-conductivity, a low viscosity, a non-measurable vapour pressure and other properties non-typical for polar solvents. In this work, the formiats with different cations have been synthesized. The electro-conductivity and its activation energy have been measured by impedance spectroscopy. The temperature stability of the chemical composition studied with thermal analysis. The impact of the cation size on properties was estimated.

POLI(ĒTER ĒTERA) KETONA POLIMĒRU MEMBRĀNAS UN TO IZMANTOŠANA ŪDEŅRAŽA ATDALĪŠANAI NO GĀZU MAISIJUMA

G.Vaivars^{1,2}, K.Jurģelis², A.Krjučkovska²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

Ūdeņraža molekulas diametrs ir neliels, ja salīdzina ar citām gāzēm, un laba atdalīšanas selektivitāte ir nodemonstrēta arī polimēru membrānās. Labai membrānai ir jānodrošina gan intensīva gāzu plūsma, gan augsta selektivitāte. Tikai abu parametru kombinācija nodrošina augstu atdalīšanas pakāpi. Praktiskai pielietošanai svarīga ir arī membrānas stabilitāte. Komercializētas ir poliimīda un polisulfona membrānas. Poliimīda membrānu dzīves laiks ir 7-10 gadi. Polisulfona membrānas ir ievērojami lētākas, bet to stabilitāte ir ievērojami zemāka. Šajā darbā tiks apskatītas iespējas ūdeņraža tehnoloģijās izmantot modificētas polisulfonu membrānas, kuru stabilitāte ir ievērojami augstāka.

POLYETHER ETHER KETONE MEMBRANES FOR HYDROGEN SEPARATION FROM GAS MIXTURES

G.Vaivars^{1,2}, K.Jurģelis², A.Krjučkovska²

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

²*University of Latvia, Faculty of Chemistry*

Hydrogen has a relatively small molecular size compared to other gases and exhibits high selectivity ratios in glassy polymers. The ideal membrane possesses a high flux as well as a high selectivity. The degree of separation is highly dependent on both membrane selectivity and permeability. Additionally, the membrane must be stable at the operating conditions of the process. Both polyimide and polysulfone membranes are commercialized for hydrogen separation purposes. The lifetime of the polyimide membrane is in the range of seven to ten years. Lower cost polysulfone membranes typically could not provide comparable longevity. In this work, we report more stable variety of polysulfone as potential polyimide replacement.

FOTOKOTALĪTISKI PROCESI ŪDEŅRAŽA IEGŪŠANAI

L. Grīnberga

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Pašreiz gandrīz 100% ūdeņraža iegūst izmantojot fosilos kurināmos gan tiešā, gan netiešā veidā, tādējādi piesārņojot apkārtējo vidi ar siltumnīcas efektu izraisošām gāzēm. Lai nodrošinātu vidi draudzīgu un atjaunojamu ūdeņraža dzīves ciklu, ir nepieciešams šo gāzi iegūt, patērējot alternatīvos enerģijas resursus.

Fotokatalītiska ūdens sadalīšana, izmantojot Saules enerģiju, ir viens no risinājumiem ūdeņraža ražošanai vidi draudzīgā veidā. 'Saules ūdeņraža' iegūšanas pamatmateriāls – ūdens – ir dabas resurss, kurš atjaunojas un uz Zemes ir pietiekošā daudzumā.

Tomēr vēl ir jāatrisina daudz problēmu līdz šāds ūdeņraža iegūšana veids kļūs ekonomiski izdevīgs. Viens no uzdevumiem ir atrast vai izveidot efektīvu fotokatalītisku materiālu, kurš darbotos redzamajā gaismā, bet otrs – palielināt Saules enerģijas izmantošanas lietderību.

Darbā ir apskatīti fotokatalītiskie procesi ūdeņraža iegūšanai un diskutēts par procesa efektivitātes palielināšanu.

Pateicība: Paldies Eiropas sociālā fonda projektam Nr. 2009/0202/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/141 par finansiālu atbalstu.

PHOTOCATALYSIS FOR HYDROGEN PRODUCTION

L. Grinberga

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

At the moment almost 100% of hydrogen production directly or indirectly is provided from fossil fuels that emits large amount of greenhouse gases. To provide a clean and renewable life cycle of hydrogen it is necessary to produce it from clean and renewable energy sources as well.

Photocatalytic water splitting using solar energy could be one of solutions of environmentally friendly and clean ways of hydrogen production. The basic material for the production of 'solar hydrogen' is water that is a renewable resource and on the earth it is enough and easy to access.

However, there are many problems that must be solved before this technology become economically feasible. One of tasks is the development of efficient photocatalyst that works in the visible light and hydrogen storage. The other task is to increase the efficiency of solar energy utilization.

In this work the basic principles of photocatalitical hydrogen production and possible solutions of incensement of process efficiency is showed and discussed.

Acknowledgement: Thanks to European Social Fund project Nr. 2009/0202/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/141 for financial support.

ĢEOMAGNĒTISKĀS ENERĢIJAS IZMANTOŠANAS IESPĒJU KRITISKA ANALĪZE

I.Dirba

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Turpinot pieaugt enerģijas patēriņam visā pasaulē, kā arī aizvien aktuālākiem kļūstot jautājumiem par cilvēka darbības izraisītajām globālajām klimata pārmaiņām, kļūst skaidrs, ka uz fosilajiem energoresursiem balstīta ekonomika nav ilgtspējīga. Rodas pamatota nepieciešamība pēc jaunu, alternatīvu energoresursu meklējumiem. Uz Zemes mums visapkārt ir enerģija, tikai jāiemācās to paņemt. Šobrīd salīdzinoši nepopulāra, taču, iespējams, nākotnē perspektīva varētu būt tieši ģeomagnētiskās enerģijas izmantošana tautsaimniecībā. Zemes strāvas veidojas gan no dabiskos procesos, gan cilvēku ekonomisko aktivitāšu rezultātā inducētām strāvām pasaules okeānos un Zemes garozā. Dabiskos procesos strāvas var rasties no izmaiņām Zemes ģeomagnētiskajā laukā, kā arī no elektrovadošas šķidrums masas (sālsūdens pasaules okeānos un jūrās) kustības Zemes magnētiskajā laukā.

Darbā tiek apskatīta Zemes elektromagnētiskā sistēma un izvērtētas potenciālās energoieguves iespējas. Tiek veikti Zemes spriegumu un strāvu (*Telluric currents*) mērījumi pilsētvidē, kā arī ārpus tās, dienas un nakts apstākļos. Veikta rezultātu interpretācija un izvirzīti turpmākie pētījumu objekti.

CRITICAL ANALYSIS OF POSSIBILITIES TO USE GEOMAGNETIC ENERGY

I.Dirba

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Rising energy consumption in our society and economic activities of people around the World are bringing Earth to global climate changes and quick exhausting of fossil resources. Therefore energy based on fossil resources is not sustainable, and alternative energy resources and technologies are being developed and implemented worldwide. We have an energy all around us on Earth, what we need is only smart methods to harvest it. Little knowledge today is about Telluric currents, but in future we would use then in our economy. The Telluric currents consist of both natural and man-induced electric currents flowing in the solid earth and oceans. The fundamental causes of the natural currents are electromagnetic induction resulting from a time-varying, external geomagnetic field or the motion of a conducting body (such as seawater) across the Earth's internal magnetic field.

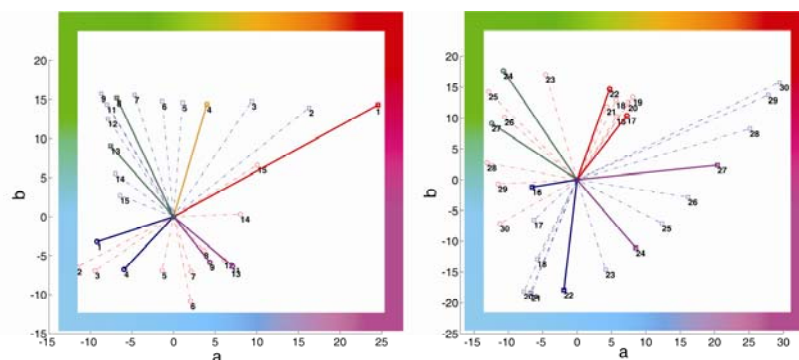
In our work the critical analysis of possibilities to use the geomagnetic energy is made. Experimental measurements of Telluric currents are performed in different environments, during days and nights. Results of measurements in city environment and rural area measurements are compared and analyzed. Discussions about new experimental techniques and places are given.

SUBJEKTĪVĀ OPONENTO KRĀSU NOTEIKŠANA

S.Fomins, U.Atvars

Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa

Krāsu pēcefekta subjektīvai novērtēšanai tika izveidots stimuluss, kas balstās uz redzes ilūzijas „Lilac chaser”. Stimulus sastāv no 12 aplīšiem, kas izvietoti pa riņķi, veidojot kombināciju kā pulksteņa ciparnīca. Krāsu pēcefekta novērtēšanai tiek lietots vēl viens aplītis stimulu centrā ar iespēju mainīt tā krāsu. Aplītim ir iespēja mainīt krāsas toni, spožumu un piesātinājumu HSL telpā. Rezultāti atbalsta hipotēzi, kā oponentām krāsām piemīt lielāks svars, pildot piemeklēšanas uzdevumu. Vairāku krāsu stimuliem, kas izvietojas platā leņķī, tiek piemeklētas oponentas krāsas, kas izvietotas šaurākā diapazonā $L^*a^*b^*$ krāsu telpā (1.attēls). Mēs ticam, ka iegūtie rezultāti sniegs idejas oponento krāsu telpu izveidei.



1.attēls. Piemeklētas (aplī) un rādītas (kvadrāti) krāsas $L^*a^*b^*$ krāsu telpā. Luminances ass nav attēlota

Figure 1. Adjusted and presented stimuli in $L^*a^*b^*$ color space (without luminance axis). Squares represent test stimuli and circle adjusted colors

OPPONENCY IN SUBJECTIVE ADJUSTMENT EXPERIMENT

S.Fomins, U.Atvars

Optometry and Vision Science Department, University of Latvia

In our experiment we use a modified „Lilac chaser” illusion - a circle of twelve magenta patches, arousing the sense of movement by the sequential disappearance of circles. The experiment participant adjusts the central circle’s hue, lightness and saturation values to match it with the appearing after-effect color. Subjects changed the fixation to squares besides the test circle each 10 seconds, to avoid the adaptation. Moving around the hue circle in similar steps we are trying to identify the opponent colors aroused by the negative aftereffect. The luminances of the test hues are kept on the same level. Presented colors which subtends wider angle in $L^*a^*b^*$ converge on the other side of the color space in the narrower angle. We believe our findings may help to provide the ideas for opponent color spaces.

Refences

Hurvich LM, Jameson D (1957). An opponent-process theory of color vision. *Psychol Rev* 64: 384-404.

GAISA KOMPRESORU STACIJAS ATTĀLINĀTAS VADĪŠANAS UN KONTROLES SISTĒMA

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis, G.Pikurs, J.Zvirgzds
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Izstrādāta sistēma gaisa kompresoru stacijas vadībai un kontrolei pa interneta tīklu no attāluma. Tas nepieciešams tāpēc, ka lietotāji vāji seko līdz kompresoru staciju darbībai un vairumā gadījumu neievēro kompresoru staciju apkopes termiņus. Par cik netiek savlaicīgi novērsti trūkumi, kompresoru staciju remontu un dīkstāves rada ievērojamus zaudējumus lietotājam.

Optimālā gadījumā servisa dienestiem būtu nepieciešams regulāri sekot kompresoru staciju darbam no attāluma, nepieciešamības gadījumā mainot darbības parametrus no attāluma vai veicot apkopi uz vietas.

No kompresoru stacijā izvietotas datu devēju sistēmas dati (par galvenā elektrodzinēja starta parametriem (strāvas fāzēs, spriegumi) kā laika funkcijām; skrūvju pāra un elektrodzinēja temperatūrām, gaisa plūsmas temperatūru, spiedienu) nonāk atpakaļ vadības kontrolierī. Vadības kontrolieris vadoties no saņemtajiem datiem koriģē gaisa kompresoru stacijas elektrodzinēja un vadības elementu darbu, kā arī pārraida datus pa interneta tīklu uz vadības datoru, kurš reģistrē saņemtos datus. Šos datus var izmantot gan kompresoru stacijas darbības analīzei, gan komerciāliem norēķiniem. Nepieciešamības gadījumā ar vadības datoru var izmainīt vadības kontrolierī ierakstītos atskaites parametrus kompresoru stacijas vadībai.

SYSTEM FOR REMOTE MANAGEMENT AND CONTROL OF AIR COMPRESSOR STATION

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis, G.Pikurs, J.Zvirgzds
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Developed system serves for remote management and control of air compressor station via internet network. This system is necessary due to the fact that users poorly supervise the operation of compressor stations and in most cases do not observe the deadlines for servicing of compressor station. Due to the fact that defects are not eliminated in time, repair works and idle time create significant losses for user.

Optimally the services should regularly keep under observation the work of compressor station remotely, changing operating parameters remotely if necessarily or providing maintenance on the spot.

Data from system of sensors, situated in the compressor station (regarding the starting parameters of main engine (currents in phases, voltages) as time functions, temperature of screw pair and electric motor, as well as air temperature, pressure) returns back to control unit. The control unit in accordance with received data adjusts the work of air compressor station electric motor and control devices, as well as transmits data via internet network to central computer, who registers received data. These data can be employed in the analyses of the work of compressor station as well as for commercial payments. In the case of necessity main computer can be used for changing parameters of reference that are recorded in control unit for management of compressor station.

TROKŠŅU NOTURĪBAS NOVĒRTĒJUMS DATU PĀRRAIDES SISTĒMAI AR OFDM-BPSK GAUSA KANĀLĀ

A.Zeļenkovs, S.Zeļenkovs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Datu pārraidei ar lielu ātrumu un augstā kvalitātē mūsdienās vispiemērotākā ir OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modulācijas ciparu tehnoloģija. OFDM ir daudzfrekvenču modulācijas paveids daudzkanālu sakaru sistēmās ar signālu ortogonālu sadalīšanu subnesēju frekvencēs [1]. Ortogonalitātes nodrošināšanai frekvenču sadalījuma lielumam starp tām jābūt apgriezti proporcionālam OFDM signāla garumam, tas ir, $\Delta f = 1/T_s$, kur T_s – signāla garums. Šis nosacījums automātiski izpildās pateicoties tam, ka OFDM modulatorā izmanto inverso diskrēto Furjē pārveidojumu (DFT) un, kā sekas, Furjē ātro pārveidojumu tehnoloģijas (IFFT) un pie demodulācijas tiešo diskrēto Furjē pārveidojumu (FFT). Pārraides ātruma palielināšanai katra no subnesošajām savukārt var tikt modulēta pēc amplitūdas un sākuma fāzes. Šādu sarežģītu signālu optimālu uztveršanu tāpat nodrošina ar DFT palīdzību. Enerģētiskajam ieguvumam attiecībā signāls/troksnis (SNR – Signal to Noise Ratio) E_b / N_0 , kur E_b – signāla enerģija, kas reducēta uz vienu bitu, bet N_0 – trokšņa spektrālais blīvums, ir lineāri jāatbilst DFT, kas izriet no diskrētā Furjē pārveidojuma pielietošanas, tas ir, no datu paralelā bloka garuma OFDM bloka ieejā. Šī fakta pārbaudei Gausa kanālā tika izstrādāta imitācijas modelēšanas shēma pēc Montekarlo metodes. Tiek demonstrēts imitācijas modeļa algoritms un datu pārraides kanāla traucējumnoturības raksturlīknes, par piemēru ņemot visvienkāršāko subnesēju modulēšanas shēmu – bināro fāzu manipulāciju (BPSK OFDM) pie koherentas uztveršanas. Ir iegūts, ka datu bloka garuma palielināšana, piemēram, divas reizes, atbilstoši palielina SNR arī divas reizes (par 3 dB), neatkarīgi no kļūdas varbūtības uzdotās vērtības (BER - Bit Error Rate), tas ir, enerģētiski izdevīgāka ir sakaru sistēmas darbība ar OFDM, ja izvēlas garākus datu blokus modulatora ieejā. Šī fakta pārbaude tika veikta pie bloku garuma 4, 8, 16 un 32. Izveidotas traucējumnoturības līknes diapazonā $10^{-1} \leq BER \leq 10^{-6}$ pie testa bitu secības 10^6 katram punktam no 40 punktiem uz līknes.

SIMULATION AND ESTIMATION OF NOISE IMMUNITY OF OFDM IN A GAUSSIAN CHANNEL

A.Zeļenkovs, S.Zeļenkovs

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Currently, the most suitable digital modulation technology for data transmission with high velocities with high quality transmission technology is OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). OFDM - a kind of multifrequency modulation in multichannel communication systems with orthogonal division of signals at the subcarrier [1]. Frequency spacing between them to ensure the orthogonality must be equal to the reverse of the duration of the OFDM signal, i.e. $\Delta f = 1/T_s$, where T_s – the duration of signal. This condition is automatically satisfied owing to the use at OFDM modulator of inverse discrete Fourier transform (DFT), and hence the fast Fourier transform (ie IFFT), and demodulation – of direct discrete Fourier transform (ie FFT). Each of the subcarriers to increase the transmission rate, in turn, can be modulated in amplitude and initial phase. Optimal reception of such complex signals is also provided with the help of FFT. The energy gain in the signal to noise ratio (SNR) E_b / N_0 , where E_b – the signal energy reduced to one bit, but N_0 – the noise spectral density, as a consequence of the discrete Fourier transform must depend linearly on the size of the DFT, ie length of the parallel data blocks at the entrance of the modulator OFDM. To verify this fact in a Gaussian channel has been developed circuit simulation by the Monte Carlo method. Given simulation model algorithm and the characteristics of data transmission channel noise immunity of a very simple example of subcarriers modulation schemes - the binary phase shift keying (BPSK OFDM) for coherent receiving. It was obtained that increasing the length of the data block, for example, doubled the SNR is also doubled (3 dB), regardless of the nominal value of the error probability (BER - Bit Error Rate), ie energetically more favorable is the work of the communication system with OFDM when selecting a data block at the input of the modulator is more length. The verification of this fact was held at the length of blocks 4, 8, 16 and 32. It was calculated curves of noise immunity in a range $10^{-1} \leq BER \leq 10^{-6}$ with length of test bit sequences 10^6 for each point, to 40 points on each curve.

1. R.C.T. Lee, Mao-Ching Chiu, Jung-Shan Lin. Communications Engineering/ Essential for Computer Scientists and Electrical Engineers. -Singapore: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd, 2007.-260 pp.

CENTRĀLAPKURES PROCESU KORELATĪVĀ ANALĪZE UN TO TEMPERATŪRAS SPEKTROSKOPIJA

D.Turlajs¹, U.Kanders²

¹Rīgas Tehniskās universitātes TMF

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šis raksts tika veltīts T_{ag} & T_1 -korelogrammu pētījumiem, izmantojot temperatūras kontūru (TK) metodi, kas ļauj apkures sezonai (AS) atbilstošo $(T_{agi}; T_{1i})$ -punktu kopu reprezentēt kā AS-TK un sadalīt to vairākos mazāka apjoma sub-TK_j. Šādi izveidotiem sub-TK_j piederošās $(T_{agi}; T_{1i})$ -punktu apakškopas tika detalizēti izpētītas kā atsevišķi statistiskie objekti. Vispirms tika izskaitļoti sub-TK_j vidējie centrālo tendenču rādītāji un $(T_{agi}; T_{1i})$ -punktu izkliedes rādītāji, lai iegūtu padziļinātu priekšstatu par šīm ar sub-TK_j saistītajām $(T_{agi}; T_{1i})$ -punktu apakškopām. Tāpat sub-TK_j tika izmantoti, lai visu AS aptverošās pilnās T_{ag} & T_1 -korelogrammas regresijas modeli izveidotu pēc aditivitātes principa, apvienojot autonomo sub-TK_j atbilstošos regresijas modeļus. Vidējie $(T_{agi}; T_{1i})$ -punktu izkliedes rādītāji tika papildināti ar regresora un regresenta frekvenču sadalījuma funkcijām. Šajā sakarā tika izskaitļotas sub-TK_j elementu diferenciālās un integrālās frekvenču sadalījuma funkcijas (FSF), proti, $dFSF(T_{ag})$ & $dFSF(T_1)$ un $cFSF(T_{ag})$ & $cFSF(T_1)$, kas sadala attiecīgi regresora, T_{ag} , un regresenta, T_1 , vērtības pa kategorizētiem klašu intervāliem. Pētījumā izmantoti 1- un 2-grādu gari klašu intervāli, kuri nodrošināja $dFSF$ iegūšanu ar vismaz 3%-augstu izšķirtspēju. Tādējādi izskaitļotie ārējais temperatūras, T_{ag} , un siltumnesēja turpgaitas temperatūras, T_1 , spektri $dFSF(T_{ag})$ & $dFSF(T_1)$ nav neatkarīgi temperatūras spektri, bet gan pa pāriem korelatīvi saistīti temperatūras spektri, proti, katram sub-TK_j ir savs raksturīgais T_{ag} -spektrs un ar to asociētais T_1 -spektrs. No fizikā labi pazīstamās fizikālo lielumu līdzības teorijas aspekta T_{ag} - un T_1 -spektrus varam aplūkot kā katram sub-TK_j raksturīgo regresora "ierosmes spektru" un ar to korelatīvi saistīto regresenta "atbildes spektru". Neatkarīgi no sub-TK_j⊂AS-TK izvēles novērojama kopīga likumsakarība: jo pie zemākām temperatūrām novērojams regresora, T_{ag} , "ierosmes spektrs", jo pie augstākām temperatūrām atrodams regresenta, T_1 , "atbildes spektrs".

CORRELATION ANALYSIS OF DISTRICT HEATING PROCESSES AND THEIR TEMPERATURE SPECTROSCOPY

D.Turlajs¹, U.Kanders²

¹Rīgas Tehniskās universitātes TMF

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

This article is dedicated to the T_{out} & T_S -scatter plot studies using temperature domain (TD) method, which allows the complete $(T_{outi}; T_{Si})$ -point set corresponding to the whole heating season (HS) represent as HS-TD which one can divided into several smaller sub-TD_i with respect that $sub-TD_1 \cup sub-TD_2 \cup sub-TD_3 \cup \dots = HS-TD$. Thus, the regression model of the whole HS surrounding T_{out} & T_S -scatter plot can be set up additively, combining separate regression models of the appropriate sub-TD_i. Deeper and more detailed picture of those "j-th" $(T_{outi}; T_{Si})$ -point subsets associated with mentioned above sub-TD_i has been derived by calculating their frequency distribution functions (FDF). On the FDF-base was developed temperature spectroscopy of such DH parameters as outside temperature, T_{out} , supply and return water temperature, T_S and T_R , etc. Differential and cumulative (integral) FDF, namely, $dFDF(T_{out})$ & $dFDF(T_S)$ and $cFDF(T_{out})$ & $cFDF(T_S)$, corresponding to different sub-TD_i have been calculated in at least 3%-high resolution because temperature class intervals of 1- and 2-degrees in length were used. In T_{out} & T_S -scatter plot studies the design of regression model and assessment of its fitness have always been a topical issue. Therefore the model fitness was measured by the coefficient of determination, R^2 : the higher the R^2 value, the higher the fitness of the regression model.

KVIEŠU MELNPLAUKAS OPERATĪVAS DIAGNOSTIKAS METODES MEKLĒJUMI

Z.Lapiņa¹, V.Ogorodņiks², J.Kleperis²

¹Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāte,

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Latvijā pēdējos gados ir plaši izplatījusies kviešu melnplauka, kuru izraisa sēne *Tilletia controversa*. Tā ir ļoti bīstama slimība, jo samazina ražu par 30%, dažos gadījumos pat par 95%. Inficētajiem augiem graudu vietā izveidojas putujoša masa – melnplaukas sporas, kurām piemīt ļoti nepatīkama (bojātu zivju) smaka. Ar sporām piesārņotie graudi nav izmantojami ne pārtikai, ne lopbarībai. Graudu kvalitātes kontrolei nepieciešamas operatīvas diagnostikas metodes, kas ļautu noteikt šīs slimības klātbūtni ievāktajā ražā. Melnplaukas sēnes sporas satur trimetilamīnu $N(CH_3)_3$, tādēļ mūsu pētījumā izmantotas dažādas gāzu noteikšanas metodes (spektroskopija, elektroniskais deguns), lai atšķirtu inficētos graudus no veselajiem.

Tilletia controversa apkarošanai graudi tiek kodināti dažādos specifiskos šķīdumos, kas var būt kaitīgi ne tikai apkārtējai videi, bet arī cilvēkiem. Kā alternatīva metode kodināšanai var tikt izmantota graudu apstrāde ar ozonu, jo zināma ozona aktīvā ietekme uz dažādiem mikroorganismiem, sēnēm, un pat to sporām. Darbā plānots pārbaudīt *Tilletia controversa* izturību pret eksponēšanu ar ozonu bagātinātā vidē.

SEARCH FOR RAPID DIAGNOSTIC METHODS TO DETECT WHEAT DISEASES

Z.Lapina¹, V.Ogorodniks², J.Kleperis²

¹Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia,

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Dwarf bunt is a winter wheat disease that is caused by the fungus *Tilletia controversa*. During last years dwarf bunt is widely observed in Latvia and reduces crops by 30% or in some cases 95%. The kernels of diseased plants are replaced by bunt balls, which contain masses of black spores with a foul odour (like rotten fish). The bunt balls rupture at harvest, contaminating the grain. Rapid diagnostic method is necessary to reveal infected crops. We used spectroscopic methods and electronic nose to separate diseased wheat grains containing specific gas –trimethylamine, from healthy ones.

The control of diseases in crops is still largely dominated by the use of fungicides, but with the increasing incidence of fungicide resistance, plus mounting concern for the environment resulting from excessive agrochemical use. Therefore the search for alternative, reliable methods of disease control is gaining momentum. The direct germicide action of Ozone is well-known against all type of microorganisms, as much fungi as bacteria and virus. Ozone is also effective against the spores of those microorganisms which are able to propagate and reproduce by this route. We are planning to test the resistance of *Tilletia controversa* against the treatment with ozone.

ELEKTRISKO - ŪDEŅRAŽA AUTOMAŠĪNU MAKSIMĀLAIS NOBRAUKUMS UN TĀ PALIELINĀŠANAS IESPĒJAS

V. Kuzmovs¹, J. Kleperis²

¹ *Daugavpils Universitātes Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte;*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Mūsdienu piesārņotajā pasaulē ūdeņraža ekonomika ar ūdeņradi kā enerģijas nesēju gan enerģijas, gan transporta sektoros tiek piedāvāta kā alternatīva esošajai naftas ekonomikai. Uz Zemes ūdeņradis nav sastopams brīvā veidā, tādēļ tā iegūšanai, uzkrāšanai un pārvadāšanai jāveido atsevišķa infrastruktūra. Tas prasa gan lielus finansiālos ieguldījumus, gan laiku atbilstošu tehnoloģiju izstrādei. Viena no iespējām paātrināt ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu tautsaimniecībā varētu būt nelielu ūdeņraža ģeneratoru izveide un to izmantošana ūdeņraža iekārtās, arī automašīnās. Eksistē gan elektrolīzes, gan ķīmisko reakciju sistēmas, kuras var tikt izmantotas ūdeņraža ģeneratoros, bet to darbināšanai nepieciešama enerģija. Elektrolīzes iekārtas, kādas ir pieejamas tirgū šodien, tērē daudz enerģijas, bet ķīmisko reakciju sistēmām, piemēram, ar alumīniju vai magniju kā katalizatoriem, jeb nātrija bora hidrīdu vēl jāizstrādā atbilstošas tehnoloģijas. Mūsu darbā apskatītas iespējas izveidot ekonomisku un efektīvu ūdeņraža ģeneratoru, kura darbināšanai enerģija tiek ņemta no neliela akumulatora un papildināta automašīnas braukšanas laikā. Elektrolīzes iekārta ar impulsu barošanu un automašīnas degšūnās radītā ūdens savākšanu, to darbinot no atsevišķa akumulatora, ļautu palielināt esošo ūdeņraža automašīnu nobraukumu.

AVAILABLE DRIVING DISTANCE OF ELECTRIC - HYDROGEN CARS AND POSSIBILITIES TO MAKE IT LARGER

V. Kuzmovs¹, J. Kleperis²

¹ *Daugavpils Universitātes Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte;*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Hydrogen economy is a new energy distribution system based on hydrogen gas as the energy carrier also in transport sector. Hydrogen is not available on Earth as gas, only in different compounds, therefore infrastructure for hydrogen production, storage and transport is necessary. Development of such hydrogen infrastructures needs a lot investments and time to develop appropriate technologies. One possibility to increase an application of hydrogen in economics could be the development of portable hydrogen generators. Currently, the hydrogen-on-demand systems that are being developed for the automotive industry either use electrolysis or a chemical reaction in order to generate hydrogen as needed for a car equipped with either an internal combustion engine or a fuel cell. The hydrogen-on-demand systems that use electrolysis or some other metal catalyst such as aluminum, magnesium, or sodium borohydride, or another hydrogen-rich chemical compound, needs energy supply to force a reaction that releases the hydrogen as needed. In our work the possibility to construct small and efficient hydrogen on demand system is discussed. Pulse powered electrolysis unit is used to recycle water from car's fuel cells into hydrogen and oxygen and to extend the maximal driving distance.

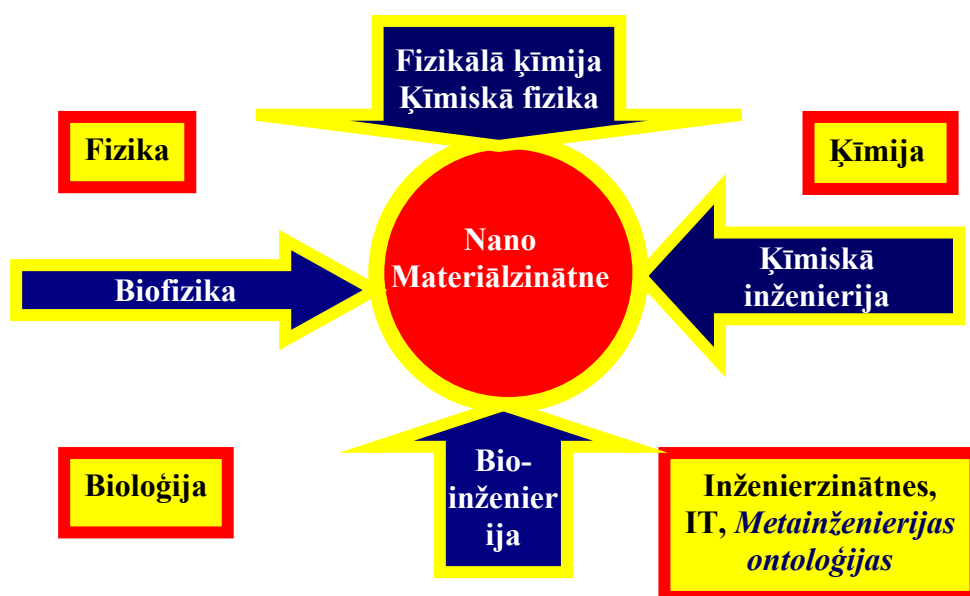
KODOLU TERMISKĀ SINTĒZE UN ŪDENRAŽA ENERĢĒTIKA

MŪSDIENU MATERIĀLZINĀTNES PROBLĒMAS UN RISINĀJUMI

A.Šternbergs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Moderno materiālu izstrāde ir nepieciešamais priekšnosacījums attīstībai visās svarīgākajās tehnoloģiju jomās: sākot no enerģijas un vides, veselības un medicīnas, informācijas un sakariem līdz transportam un kosmosam. Šādu uz „zināšanām balstītu” materiālu attīstības koncepcija viennozīmīgi ir starpdisciplināra stratēģija. Ir nepieciešama fiziku, ķīmiķu, biologu, inženieru, IT speciālistu cieša un nepārtraukta sadarbība. Respektīvi, sadarbojas zinātnieki, kuri sintezē materiālus, ar ekspertiem materiālu analīzē un to īpašību izpētē, kā arī ar teorētiķiem – materiālu modelēšanas ekspertiem. Vienīgi attīstot zināšanas un izprotot un kontrolējot iegūto materiālu nanostruktūru, vēlamās mikroskopiskās struktūra-īpašības likumsakarības var tikt realizētas.



CHALLENGING TRENDS AND CUTTING-EDGE ISSUES IN MATERIALSCIENCES

A.Sternberg

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Advanced materials are a prerequisite for all major research and development areas and for all key technologies ranging from information and communication, health and medicine, energy and environment, to transport and space exploration. The design of such “knowledge-based materials” requires new concepts which will be based on interdisciplinary strategies. The expert input from the field of physics, chemistry, biology, engineering, and IT is required. Scientists in materials synthesis collaborate intimately with the experts in materials analysis, materials functions and with experts in materials modelling. Only with the detailed knowledge of the microscopic structure of the grown nanostructured materials at hand a microscopic structure-function relationship can be obtained.

TRITIJA UZKRĀŠANĀS JET DIVERTORA ĶIEĢEĻOS

M. Haļitovs¹, G. Ķizāne¹, A. Vītiņš¹, E. Pajuste¹, A. Kirilova¹, J. Gabrusenoks²

¹ *Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Divertora ķieģeļi JET (Apvienotais Eiropas Tors) tokamakā ir vieni no svarīgākajiem tā uzbūves elementiem, jo kalpo kā aizsargmateriāls vakuumkamerai un konstrukcijas elementiem. Divertora ķieģeļi veidoti no oglekļa kompozītu materiāla (OKM), kam ir augsta termiskā un mehāniskā izturība. Taču tajos ievērojamā daudzumā uzkrājas abas kodoldegvielas komponentes – tritījs un deiterijs. Lai noteiktu kodoldegvielas transporta kustību vakuumkamerā, nepieciešams noskaidrot precīzu uzkrātā tritīja daudzumu divertora ķieģeļos gan toroidālā, gan poloidālā virzienā.

Pētījumi par tritīja sadalījumu un oglekļa šķiedras struktūras izmaiņām veikti ar MkIIGB-SRP divertora 14 BWG4B ķieģeļi no kodolsintēzes iekārtas JET pēc reāliem D + D plazmas ar nelielu T piedevu eksperimentiem. Ar pilnās oksidēšanas un šķidro scintilatoru metodi noteikts uzkrātā tritīja daudzums un sadalījums ķieģeļos.

Konstatēts, ka lielākais tritīja daudzums (98 – 99 %) ir uzkrāts ķieģeļu augšējā, ~ 1 mm biezā slānī (īpatnējā aktivitāte $10^6 - 10^8$ Bq/g). Tritīja sadalījums ķieģeļu vidusdaļā ir vienmērīgs (īpatnējā aktivitāte $\sim 10^4$ Bq/g). Paaugstināts akumulētā tritīja daudzums (īpatnējā aktivitāte $10^5 - 10^6$ Bq/g) ir ķieģeļu apakšpusē, kas saistīts ar erozijas materiālu nokļūšanu zem ķieģeļiem caur spraugām un tehniskajiem urbumiem. Ar SEM metodi pētītas oglekļa šķiedras struktūras izmaiņas ķieģeļi gan poloidālā, gan toroidālā virzienā. Novērojams, ka šķiedras diametrs apakšējā ķieģeļa daļā salīdzinot ar vidusdaļu ir palielināts. Ramana spektros grafitam raksturīgās līnijas 1588 cm^{-1} un 1355 cm^{-1} maina pozīcijas, kā arī mainās to platums, kas norāda uz grafitā struktūras maiņu.

TRITIUM ACCUMULATION IN THE TILES OF THE JET DIVERTOR

M. Haļitovs¹, G. Ķizāne¹, A. Vītiņš¹, E. Pajuste¹, A. Kirilova¹, J. Gabrusenoks²

¹ *Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

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

Divertor tiles of JET fusion reactor are one of the main elements because they protect both vacuum camera and structural elements. The divertor tiles are made from carbon fiber materials (CFC) that are mechanically and thermal resistant. However both components of nuclear fuel – tritium and deuterium accumulate in tiles. Therefore it is important to determine the transport of accumulated tritium in toroidal and poloidal directions of the divertor.

Studies were made with the CFC tile 14 BWG 4B of divertor MkII GB-SRP of JET after real D + D with a little additive of T experiments. The amount and distribution of accumulated tritium was determined with the method of full oxidation and liquid scintillation. The results show that the most amount of accumulated tritium (98 – 99 %) is located in the top layer (~ 1 mm thickness) of the tile (tritium activity $10^6 - 10^8$ Bq/g). The distribution of tritium in the middle layers is rather even in all regions (tritium activity $\sim 10^4$ Bq/g). A higher tritium activity was determined in the bottom layers of the tile (tritium activity $10^5 - 10^6$ Bq/g), which is caused by erosion material transport beneath tiles through gaps between tiles and technical boreholes within. Structural changes of CFC in tiles both in toroidal and poloidal directions were examined by SEM, has been observed that diameter of fibers increases in the lower part of the tile compare to the middle layers. The characteristic lines of graphite at 1588 cm^{-1} and 1355 cm^{-1} in the Raman spectra change their position and width. It confirms that graphite structure changes during exploitation.

TRITIJA TERMODIFŪZIJA NO ITER REFERENCES BERILIJA LODĪTĒM

V. Zubkovs, G. Ķizāne, A. Vītiņš, E. Pajuste, J. Jansons

Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūta

Cietvielu radiācijas ķīmijas laboratorija

Kodolsintēzes reaktora tritiju atražojošajā blanketā zonā berilija lodītes pildīs neitronu pavairotāja funkciju. Kodolreakciju rezultātā berilija lodīšu tilpumā rodas un uzkrājas liels daudzums tritija dažādās ķīmiskās formās (T_2 , T^0 un T^+). Tritija veidošanās, uzkrāšanās un tā ķīmisko formu veidi berilijā ir atkarīgi no neitronu spektra un plūsmas, starošanas temperatūras, kā arī no berilija struktūras īpatnībām un ķīmiskajiem piemaisījumiem. Tā kā tritijijs ir radioaktīvs, tā akumulācija berilijā var radīt gan ekoloģiskas, gan ekonomiskas problēmas. Līdz ar to būtisks ir tā izdalīšanas iespēju novērtējums no reaktoram analogos apstākļos starotām berilija lodītēm.

Darbā pētītas augstas plūsmas reaktorā HFR Pettenā (Nīderlande) eksperimentos BERYLLIUM, EXOTIC 8-3/13 un PBA neitronos starotas berilija lodītes. Veikti tritija termodifūzijas eksperimenti dažādos temperatūras režīmos. Noteikts arī uzkrātā tritija ķīmisko formu sadalījums lodīšu tilpumā pirms un pēc to karsēšanas. EXOTIC 8-3/13 lodītēm novērota efektīvāka tritija izdalīšanās salīdzinājumā ar PBA lodītēm. Tā iemesls varētu būt mazāks lodīšu diametrs, kā arī lielāka atomārā tritija procentuālā daļa paraugā. Novērtēti iespējamie procesi, kas notiek tritija termodifūzijas laikā.

TRITIUM THERMO DIFFUSION FROM THE ITER RELEVANT BERYLLIUM PEBBLES

V. Zubkovs, G. Ķizāne, A. Vītiņš, E. Pajuste, J. Jansons

Institute of Chemical Physics Laboratory of

Radiation Chemistry of Solids, University of Latvia

Beryllium pebbles are foreseen as a neutron multiplier in the Helium Cooled Pebble Bed concept of the Fusion reactor Tritium Breeding Blanket. Large amount of tritium in different chemical forms (T_2 , T^0 un T^+) is produced in the bulk of the pebbles as a consequence of neutron-induced transmutations. Tritium production, retention and its chemical forms in beryllium depend on neutron spectra and flux, irradiation temperature, structure of beryllium and chemical impurities. Tritium inventory in the materials is a safety issue due to its radioactivity. Therefore assessment of the tritium release possibilities from beryllium pebbles irradiated in the reactor relevant condition is essential.

Tritium thermodiffusion from the beryllium pebbles irradiated in the experiments at High Flux Reactor in Petten (BERYLLIUM, EXOTIC 8-3/13 and PBA) has been performed at the different temperature regimes. The distribution of chemical forms of the accumulated tritium has been investigated before and after the thermal treatment. It has been observed that tritium release from the EXOTICc 8-3/13 pebbles is more efficient comparing to the PBA pebbles. It could be explained by a smaller diameter of the pebbles and higher fraction of the atomic tritium. The possible mechanisms of the processes occurring during the thermodiffusion of the tritium have been discussed.

LITIJA ORTOSILIKĀTA MINILODĪŠU PRIEKŠAPSTRĀDES IETEKME UZ TO RADIĀCIJAS STABILITĀTI

A. Zariņš¹, G. Ķizāne¹, A. Supe¹, L. Baumanē², V. Tīlika¹, E. Pajuste¹, R. Knitter³

¹ *Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

² *Latvijas organiskās sintēzes institūts*

³ *Karlsruhes tehnoloģiju institūts, Vācija*

Litija ortosilikāta lodītes ir viens no perspektīvākajiem materiāliem tritija atražošanai blanketa zonā kodolsintēzes reaktoros. Pētītās lodītes sintezētas ar litija hidroksīda un silīcija dioksīda kausēšanas – izsmidzināšanas metodi. Ražošanas procesā iegūst lodītes ar dažādiem diametriem, sfēriskumu un struktūru. Iegūtās minilodītes daļa frakcijās pēc to izmēriem. Maksimālu kristalizācijas pakāpi panāk tās izturot 1 - 200 stundas 800 – 1000 °C temperatūrā. Noteikta radiācijas stabilitāte, struktūras un sastāva izmaiņas 3 veida litija ortosilikāta minilodītēm ar dažādu termisko apstrādi (800°C/1h, 900°C/128h un 970°C/168h) augstu jonizējošā starojuma absorbēto dozu (>0,5 GGy) iedarbībā paaugstinātā temperatūrā. Minilodītes apstaro kvarca ampulās, gaisa vai argona atmosfērā ar paātrinātiem 5 MeV elektroniem 573 K temperatūrā, starojuma dozas jauda 24 kGy/s. Jonizējošā starojuma iedarbībā litija ortosilikāta minilodītēs veidojas un uzkrājas elektronu ($E' - SiO_3^{3-}$), cauruma ($HC2 - SiO_4^{3-}$) un elektronu (F^+) centri, kā arī rodas radiolīzes produkti - koloidālais litijs, skābeklis, litija karbonāts, silīcijs un litija metasilikāts. Radiolīzes produktu veidošanās ir atkarīga no starošanas atmosfēras. Litija ortosilikāta minilodītes termiski apstrādājot 970°C/168h ir radiācijas stabilākais paraugs, salīdzinot ar paraugiem ar termisko apstrādi 800°C/1h un 900°C/128h.

INFLUENCE OF A PRETREATMENT OF LITHIUM ORTHOSILICATE PEBBLES ON RADIATION STABILITY

A. Zariņš¹, G. Ķizāne¹, A. Supe¹, L. Baumanē², V. Tīlika¹, E. Pajuste¹, R. Knitter³

¹ *Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

² *Latvian Institute of Organic Synthesis*

³ *Karlsruhe Institute of Technology, Germany*

Lithium orthosilicate pebbles have been selected as one of the possible tritium breeder material. Investigated pebbles have been fabricated by the melt-spraying method. In a process of synthesis pebbles are produced with different grain size and structure. Maximal degree of crystallization was obtained by thermal treating pebbles 1 – 200 hours at the temperature 800 – 1000 °C. Radiation stability, structure and changes of composition has been investigated of 3 type of the pebbles with different thermal treatment (800°C/1h, 900°C/128h, 970°C/168h) under the impact of high radiation absorbed dose (>0,5GGy). The pebbles were irradiated in the quartz tubes in both air and dry argon atmosphere with accelerated 5 MeV electrons at 573K, dose rate 24 kGy/s. Under the impacts of the ionization radiation the electron ($E' - SiO_3^{3-}$), holes ($HC2 - SiO_4^{3-}$) and stable electron (F^+) centers are formed and accumulate in the lithium orthosilicate pebbles. Products of radiolysis - colloidal lithium, oxygen, lithium carbonate and lithium metasilicate have been determinate in pebbles of lithium orthosilicate. Formation of the radiolysis products depends of the irradiation conditions. Degree of decomposition of the lithium orthosilicate matrix at the absorbed dose 10.58 GGy is 1.5%. Lithium orthosilicate pebbles with thermal treatment 970°C/168h are more radiation stable than pebbles with thermal treatment 800°C/1h and 900°C/128h.

GALLIJA STRŪKLAS IETEKME UZ PLAZMU TOKAMAKA TIPA KODOLSINTĒZES REAKTOROS

O. Lielausis, R. Gomes¹, E. Platacis, A. Miķelsons, A. Kļukins

*Latvijas Universitātes Fizikas Institūts
IST, Kodolsintēzes plazmas Institūts,
(Lisabona)*

Potenciālā iespēja izmantot šķidros metālus pateicoties to specifiskām īpašībām kā ar plazmu saskarošās virsmas jau ir atzīta kodolsintēzes sabiedrībā par iespējamu risinājumu, kas ļautu pārvarēt problēmas saistītas ar cieto materiālu koroziju un līdz ar to ļautu realizēt efektīvus jaudas aizvadīšanas procesus no iekārtas. Galvenā problēma, kura ir saistīta ar brīvo virsmu šķidro metālu plūsmām, mijiedarbību ar lielo gradientu magnētisko lauku, kurā var būt inducēti spēki kuri, savukārt, var izraisīt perturbācijas šķidrajā metālā. Kaut arī ir vēltīta diezgan liela uzmanība teorētiskiem aspektiem lai izprastu efektu būtību, tomēr līdz šim netika veikti eksperimentāli pētījumi kodolsintēzēs iekārtās. Papildus iepriekš minētam uzdevumam tiek apspriesta potenciālā iespēja izmantot šķidro metālu arī udeņraža noturēšanai un aizvākšanai.

Līgumu starp trīm EUROATOM dalībriestādēm: IST (Lisabona), ENEA (Fraskati un Latvijas universitāti (Rīga) parakstītu 2007. gadā ar mērķi izstrādāt šķidrā metāla sistēmas, lai aizsargātu komponentus kas saskaras ar plazmu, var uzskatīt kā LU Fizikas institūta iniciatīvu attīstīt darbus šajā virzienā EFDA programmas (WP10-PW1-05-04) ietvaros pievēršot uzmanību galvenokārt šķidro metālu potenciālām iespējām.

LIQUID GALLIUM JET UNDER THE INFLUENCE OF THE TOKAMAK PLASMAS

O. Lielausis, R. Gomes¹, E. Platacis, A. Mikelsons, A. Klukins

Institute of Physics, University of Latvia

¹Associação EURATOM/IST, Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear/IST, Av. Rovisco Pais, No. 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

The potential of liquid metals as plasma facing components has already been acknowledged by the fusion community due to their specific properties that would allow overcome the erosion issue characteristic of solid materials while providing an efficient process to exhaust power from the machine. The main problem related to the use of free flowing liquid metals in fusion devices is related to their interaction with magnetic field gradients which are known to induce forces capable of perturbing liquid metal behavior. Although a large effort has been put in understanding this effect on the theoretical aspect, no experimental observations have been done, to our knowledge, on fusion devices. In addition to the previous tasks the potential ability of liquid metals to retain/remove hydrogen has been clearly accentuated.

Agreement among three Associations of EURATOM: IST (Lisbon), ENEA (Frascati) and Univ. of Latvia (Riga)) signed in 2007, on the development of liquid metals systems for protection of plasma facing components, should be considered as fully collaborative up to date initiative of IPUL denoted to activate work in this direction in the frame of the Wall-Plasma interaction task in a frame of under EFDA program (WP10-PW1-05-04) where liquid metals are present in the main part of activities eligible for priority support.

ŪDEŅRAŽA EKONOMIKAS VEIKSMES PIEMĒRI PASAULĒ UN KO NO TĀ MĀCĪTIES LATVIJAI

J. Dimants¹, B. Sloka¹, J. Kleperis²

¹ *Latvijas Universitātes Ekonomikas un vadības fakultāte;*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts*

Ūdeņraža, kā enerģijas nesēja un arī kā degvielas, pētījumi pasaulē kļūst arvien nozīmīgāki, jo tam būs globāls ieguldījums līdzsvarotas un ilgtspējīgas enerģijas ekonomikā un neatkarības iegūšanā no fosilajiem energoresursiem. To pierāda līdz šim veiktie pētījumi un ūdeņraža izmantošanas praktiskie piemēri visā pasaulē. Ir sākusies arvien plašāka ūdeņraža izmantošana vairāku valstu tautsaimniecībā. Piemēram, Īslande sevi pasludinājusi par pirmo valsti pasaulē, kas gatavojas pilnībā pāriet uz ūdeņraža ekonomiku. Jau 2003.g. Reikjavikas ielās sāka kursēt pirmie ūdeņraža autobusi. 2006. gadā ūdenī tika nolaists pirmais ūdeņraža okeāna lainers, 2015. gadā plānots, ka visi 2500 Īslandes zvejnieku kuģi kā degvielu izmantos ūdeņraža enerģiju un tuvākā nākotnē 180000 Īslandes iedzīvotāju automašīnas tiks pārveidotas par ūdeņraža mašīnām. Pasaulē tiek realizēti dažādi ūdeņraža projekti, no kuriem Latvija varētu ņemt labu piemēru. Izvērtējot iespējamo ūdeņraža, kā enerģijas nesēja izmantošanu tautsaimniecībā, tā iegūšana mazos apjomos var būt efektīva, ja ražošanai izmanto alternatīvās enerģijas. Šādā procesā iegūts ūdeņradis ir kaitīgo izmešu neitrāls un videi netiek nodarīts kaitējums. Ko Latvija no tā var mācīties? Ūdeņraža enerģijas ieviešana enerģētikas un transporta sektoros dos ekonomisko neatkarību. Cik lielā mērā un vai tas būs izdevīgi?

SUCCESS EXAMPLES OF HYDROGEN ECONOMY IN THE WORLD AND WHAT CAN LATVIA LEARN FROM THEM

J. Dimants¹, B. Sloka¹, J. Kleperis²

¹ *Faculty of Economics and Management, University of Latvia;*

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

For energy and transport sectors the research of hydrogen as an energy carrier and fuel is becoming important more and more. An important contributor to a future with a sustainable energy economy and a gradual reduction in dependency from fossil fuels will be the hydrogen and fuel cell technologies; - it is recognized by many countries in the world. A global development has begun towards a widespread use of hydrogen – the so called Hydrogen Economy. Iceland announced that will be the first country in World with Hydrogen Economy. In 2003 the first three hydrogen buses began routes on the streets of Reykjavic; the World's first commercial hydrogen station was open in 2003; by 2006, the first demonstration project for a fuel cell-powered ocean vessel was completed. In the World different hydrogen projects are implemented which could be good examples for Latvia. Evaluating hydrogen as energy carrier usage possibilities in economics it seems that hydrogen production in small quantities would be efficient only when alternative, renewable energies are used to produce it. What can Latvia learn from them? The implementation of hydrogen in energy sector and as fuel in transport sector will give political and economical freedom to Latvia. Do we need it?

MELNĀ PLATĪNA ELEKTRODS ŪDEŅRAŽA KONCENTRĀCIJAS NOTEIKŠANAI ŠĶIDRUMOS

A. Gruduls¹, I. Klepere¹, G. Bajārs², J. Kleperis²

¹ *Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Lai pasaulē mazinātu klimata straujo izmaiņu risku, nepieciešams attīstīt alternatīvās enerģijas iegūšanas un izmantošanas metodes, kas nepiesārņo apkārtējo vidi. Perspektīvākās ekoloģiskās enerģijas izmanto ūdeņradi kā enerģijas nesēju un uzkrājēju. Lai iegūtu ūdeņradi no atjaunojamajiem resursiem bioloģiskās sistēmās, nepieciešama to optimizācija un visaptveroši pētījumi. Viens no tādu sistēmu produktivitātes mērījumu veidiem ir izšķīdušā ūdeņraža koncentrācijas noteikšana šķidrā fāzē. Izšķīdušā ūdeņraža koncentrāciju šķīdumā var noteikt izmantojot komerciālos sensorus, tomēr tiem ir zināmi trūkumi: lieli izmēri, maza izturība, spēja veikt mērījumus tikai vienā punktā, lielas izmaksas. Mūsu darbā pārbaudīta iespēja izmantot platīna elektrodu izšķīdušā ūdeņraža koncentrācijas noteikšanai šķīdumā. Platīna stieple tika pārklāta ar melno platīnu, izmantojot elektroķīmiskās izgulsnēšanas metodi. Melnajam platīnam, salīdzinājumā ar platīnu, ir labākas katalītiskās spējas, lielāka reakciju virsma un labāka detektēšanas spēja. Ar šādu metodi iespējams iegūt arī ūdeņraža sensoru sistēmu, kas dod iespēju mērīt ūdeņraža koncentrācijas dažādās šķīduma vietās vienlaicīgi un iegūt datus par tā koncentrācijas gradientiem.

BLACK PLATINUM ELECTRODE FOR MEASUREMENT THE CONCENTRATION OF DISSOLVED HYDROGEN IN LIQUIDS

A. Gruduls¹, I. Klepere¹, G. Bajārs², J. Kleperis²

¹ *Biology Faculty, University of Latvia*

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

Alternative energy production and usage methods have to be developed to reduce current developing climate changing risks. Hydrogen as an energy carrier is used in all most promising ecological energy forms. To ensure hydrogen production from renewable resources optimization of biological systems and a comprehensive research is required. One of the hydrogen productivity determination methods in biological systems is hydrogen concentration measurement in liquid phase. Dissolved hydrogen concentration in liquid can be measured by using commercial sensors although they have some disadvantages: large size, small durability, ability to only make measurements in a certain point of the sample and they are expensive in price. In this work we test the platinum electrode as potential sensor of dissolved hydrogen. Platinum wire was coated with black platinum using electrochemical plating method. In such a way it is possible to develop sensor systems for measurements of hydrogen concentrations in different places of liquid simultaneously and it would ensure data about gradients of hydrogen concentrations.

PROTONUS UN ELEKTRONUS VADOŠAS POLIMĒRU MEMBRĀNAS DEGVIELAS ŠŪNĀM

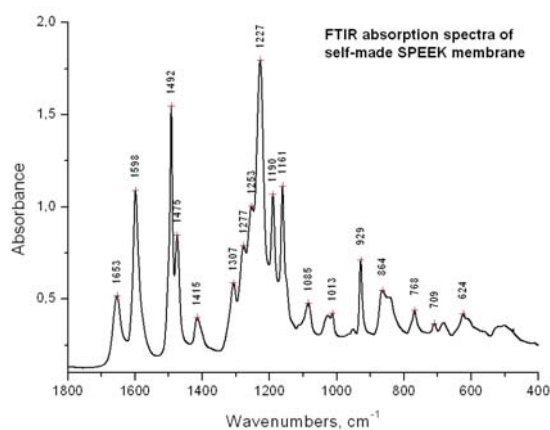
J. Hodakovska, G. Čikvaidze, J. Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Degvielas šūna ir komplicēta iekārta, kas sastāv no vairākām detaļām, starp kurām ir nepieciešams nodrošināt labu kontaktu. Esošajos modeļos pie membrānas atrodas oglekļa audums, uz kura ir uzness katalizators. Ja oglekļa vietā varētu izmantot vielu, kas pēc savas virsmas struktūras ir tuvākā pašai membrānai, nepieciešams izstrādāt materiālu, kam ir gan protonu, gan elektronu vadāmība. Viena no iespējamām realizācijām ir apskatīta mūsu darbā, sintezējot kompleksu membrānu no sulfonēta PEEK polimēra un polianilīna. Rezultātā plānots iegūt membrānu, kurai ir gan elektronu, gan protonu vadītspēja, un kurai būtu labs kontakts ar SPEEK membrānu. Papildus raksturīgo īpašību analizēšanas metodēm (piemēram, vadītspēja un ūdens absorbcija) iegūto materiālu sastāvs analizēts ar FTIR spektroskopijas metodi (Zīm. 1).

PROTON AND ELECTRON CONDUCTING MEMBRANES FOR FUEL CELLS

J. Hodakovska, G. Chikvaidze, J. Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Fuel cells are made of several parts, thus raising a problem of good contact between them. Now carbon cloth is used as a catalyst holding layer and electron conducting media. If it could be replaced with another material based on polymer like as the membrane material, it could improve contact. In this case the new material is needed, both proton and electron conductive. One of the possible solutions is discussed in our work. Complex polymer is made from sulfonated PEEK and polyaniline. Obtained materials are analyzed with FTIR absorption method (Pic.1) and other important properties are analyzed with classical methods (e.g. water absorption and conductivity).



*Zīm 1. SPEEK polimēra FTIR spektrs.
Pic.1. SPEEK polymer FTIR spectrum.*

ELEKTROLĪZES REAKCIJAS NORISEI NEPIECIEŠAMĀS SLIEKŠŅA ENERĢIJAS NOSACĪJUMI UN TĀS SAMAZINĀŠANAS IESPĒJAS

M. Vanags, G. Bajārs, J. Kleperis

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Darbā tiek pētīts elektrolīzes process, kurā par ūdeņraža elektrodiem tiek izmantotas platīna un volframa stieples. Elektrolīzes šūnas barošanā tiek izmantoti induktīvi sprieguma impulsi. Lai noteiktu ūdeņraža izdalīšanās intensitāti, tiek izmantots izšķīdušā ūdeņraža mikrosensors (Unisense, Dānija). Pētījumos noskaidrots, ka izšķīdušā ūdeņraža koncentrācija straujāk pieaug volframa nevis platīna elektroda tuvumā. Autori šo faktu izskaidro ar atšķirībām ūdeņraža izdalīšanās reakcijā uz abiem elektrodiem. Induktīvais sprieguma impulss ir ar limitētu enerģiju, kuras pietiek tikai ūdeņraža adsorbcijai uz platīna elektroda, bet uz volframa elektroda šī enerģija ir pietiekoša, lai norisinātos pilna ūdeņraža izdalīšanās reakcija.

CONDITIONS OF MINIMAL REACTION ENERGY FOR ELECTROLYSIS AND POSSIBILITIES TO REDUCE IT

M. Vanags, G. Bajārs, J. Kleperis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Initial process of electrolysis is investigated using platinum and tungsten wires as hydrogen electrodes and inductive kickback voltage (IKV) peak based power unit. Microelectrodes from Unisense (Denmark) are used to determine concentrations of dissolved hydrogen and pH close to wire electrodes. It is observed that concentration of dissolved hydrogen increases faster on tungsten electrode as on platinum. Authors explain this fact with differences of hydrogen evolution reaction (HER) on both materials – IKV peak power unit is supplying very short voltage pulses with limited energy what is enough only for hydrogen adsorption on platinum electrode, but is sufficient for full HER reaction on tungsten electrode.

PARAUGA AKTIVĀCIJAS ĀTRUMS ATKARĪBĀ NO GRAUDU IZMĒRA

E. Rancāns, L. Grīnberga, J. Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Daudzu gadu pētījumi ir pierādījuši, ka hidrīdus veidojošus metālus un sakausējumus var izmantot, lai efektīvi uzglabātu ūdeņradi.

Eksperimentos konstatēts, ka pirms paraugs sasniedz maksimālo ūdeņraža sorbcijas spēju, to nepieciešams aktivēt – attīrīt no piemaisījumu gāzēm un oksīdiem. Paraugu attīrīšanu var veikt dažādi – apstrādāt ar sārmu, karsēt, malt lodīšu dzirnavās un tad veikt atkārtotus gāzes absorbcijas-desorbcijas ciklus, var kombinēt šos aktivācijas veidus vai arī izmantot tikai sorbcijas procesus.

Aktivācijas ātrums ūdeņradi sorbējošiem materiāliem ir atkarīgs no parauga graudu izmēra. Samazinot aktivācijai nepieciešamo enerģijas patēriņu varam ievērojami mainīt parauga izgatavošanas izmaksas.

Nosakot graudu izmēru, pie kura aktivācija notiek optimālāk, tika salīdzināts vai graudu izmēru samazināšana tos mehāniski samaļot ir efektīvāka metode nekā to sasmalcināšana ūdeņraža sorbcijas-desorbcijas procesā.

Pateicība: Paldies LZP pētījumu projektam 09.1553 par finansiālu atbalstu.

SAMPLE ACTIVATION RATE DEPENDENCE ON GRAIN SIZE

E. Rancans, L. Grinberga, J. Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Sustained studies demonstrate that solid materials can be utilized to solve the storage problem of large amounts of hydrogen by reversible absorption and desorption.

Experimental data shows that maximal sorption capacity material can reach after pre-treatment procedures to dispose of impurity gasses and oxides. There are several ways to perform pre-treatment procedures – sequence of absorption-desorption cycles that follows after alkali treatment, heating or ball-milling.

Speed in which activation takes place within hydrogen sorption materials is depending on sample grain size. If one could reduce amount of energy that is needed to activate sample, then we could greatly cut down sample costs.

Determining grain size that is optimal for sample activation, can give a basic idea whether best way is to reduce grain size by mechanical means or by hydrogen sorption-desorption process.

Acknowledgement: Thanks to research project 09.1553 of Latvian Council of Science for financial support.

ŪDEŅRAŽA SORBCIJA MODIFICĒTĀ SiO₂ STIKLĀ

L. Grīnberga, L. Kuļikova*, V. Serga*, J. Kleperis

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

**Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts*

Drošai un efektīvai ūdeņraža ieviešanai sadzīvē ir nepieciešami materiāli, kuros šo gāzi varētu uzglabāt. Šiem materiāliem jābūt gana viegliem, bet tomēr jāspēj nodrošināt pietiekoši lielu absorbētā/desorbētā ūdeņraža tilpumu un dzīves laiku.

Materiālu nanostrukturēšana un sorbējošās virsmas laukuma palielināšana ir veids kā palielināt absorbētā ūdeņraža daudzumu. Potenciāls veids kā apvienot metālu ūdeņraža sorbcijas spēju un vēlamu tilpuma/svara attiecību ir, veidot kompozītmateriālus, kas sastāv no hidrīdus veidojoša metāla vai sakausējuma un piemērota palīgmateriāla ar pietiekoši lielu virsmu.

Var teikt, ka parastos apstākļos SiO₂ stikls ūdeņradi neabsorbē, tomēr legējot šo materiālu ar nelielu daudzumu pallādijs, var panākt, ka stiklu var pielietot kā ūdeņraža uzglabāšanas vidi.

Izmantojot ekstrakcijas-pirolītisko metodi tika izgatavoti kompozītmateriāli, kuri sastāv no pallādijs nanodaļiņām, uznestām uz sīkgraudaina SiO₂ stikla pulvera virsmas. Iegūtā materiāla ūdeņraža sorbcijas īpašības tika pētītas izmantojot volumetrisko metodi, bet rentgenstaru difraktometrija tika pielietota fāzu struktūras noteikšanai.

HYDROGEN SORPTION OF MODIFIED SiO₂ GLASS

L. Grinberga, L. Kulikova*, V. Serga*, J. Kleperis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

**Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University*

An efficient storage media for hydrogen is desirable for the common applications of fuel cells and the adoption of hydrogen as an energy source.

Nanostructuring of materials and enhancement of surface absorption capability are two main factors to increase the amount of sorbed hydrogen. One way to combine the effectiveness of hydrogen absorption in metal hydrides and the desirable weight/volume proportion is to make composite material from alloy forming hydride and appropriate support material.

In a regular circumstances SiO₂ glass are not absorbing notable amount of hydrogen, however doping small quantities of palladium in these materials can provide a capturing of significant amount of this gas.

We studied hydrogen sorption properties in composites made of palladium nanoparticles coated on the surface of highly dispersed powder of SiO₂ by using extractive-pyrolytic method.

To investigate an interaction of hydrogen with Pd/oxide composites the volumetric method was used. Phase composition of materials was determined by XRD method.

TEMPERATŪRAS IETEKME UZ ĢENERĒTO JAUDU RŪPnieciskiem SAULES FOTOELEKTRISKAJIEM paneļiem

J. Blūms, M. Vanags, J. Kleperis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Uz LU CFI jumta ir uzstādīti 4 firmas KoraxSolar (Ungārija) Saules paneļi KS-160 (kopā 4,5 m²), kuri kopš 2009.g. maija savāc Saules enerģiju. Analizējot iegūtos rezultātus, tika pievērsta uzmanība faktam, ka līdzīgās saulainās vasaras dienās ar atšķirīgu gaisa temperatūru arī Saules paneļu savāktā enerģija atšķiras. Tur, kur ir lielā daudzumā pieejama Saules enerģija, parasti lielā daudzumā izdalās siltumenerģija, jo katrai vielai ir raksturīgi absorbēt starojuma enerģiju un daļu no tās pārvērst siltumkustības enerģijā. Arī Saules panelis absorbē Saules starojuma enerģiju un pārvērš to gan par elektrisko enerģiju, gan par siltumenerģiju, kas paaugstina Saules paneļa pusvadītāju elementu temperatūru. Rūpnieciski ražotiem Saules paneļu pusvadītāju elementiem, pieaugot to temperatūrai, lietderības koeficients samazinās. Pēc ražotāja informācijas elementa jauda samazinās par 0,4-0,6% uz 1 grādu. Mēs veicām eksperimentālu paneļa KS-160 pārbaudi, karsējot to līdz dažādām temperatūrām un mērot izdalīto jaudu. Par gaismas avotu tika izmantotas 4 halogēnās 300W lampas, sildīšana notika slēgtā termokamerā. Tika novērots, ka mainoties paneļa temperatūrai no 20-61°C, tā izdalītā jauda samazinājās 2.6 reizes. Darbā tiek analizēti ievērojamie jaudas zudumu cēloņi. Tiek apskatītas tehnoloģijas, kuras ļautu samazināt Saules starojuma ģenerētās elektrības zudumus paneļu uzsilšanas rezultātā.

TEMPERATURE INFLUENCE ON THE POWER EFFICIENCY OF COMMERCIAL PHOTOVOLTAGE BATTERIES

J. Blūms, M. Vanags, J. Kleperis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

From May 2009 there are installed 4 Solar panels KS-160 (KoraxSolar, Hungary) with total area 4,5 m² on the roof of Institute of Solid State Physics. Analysis of results collected during 6 months showed that on similar sunny days with different ambient temperatures there are quite different amounts of collected energy. The output (product of electricity and voltage) of a solar cell is temperature dependent. Higher cell temperatures lead to lower output, and hence to lower efficiency. The level of efficiency indicates how much of the radiated quantity of light is converted into useable electrical energy. Regarding information from producer, the output of Solar panel KS-160 reduces by 0,4-0,6% increasing temperature by 1 degree. We experimentally tested panel KS-160 in closed thermal camera equipped with 4 halogen lamps (300W) as light source. An output of Solar panel decrease 2.6 times increasing temperature from 20 to 61 °C. Physical aspects of deterioration of the output power and the conversion efficiency of solar cell and PV module with increasing temperature are discussed in our work. In order to diminish these effects, it is useful to decrease the module temperature by removing the heat produced by non-active absorption of photons, which do not generate pairs, by recombination of electron-hole pairs, by photocurrent (Joule's heat generated during the current flow in the series resistance of the p-n junction) and parasitic currents.

LITIJA DZELZS FOSFĀTA STRUKTŪRAS UN IMPEDANCES PĒTĪJUMI

G. Kučinskis, J. Šmits, G. Bajārs, J. Kleperis, G. Čikvaidze
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

LiFePO₄ pēdējā laikā pievērsta pastiprināta uzmanība kā perspektīvam materiālam litija jonu baterijās ar pielietojumu sadzīves elektronikā un elektriskajos transporta līdzekļos. Salīdzinot ar plaši izmantotajām LiMn₂O₄ un LiCoO₂ baterijām, LiFePO₄ baterijām ir mazāka sprādzienbīstamība, baterijas kalpo ilgāk (spēj izturēt vairāk uzlādes/izlādes ciklus), ir dabai draudzīgākas un ir lētākas.

Darbā sintezēts LiFePO₄ no Li₂CO₃, FeC₂O₄·2H₂O un NH₄H₂PO₄ ar dažādu oglekļa daudzumu dažādos apstākļos. Tika veikta termogravimetriskā analīze katrai no izejvielām un visu četru vielu maisījumam. Iegūtajiem savienojumiem tika veikta Ramana spektra analīze un rentgena difrakcijas analīze.

Lai noskaidrotu iegūto materiālu pretestību, tika veikti impedances mērījumi presētām LiFePO₄ tabletiem divielektrodu šūnā un iegūts impedances spektrs 0.01 – 65 000 Hz diapazonā. Pētījumā noskaidrots, kā mainās LiFePO₄ elektrovadītspēja atkarībā no oglekļa satura tajos, kā arī atrasta ekvivalentā shēma un tās parametri, kas apraksta elektroķīmiskos procesus uz LiFePO₄/Pt robežvirsmas.

INVESTIGATION OF STRUCTURE AND IMPEDANCE OF LITHIUM IRON PHOSPHATE

G. Kucinskis, J. Smits, G. Bajars, J. Kleperis, G. Chikvaidze
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Recently increased attention has been dedicated to LiFePO₄ as a perspective material in Li-ion batteries for use in consumer electronics and electric vehicles. In comparison with the more widely used LiMn₂O₄ and LiCoO₂ batteries, LiFePO₄ batteries are less exposed to risks of ignition/explosion, are more cyclable, more environmentally benign and cheaper to produce.

In our work LiFePO₄ was synthesized from Li₂CO₃, FeC₂O₄·2H₂O and NH₄H₂PO₄ with different carbon content at different conditions. Thermogravimetric analysis was performed on each of the reactants as well as a stoichiometric mixture of the four. Raman spectra and XRD analysis were performed on the obtained compounds.

To establish the conductivity of the obtained material we performed impedance measurements for a compressed tablet of LiFePO₄ in a two electrode cell with frequencies ranging from 0.01 Hz to 65 000 Hz. Results show the correlation between electronic conductivity and carbon content in LiFePO₄. An equivalent circuit was found that describes the electrochemical processes on the LiFePO₄/Pt boundary.

LiFePO₄ PLĀNĀS KĀRTIŅAS KĀ KATODMATERIĀLS LITIJA PLĀNSLĀŅU STRĀVAS AVOTOS

J. Šmits, G. Kučinskis, G. Bajārs, J. Kleperis, J. Balodis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

LiFePO₄ ir perspektīvs katodmateriāls litija jonu baterijās tā salīdzinoši augstās lādiņietilpības, lēto un videi draudzīgo izejvielu, zemās sprādzienbīstamības un augstās ciklētājamības dēļ. Viena no galvenajām problēmām, kas kavē LiFePO₄ plašāku izmantošanu sadzīves elektronikā un hibrīd/elektriskajos automobiļos ir tā zemā elektronu vadītspēja. Viens veids, kā šo problēmu risināt, ir palielināt virsmas laukumu, veidojot plānslāņu baterijas.

Darbā uznestas LiFePO₄ plānās kārtiņas uz silīcija, stikla, tērauda un ITO (uz poliestera) pamatnēm pie dažādiem putināšanas apstākļiem (ilgums robežās no 10-20 minūtēm, jauda 250-500W). Tika veikta kārtiņu profilometriskā un elementanalīze. Mērījumu rezultāti liecina, ka iegūto kārtiņu biezums ir 200 nm līdz 500 nm robežās ar LiFePO₄ atbilstošu elementu sastāvu.

Lai noskaidrotu LiFePO₄ kārtiņas elektroķīmiskās īpašības tika izgatavota divu elektrodu šūna LiFePO₄/1M LiClO₄-PC/C (PC – propilēnkarbonāts) ar LiFePO₄ uz ITO pamatnes. Uzņemtās voltampēra raksturlīknes un atvērtas shēmas potenciālu izmaiņas kārtiņas uzlādes-izlādes procesā norāda uz iegūto LiFePO₄ kārtiņu pielietojamību litija jonu baterijās.

LiFePO₄ THIN FILM COATINGS AS CATHODE MATERIALS FOR THIN FILM LITHIUM POWER SOURCES

J. Šmits, G. Kučinskis, G. Bajārs, J. Kleperis, J. Balodis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

LiFePO₄ is a perspective cathode material for use in Li-ion batteries due to its high charge capacity, low manufacturing costs, environmental friendliness, safety and high cyclability. One of the main problems preventing a wider use of LiFePO₄ cathodes in consumer electronics and hybrid/electric vehicles is its low electronic conductivity. One way to solve this problem is the increase of surface area by the use of thin films.

In our research we created thin films of LiFePO₄ on silicon, glass, tungsten and ITO (on polyester) in different sputtering conditions (sputtering time between 10-20 minutes, coil power ranging from 250-500 W) with targets prepared by different methods. Profilometric and element analysis were performed on the films. Results show that thin films between 200nm and 500nm were obtained with elements matching those of LiFePO₄.

To investigate the electrochemical properties of the thin film a two electrode electrochemical cell (LiFePO₄ on ITO/1M LiClO₄ – PC/graphite) was prepared and used to obtain voltammograms and open circuit potential changes during charge/discharge. These showed that our LiFePO₄ thin film could be used in Li-ion batteries.

**INOVĀCIJAS: JAUNAS IEKĀRTAS
UN IZMANTOŠANAS
PERSPEKTĪVAS**

LINEĀRS PROFILA SENSORS ACS STĀVOKĻA DETEKTĒŠANAI

V. Karitāns, M. Ozoliņš

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

Šobrīd tiek izstrādāta metode acs skata virziena stabilizācijai, izmantojot lineāru profila sensoru, kas nosaka kustīga gaismas punkta koordinātas. Izmantotais sensors sastāv no 1x1024 pikseļu matricas. Sensors secīgi izvada ārā analogo video signālu no katra pikseļa. Tālāk analogais video signāls tiek konvertēts 10 bitu digitālā formātā. Secīgi nolasot visus pikseļus, tiek salīdzinātas blakusesošo pikseļu intensitātes. Ja kāda pikseļa intensitāte ir lielāka nekā iepriekšējā pikseļa intensitāte, tad tiek saglabāts vairāk intensīvā pikseļa kārtas numurs. Pēc tam, kad pabeigta visas matricas skenēšana, ir zināms, kuram pikselim ir vislielākā intensitāte. Tālāk tiek aprēķināts leņķis, kādā stars krīt uz sensoru. Ar soļu motoru griežot spoguļi, tiek panākts, ka visvairāk izgaismotais ir centrālais pikselis, proti, stars ir paralēls optiskajai asij. Tālāk ar bīdāma galda palīdzību tiek atrasts tas spoguļa stāvoklis, kad gaisma krīt uz optoslēdži. Optoslēdzis šajā brīdī dod signālu pārtraukt kustību, jo skata virziens sakrīt ar optisko asi. Minētā metode būtu pielietojama, lai novērstu acs kustību traucējošo ietekmi uz aberāciju korekciju.

LINEAR PROFILE SENSOR FOR DETECTING POSITION OF AN EYE

V. Karitans, M. Ozolinsh

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

A method for stabilizing gaze of an eye is developed. The basis of the method is use of a linear profile sensor that determines coordinates of a moving light spot. The sensor has 1 x 1024 pixel array. Each pixel outputs an analog video signal sequentially. This signal is converted into digital format by 10-bit ADC. By reading all pixels intensity of all adjacent pixels is compared. The order number of the most intense pixel is stored. After all the array has been scanned, it is known which is the most intense pixel. After the angle at which the ray hits the sensor is calculated. By means of a translation stage a position of a mirror is found when the light illuminates an optoswitch. The optoswitch signalizes to stop the movement because the direction of gaze coincides with the optical axis. This method would be useful to prevent the disturbing effects of eye movements on correcting optical aberrations.

KRĀSU REDZES TESTU MULTISPEKTRĀLĀ ANALĪZE

S.Fomins, M.Ozoliņš

¹Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

²Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa, Latvijas Universitāte

Lai iegūtu objektīvus datus par krāsu redzes testos izmantotām krāsām un to dizainu tiek pielietota multispektrālā iekārta *Nuance II*, kas darbojas uz šķidro kristālu filtriem. Pētījumā tika analizēti Išiharas un Rabkina polihromatiskie testi. Spektrālie attēli tika nolasīti diapazonā no 420 līdz 720 nm ar 10 nm soli pie halogēna lampas apgaismojuma. Izmantojot vāļišu spektrālo jutību spektrālos attēlus pārrēķina uz LMS vāļišu signālu telpu, kura notiek tālāka analīze [1]. L vai M vāļišu trūkums ir par pamatu diviem izplatītākiem krāsu redzes deficītiem (protanopijai un deuteranopijai). Šo divu signālu attiecības var tikt izmantotas deficītu vai krāsu redzes anomāliju simulācijai [2]. Viens no risinājumiem ko mēs piedāvājam, krāsu testu veikspējas noteikšanai, ir krosskorelācijas testa objekta, kas palīdz identificēt testa spēju noteikt anomālijas pakāpi. Cits veids testu raksturošanai ir hromātisko koordināšu (CIE x,y) aprēķins, kas palīdz novērtēt testa dizainu (1. attēls).

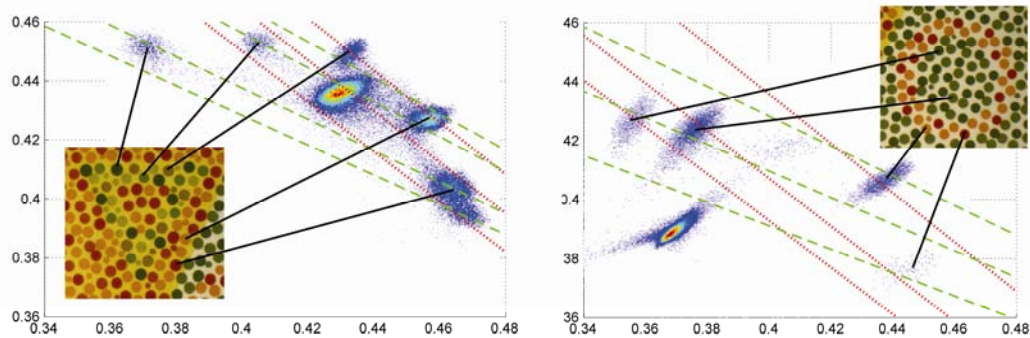


Fig.1. CIE x,y coordinates of the plate 17 of Rabkin test.

1.attēls. CIE x,y koordinātes Rabkina 17 testam.

MULTISPECTRAL ANALYSIS OF COLOUR DEFECIENCY TESTS

S.Fomins¹, M.Ozolinsh²

¹Institute of solid State Physics, University of Latvia

²Department of Optometry and Vision science, University of Latvia

We use multispectral colour system, scanning the image by use of tuneable liquid crystal LC filters (*Nuance II* system), to obtain measurable quantities of different colour deficiency tests. Ishihara plates and Rabkin polychromatic colour deficiency test books were analyzed. Spectral images were taken in the range of 420 to 720 nm with the 10 nm step under the halogen light source illumination with ceramic white reference (*Ceram*). After that cone colour space (LMS space) images were calculated based on the cone spectral sensitivity functions [1]. The difference between the L and M cone signals is the basic perception source for the protan- and deutan- tests. The changes in the signals and spectral sensitivities of these cone types have the greatest impact on the perception of the colour. The chromatic coordinates (x,y) of the CIE colour space were calculated for all plates of the PSM test (fig.1).

References

1. A. Stockman, D.I.A. MacLeod, N.E. Johnson N.E.: *J. Opt. Soc. Am. A*, **10**, pp.2491-2521 (1993).
2. Lee D. Y., Honson M.(2003). Chromatic variation of Ishihara diagnostic plates. *Color res appl. Supplement* **28**, 4, 267-276.

NIĶEĻA PĀRKLĀJUMA ĪPAŠĪBAS UZ FIZIKĀLĶĪMISKI MODIFICĒTAS STIKLA ŠĶIEDRAS AUDUMA

L. Pētersone, E.Pentjušs, E.Gabrusenoks, J.Balodis, A.Lūsis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Metālu pārklājumu īpašību uz tehniskās stikla šķiedras pētījumi mērķis ir radīt šķiedras ar jaunām fizikālām un ķīmiskām īpašībām jaunu – inoatīvu produktu radīšanai uz stikla šķiedru bāzes, t.i., jaunu metožu un tehnoloģiju radīšana šķiedru funkcionālizēšanai. Pārklājuma struktūra un īpašības būs atkarīgas no virsmas morfoloģijas, tās ķīmiskās aktivitātes un šķiedras tilpuma uzbūves, sastāva un mikro struktūras. Šķiedru funkcionālizēšana tika veikta divos posmos: nanostrukturēšanas un metāla pārklājuma uznešanas. Metāla pārklājuma uznešana uz stikla šķiedras auduma tiek veikta ar mērķa izputināšanu līdzstrāvas vai maiņstrāvas plazmā vakuumā. Nanostrukturēšana tiek veikta izsārmošanas procesā, mainot izsārmošanas kinētiku ar ultraskaņu (US) un temperatūru. No H₂O sorbcijas datiem seko, ka izsārmošanas procesā iegūst stikla šķiedras ar dažādu poru struktūru. Pētījumi versti uz to, lai noteiktu kāda ir metāla ietekme uz auduma elektriskajām īpašībām un kā tās ietekmē porainību un kā tās saistās ar šķiedras fizikālajām īpašībām. Stikla audumam ar metāla pārklājumu kā elektrodam svarīgs parametrs ir lapas pretestība (sheet resistance). Darbā izstrādāta metodika elektrisko parametru noteikšanai audumiem ar metālu pārklājumiem ar elektroķīmiskās impedances metodi. Lapas pretestība K-stikla šķiedras audumam ar Ni pārklājumu kā elektrodam ir iegūta robežās 10 -10⁵ kΩ · cm². Pretestības lielums korelē ar šķiedru porainību.

PROPERTIES OF NICKEL COATING ON THE PHYSICOCHEMICALLY MODIFIED GLASS FIBER FABRIC

L. Pētersone, E.Pentjušs, E.Gabrusenoks, J.Balodis, A.Lūsis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The research of properties of metal coating on the technical glass fiber goal is to create a fiber with new physical and chemical properties of to create a new - innovative products base on the glass fibers. Structure and properties of coatings will depend on the morphology and the chemical activity of the surface fibers as well as on the constitution, composition and microstructure fibers. Functionalisation of fibers was conducted in two phases: nanostructuring and depotion metal coating. The metal coating on a glass fiber fabric is deposited by DC or AC sputtering of metal target in vacuum. Nanostructuring of fibers is realised by leaching and changing the kinetics of leaching process by ultrasound (US) and temperature. From H₂O sorption data followed the ileaching process produces glass fibers with different pore structure. The aim of studies are to determine what is the metal effect on the electrical properties of fabric and how they affect the porosity and how they relate to the physical properties of fibers. Glass fabric coated with a metal electrode as an important parameter is the sheet resistance. There is developed a methodology for determining the electrical characteristics of the fabrics with metallic coatings with electrochemical impedance method. Sheet resistance of K-glass fiber fabric coated with Ni as the electrode is obtained within a 10 -10⁵ kOhm cm². Resistance correlates with the size of the fiber porosity.

DOZĒJAMO PRODUKTU IZSNIEGŠANAS AUTOMĀTU KONTROLES UN LIMITĒŠANAS IEKĀRTA UN TĀS DARBĪBAS ALGORITMS

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Apskatāmā iekārta ļauj vadīt dažādu produktu izsniegšanas automātu darbību atbilstoši lietotājiem piešķirtajām tiesībām. Iekārta nodrošina līdz 56 lietotāju atslēgu un šiem lietotājiem piešķirto produktu limitu glabāšanu atmiņā. Darbības algoritms atslēgas ļauj lietot individuālā vai kolektīvā režīmā. Visās atslēgās var ieprogrammēt vienu no šādiem devu daudzumiem: 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 vai bez ierobežojumiem. Sistēmu programmē ar trijām īpašām „master” atslēgām, kuras attiecīgi ievada atslēgas atmiņā, izdzēš no atmiņas visas atslēgas vai izdzēš no atmiņas atsevišķas atslēgas. Divu decimālo kārtu displejs attēlo atslēgas pielikšanas brīdī atlikušo devu skaitu.

Iekārta ir izgatavota pēc SIA „Aqualogic” pasūtījuma un tiek izmantota kafijas un citu dzērienu automātos dažādu iestāžu darbinieku atspirdzināšanai ierobežotā apmērā.

DEVICE FOR CONTROL AND LIMITING OF AUTOMATS FOR DELIVERY OF DOSED GOODS AND OPERATION ALGORITHM OF THE DEVICE

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The developed device allows managing the operation of automats for delivery of different dosed goods in accordance with the rights allocated to users. The device ensures storage in memory up to 56 user keys and limits of allocated rights to use the dosed goods. Operational algorithm of device allows using the keys in the individual or collective mode. Every key may be programmed for one of these quantities of dosed goods: 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 doses or without limit of quantity. This system can be programmed by three master keys – for entering keys in memory, for deleting all keys from memory or for deleting several keys from memory accordingly. Two digit display shows the remaining amount of doses when key is touched to the reader.

This device was manufactured by „Aqualogic” Ltd order and it is used for dispensing refreshment in limited amounts for the staff of different institutions.

LU CFI PAGALMA PIEKĻUVES SISTĒMA

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pagalma piekļuves sistēma nodrošina piekļūšanu institūta pagalma teritorijā esošajiem objektiem, lietojot durvis vai vārtus. Sistēma sastāv no tīkla kontroliera uz Rabbit 3000 mikroprocesora bāzes, kuram pievienoti durvju un vārtu kontroles un izpildierīces, un no datordāļas, sastāvošas no servera un administratora programmām un datu bāzes. Par personīgās identifikācijas līdzekli kalpo Dallasa identifikācijas pogas DS1990F5. Durvju stāvokļa sensors – herkons. Aizvērtā stāvokļa fiksēšanai kalpo elektromagnētiskā slēdzene ar noturēšanas spēku > par 300 kg. Vārti papildus aprīkoti ar divām drošības IS barjerām. Kontrolieris sazinās ar serveri caur institūta Ethernet tīklu. Lietotāju skaits līdz 500. Kontroliera atmiņā fiksēto notikumu skaits autonomā režīmā līdz 200. Durvju un vārtu lietotāju saraksti ir neatkarīgi.

ISSP YARD ACCESS CONTROL SYSTEM

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Yard access control system ensures access via door or gate to the objects situated in the ISSP yard. System consists of network controller based on Rabbit 3000 microprocessor, connected with door and gate control and executive tools, and computer's part, consisting of server and administration programs and date base. As a means of personal identification serve Dallas DS1990F5 i-Buttons. Sensor of door closing state is magnetic door detector. For ensuring of door locking serves electromagnetic lock with holding power > as 300 kg. Gate is additionally equipped with two security infrared barriers. Controller communicates with server via the Ethernet network of ISSP. Number of users is up to 500. Number of events recorded in the memory of the controller in off line mode – up to 200. Door and gate have independent lists of users.

JAUDAS TRANSFORMATORU PAKĀPJU PĀRSLĒDZĒJKONTAKTU DARBĪBAS PĀRBAUDES IEKĀRTA

I.Gvardina, A.Kristiņš, J.Melderis, J.Veinbergs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Jaudas transformatoru pārslēdzējkontakta pārbaudes iekārta "KODA-3-M" paredzēta transformatoru pakāpju pārslēdzējierīces kontaktu nostrādes momentu fiksācijai, kā arī šīs ierīces kontaktora nostrādes laiku fiksācijai ar sekojošu pārbaudes rezultātu izdruku tabulas vai laika diagrammu veidā.

Pārbaudes iekārtai divi darba režīmi:

- *oscilogrāfa režīms* – kontaktora nostrādes laiku fiksācijai;
- *riņķa diagrammas režīms* – kopējai pārslēdzējkontakta nostrādes momentu fiksācijai.

Iekārta veidota uz programmējamā mikroprocesora „Rabbit 3000” bāzes.

CFI RE izstrādātā procesora programma nodrošina nepieciešamā iekārtas darbības algoritma izpildi, mērīšanas datu uzkrāšanu operatīvajā atmiņā, datu apstrādi un izdruku ar adatiņu printeri.

Struktūrshēmas līmenī apskatītas iekārtas uzbūve un darbības skaidrojums.

Doti pārbaudes iekārtas tehniskie parametri un reāli iegūto rezultātu izdrukas gan diagrammu, gan tabulas veidā.

Pārbaudes iekārta paredzēta darbam lauka apstākļos plašā darba temperatūras diapazonā.

DEVICE FOR TESTING OF ACTION OF THE POWER TRANSFORMER'S STEP SWITCHING CONTACTS „KODA-3-M”

I.Gvardina, A.Kristiņš, J. Melderis, J.Veinbergs
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

This device for testing of the switching contacts of power transformers "KODA-3-M" is intended for fixing the moments of activation of the transformer's step switching contacts, and also for fixing the times of switching of transformer's contactor with the subsequent printing the results of testing as the table or the time diagram.

This testing device has two operational modes:

- *oscillograph mode* – for fixing the times of switching of transformer's contactor;
- *circle diagram mode* – for fixing all the moments of activation of the transformer's step switching contacts.

This device was designed on the base of Rabbit 3000 programmable microprocessor.

Processor program developed in Laboratory of Electronic Engineering, ISSP provides execution of the algorithm necessary for the activity of the device, accumulation in operative memory, processing and printing by the dot matrix printer of the measured data.

Device's structure and principles of its work are considered at a level of the block diagram.

Technical parameters of this testing device and real listings with the received results, both as diagrams and as the tables are given.

This testing device is intended for work in field conditions in a wide temperature range.

GUDRA PILSĒTA: JAUNI RĪKI ESOŠAI IELU APGAISMES INFRASTRUKTŪRAI

P. Annus^{1,2}, E. Haldre², J. Ojarand¹, U. Männi^{1,2}, A. Kristiņš³

¹*Kompetences centrs ELIKO, Igaunija*

²*Tallinas Tehnoloģiskās Universitātes Elektronikas Institūts, Igaunija,*

³*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Projektēto sistēmu paredzēts pielietot pilsētu apgaismošanas elektrotīklu izmantošanai arī tālāk minēto papildus funkciju veikšanai.

Devēju apvienošana un daudzu devēju datu savienošana līdz šim galvenokārt tika izmantota militārajos pielietojumos. Mūsdienu pilsētās ir daudz problēmu, kuras var atrisināt ar multisensoru informācijas apvienošanu. Grūti ir paļauties uz tīri centralizētu datu savākšanu un apstrādi, ja to veic daudzi individuāli lietotāji. Datu lokāla apstrāde ir svarīga vairumā gadījumu, kur iesaistīti daudzi subjekti, tāpat kā daudzkreiz ir pamatota unificēta dinamiska apstrāde datiem, kuri pienāk no dažādu tipu sensoriem un ir paredzēti dažādiem lietotājiem. Galvenais uzdevums ir noteikt un daļēji aizpildīt robos, kuri traucē uzsākt unificētu esošo standartu un esošās infrastruktūras maksimālu izmantošanu. Izstrādātajām metodēm ir jānodrošina lokālo resursu izmantošana uz vietas, tāpat kā arī multisensoru multiparametru datu savākšanu un apkopošanu atkarībā no esošajām vajadzībām un pieejamajiem resursiem. Sensoru savietojamība, savāktās informācijas novērtēšana uz vietas, abu šo iespēju drošums un arī unificēta metode kā pārsūtīt savāktos datus ārējiem adresātiem, tie ir būtiski priekšnosacījumi jaunu, gudru pakalpojumu realizēšanai. Tie ir nepieciešami ekoloģiskās situācijas novērtēšanai pilsētas rajonos, medicīniskās palīdzības izsaukumu nodrošināšanai, vienmērīgākam un mazāk piesārņojošam transportam utt.

SMART CITY: NEW TASKS FOR THE EXISTING STREET LIGHTING INFRASTRUCTURE

P. Annus^{1,2}, E. Haldre², J. Ojarand¹, U. Männi^{1,2}, A. Kristiņš³

¹*ELIKO Competence Centre, Estonia*

²*Tallinn University of Technology, Estonia*

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

The developed system is envisaged to apply for street lighting power network as well as for different additional functions described below.

Sensor fusion and multisensory data fusion are up to now mostly investigated in connection with military applicability. Modern cities pose many challenging tasks, which could be solved by utilizing multisensory data fusion. It is hardly possible to rely purely on central data collection, processing and decision making with many individual separated actors involved. Local intelligence is essential in most cases involving very large number of subjects, as well as unified approach for dynamic handling of the data gathered from different sensor types for different actors. Main task is seen in defining and partially filling the gaps preventing open unified approach by utilizing existing standards and infrastructure to maximum extent. Developed methods should allow single site single parameter measurement solutions as well as multisensory, multisite, and multi-parameter data collection in unified manner depending on actual needs and available resources. Connectivity between sensors, local assessment of gathered information, reliability of both and also unified approach how to transfer gathered data to outside recipients, are the essential prerequisites to allow new smart services. They are needed for assessment of environmental situation in urban areas, aid for medically challenged persons, smoother and less polluting transportation etc.

CUINSE₂ HETEROSTRUKTŪRU IEGŪŠANA UZ NANOSTRUKTURĒTĀM ZNO PLĀNAJĀM KĀRTIŅĀM

I.Mihailova¹, V.Gerbreders¹, E.Sļedevskis^{1,2}, E.Tamanis¹

¹*G.Liberta Inovatīvās mikroskopijas centrs, Daugavpils*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Mūsdienās arvien pieaugošu interesi izraisa ZnO-CuInSe₂ robežvirsmā, jo tā nosaka uz CuInSe bāzētu plāno kārtiņu saules bateriju elementu darbības efektivitāti. Veicot pētījumu, tika iegūtas ZnO-CuInSe₂ heterostruktūras. Sākumā uz stikla pamatnes tika uzputināta Zn kārtiņa, kuru atkvēlinot gaisā pie noteiktas temperatūras, tika iegūtas adatveidīgas ZnO nanostruktūras. Uz šīm struktūrām sekojoši tika uzputināti Se un In slāņi ar termiskās uzputināšanas metodi un Cu slānis ar jonu uzputināšanas metodi. Iegūtās plānās kārtiņas tika atkvēlinātas gaisā, strukturālās izmaiņas atkarībā no temperatūras tika pētītas ar skenējošā elektronu mikroskopa un rentgendifraktometra palīdzību.

OBTAINING CUINSE₂ HETEROSTRUCTURES ON NANOSTRUCTURED ZNO FILMS

I.Mihailova¹, V.Gerbreders¹, E.Sļedevskis^{1,2}, E.Tamanis¹

¹*Innovation Centre of Microscopy, Daugavpils University*

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

The ZnO-CuInSe₂-interface is of vital interest as it determines the performance within CIS based thin film solar cells. ZnO-CuInSe₂ heterostructures were obtained during the experiment. Needle-shaped nanostructures of ZnO have initially been grown by thermal annealing in air of evaporated layer of Zn on glass substrate. Onto these structures Se and In layer were successive evaporated by thermal evaporation method and Cu layer – by ion evaporation method in vacuum. Obtained structures were annealed in air. The dependence of structural changes versus temperature was studied by using scanning electron microscopy and X-ray diffraction analysis methods.

CENTRĀLAPKURES PROCESU KORELATĪVĀ ANALĪZE UN TO LINEĀRIE REGRESIJAS MODEĻI

U.Kanders¹, D.Turlajs²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Rīgas Tehniskās universitātes TMF

Šā pētījuma ietvaros tika detalizēti iztirzāta centralizētās siltumapgādes siltumnesēja turpgaitas temperatūras, T_1 , kā regresenta korelatīvā saistība ar ārējās temperatūru, T_{ag} , kā regresoru, izmantojot korelatīvās analīzes rīkus. Šajā sakarā korelogrammas tika papildinātas ar konceptu par $T_{ag} \times T_1$ temperatūras lauku un tā strukturēšanu, pārklājot $T_{ag} \& T_1$ -korelogrammas ar temperatūras režģi, kuru veido 1×2 -grādu $T_{ag} \times T_1$ -šūnu struktūra. Šādā temperatūras režģī var uzskatāmi izdalīt specifiskus korelogrammas apgabalus, kurus pamatoti sauc par temperatūras kontūriem (TK). Ar TK palīdzību no pilnās $T_{ag} \& T_1$ -korelogrammas, kura dotajā gadījumā sastāvēja no 4608 $(T_{ag}^{i}; T_1^{i})$ -punktiem, tika izdalīti atsevišķi specifiski tās posmi un apgabali, kuri norobežoja no pilnās korelogrammas attiecīgas $(T_{ag}^{i}; T_1^{i})$ -punktu apakškopas. Šīs konkrētiem TK piederošās $(T_{ag}^{i}; T_1^{i})$ -punktu apakškopas tika detalizēti izpētītas kā atsevišķi statistiskie objekti. Padziļinātu un vairāk detalizētu priekšstatu par šīm ar TK saistītajām $(T_{ag}^{i}; T_1^{i})$ -punktu apakškopām kā statistiskajiem objektiem varēja iegūt, izskaitļojot to vidējos centrālo tendenci rādītājus un izkliedes rādītājus. Katram šādam TK tika aprēķināts korelācijas koeficients un tika izveidoti lineārie regresijas modeļi. $T_{ag} \& T_1$ -korelogrammas pētījumos vienmēr aktuāls ir bijis jautājums par iespējami atbilstīgāka regresijas modeļa konstruēšanu, kura piemērotība tika novērtēta ar determinācijas koeficienta, R^2 , lielumu – jo lielāka R^2 vērtība, jo augstāka modeļa piemērotība. Determinācijas koeficients, R^2 , procentuāli parāda, kādu $(T_{ag}^{i}; T_1^{i})$ -punktu izkliedes daļu kontrolē dotais regresijas vienādojums.

CORRELATION ANALYSIS OF DISTRICT HEATING PROCESSES AND THEIR REGRESSION MODELS

U.Kanders¹, D.Turlajs²

The report deals with correlation analysis of district heating (DH) processes using temperature domain (TD) method based on investigation of outside temperature, T_{out} , as regressor and DH supply water temperature, T_S , as represent scatter plots containing $(T_{out}^i; T_S^i)$ -points. In this regard, the $T_{out} \& T_S$ -scatter plots being investigated more in details were overlapped with the $T_{out} \& T_S$ temperature field which consists of 1×2 -degree $T_{out} \& T_S$ -cell structure. In such way structured temperature field allows to create different size temperature domains, TD, depending on specific properties of the scatter plots, e.g., depending on particularities of supposed regression line or $(T_{out}^i; T_S^i)$ -points density. Thus, the TD-method allows distributing the complete $T_{out} \& T_S$ -scatter plot, containing in this case 4608 $(T_{out}^i; T_S^i)$ -points, in to several specific sub-TD. These sub-TD's, containing corresponding subsets less than 4608 $(T_{out}^i; T_S^i)$ -points of the complete heating season TD (HS-TD), have been investigated as separate statistical objects and corresponding regression models within TD have been developed.

SKAITĪTĀJU AIZSARDZĪBAI PAREDZĒTĀ PLOMBA, KAS IR JŪTĪGA PRET MAGNĒTISKĀ LAUKA IEDARBĪBU

V.Vorohobovs
Latvijas Universitāte

Mūsdienās vairākumu Latvijā pielietoto ūdens skaitītāju iespējams apturēt ar spēcīgā magnēta palīdzību. Šo parādību izmanto daudzi iedzīvotāji, kas piestiprina magnētus pie saviem skaitītājiem, un, tādējādi, zog ūdeni. Pat modernākus, no magnēta iedarbības aizsargātākus skaitītājus vienalga var apstādināt ar magnētu. Vienkārši jāpaņem stiprāks magnēts, piemēram, ja vecos skaitītājus varēja apstādināt ar ferrita-bārija magnētu, tad jaunajam skaitītājam, kas ir aizsargāts no magnēta iedarbības, būs nepieciešams magnēts no Nd sakausējuma. Bet arī tādi ir pieejami šodien tirgū.

Taču, tagad es piedāvāju jaunu, nedārgu plombu, kuru iespējams piestiprināt uz jau uzstādītu ūdens vai gāzes skaitītāju. Šī plomba fiksēs jebkādu mēģinājumi palēnināt skaitītāja darbību ar magnēta palīdzību.



Pirms magnēta iedarbības.



Pēc magnēta iedarbības.

Plombas korpusi ir maza hermētiska kamera ar caurspīdīgu lodziņu, kuras iekšienē ir melns gredzens. Melnā gredzena centrā ar neapbruņotu aci redzams balts aplis. Pietuvinot šai plombai magnētu, baltais aplis pazūd uz visiem laikiem.

Plomba ir uztaisīta tā, ka balto aplīti nav iespējams atjaunot. Tādēļ plombas iekšējās struktūras sajaukums neradīs šaubas par noziegumu gan patērētājam, gan inspektoram.



Tāpat kā parastai plombai, arī magnētjūtīgai ir piestiprināšanas sistēma, kas ļaus piestiprināt to pie skaitītāja, taču neļaus, to noņemt un uzstādīt atkārtoti.



Tai ir arī savs unikāls numurs un burtu kods, kas ļaus identificēt plombas un palīdzēs kontrolēt, lai plomba netiktu nomainīta. Plombas uzstādīšana neprasa īpašas prasmes. Patentētas.

Author index

- Aleksejeva 21
Alute 44
Annus 89
Antonova 39;40
Atvars 61
Augustovs 19
Baiža 57
Bajārs 74;76;80;81
Balodis J. 81;85
Balodis M. 27
Baumane 71
Bērziņa 9;47
Bērziņš Dz. 46
Bērziņš J. 27
Birks 40
Blūms 79
Bočarovs 31
Bondarenko 27
Bulanovs 24;41
Čikvaidze 75;80
Dimants 73
Dirba 60
Doķe 10;45
Dumbrājs 55
Dunce 40
Elsts 11
Engers 33
Ernstsons 16
Fedotovs 46
Fomins 61;84
Gabrusenoks 35;69;85
Gerbreders A. 23
Gerbreders Vj. 24;25;41;90
Gertners 22
Gomes 72
Gopejenko 30
Grants 36
Grazulevicius 12
Grigorjeva 38;44;77;78
Grīnberga 59;77;78
Griscom 8
Grjaznovs 31
Grūbe 8;10;45
Gruduls 74
Gude 55
Gustiņa 15;48
Gvardina 62;86;87;88
Gžibovska 57
Haldre 89
Haļitovs 69
Hodakovska 75
Igochine 55
Indrikova 13
Jakimoviča 47
Jansons J. 4;11
Jansons J. 70
Jurģelis 58
Kalvāne 39
Kaļinko 34
Kampars 13;16
Kanders 64;91
Karitāns 83
Kirillova 69
Klepere 56;74
Kleperis 56;65;66;73;74;75;76;77;78;79;80;81
Klotiņš 33
Kļukins 72
Knitter 71
Kolbjonoks 25;41
Korsaks 9;47
Kotomins 30;31
Krasta 27;28
Kristiņš 62;86;87;88;89
Krjučkovska 58
Kučinskis 80;81
Kūlis 7
Kuļikova 78
Kundziņš 40;54
Kuzmins 34
Kuzmovs 66
Kizāne 69;70;71
Laizāne 15;48
Lapiņa 65
Latvels 13;14;49;53
Lielausis 72
Liepiņa 50
Līviņš 39
Lusis 85
Manika 36
Männi 89
Maraschek 55
Melderis 62;86;87;88
Merzļakovs 32
Mikēlsons 72
Mihailova 90
Millers 44
Möslang 30
Muižnieks 56
Muktepāvela 37
Muzikante 14;53
Niparte 15;48
Nitišs 17
Ogorodņiks 65
Ojarand 89
Ozoliņš 83;84
Ozols 19
Pajuste 69;70;71
Pastors 13
Pentjušs 85
Pētersone 85
Petruhins 7
Pikurs 62
Platacis 72
Poļakovs 7
Porozovs 12;49
Pudžs 12;13
Rancāns 77
Reinfelde 51;52
Riekstiņa 26
Rogulis 11;46
Rutkis 16;17
Saharovs 19
Serga 78
Simonova 27
Sīpols 14
Skuja 53
Skvorcova 43
Sloka 73
Sļedevskis 24;41;90
Smeltere 39
Springis 10;45
Supe 71
Sursajeva 37
Šarakovskis 8;10;11;45;46
Šimane 41
Šmits 80;81
Šorohovs 38
Šternbergs 68
Tāle 7
Tamanis 7;90
Taukulis 54
Teteris 20;21;22;23;24;51;52
Tilika 71
Tiļuga 53
Tokmakovs 16
Tomandl 27
Trinklere 9;47
Truhins 8
Turlajs 64;91
Turovska 14
Vaivars 57;58
Vanags 76; 79
Vdovičenko 52
Veinbergs 88
Vembris 12;49
Vēveris 26
Vilitis 17
Vītiņš 69;70
Vladimirov 30
Vorohobovs 92
Zabels 37
Zariņš 71
Zauls 39;54
Zeļenkovs A. 63
Zeļenkovs S. 63
Zohm 55
Zubkovs 70
Zvejnieks 32
Zvirgzds 62
Žukovskis 30;31