

**5. projekts. Nanodaļiņu,
nanostrukturālo materiālu un
plāno kārtiņu tehnoloģiju
izstrāde funkcionālo materiālu
un kompozītu izveidei**

Vadītājs: Dr. hab. sc. ing. Jānis Grabis

Gāzes un šķidrās fāzes nanodaļiņu sintēzes un pārstrādes tehnoloģijas, to optimizācija

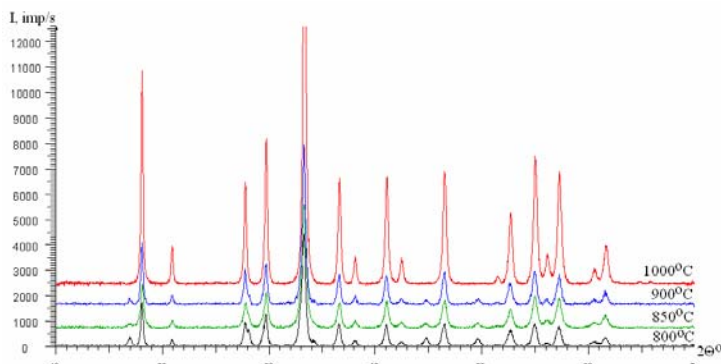
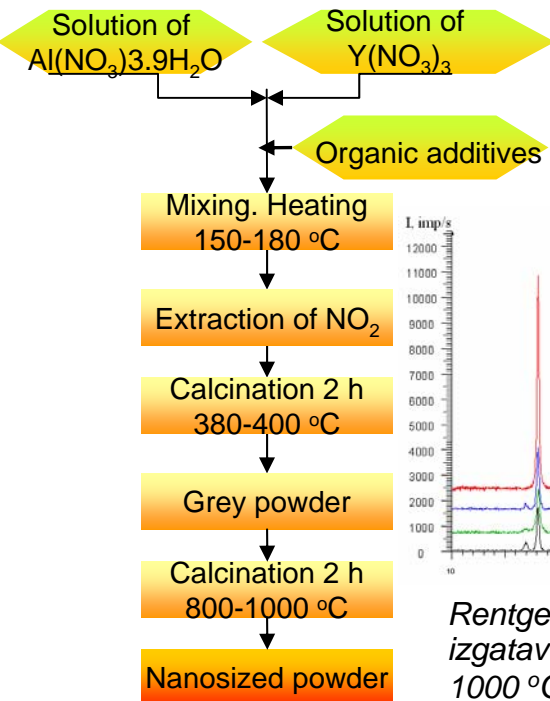
Vadītājs: Dr. hab. sc. ing. Jānis Grabis, RTU Neorganiskās ķīmijas institūts

Uzdevums Nanodaļiņu sintēzes tehnoloģijas izstrāde sistēmās AlN-retzemju elementi, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$.

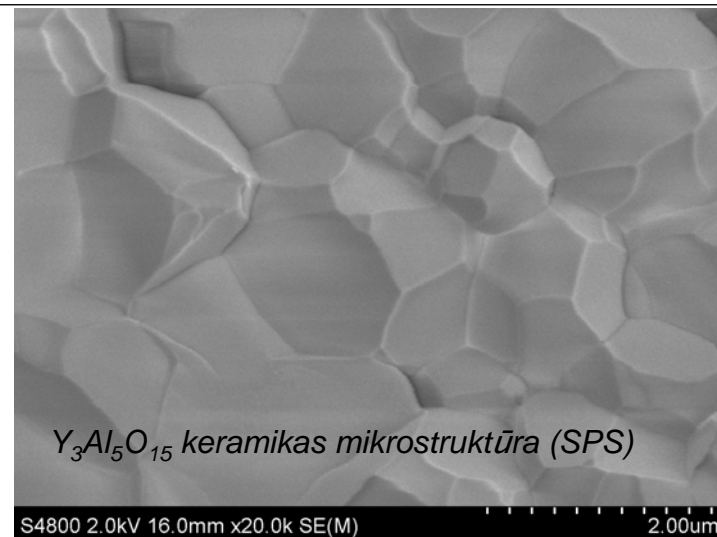
Nanodaļiņu saķepināšanas likumsakarības

Rezultāti Izstrādātas AlN-MeO un $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ plazmaskīmiskās un $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ķīmiskās nanodaļiņu sintēzes tehnoloģijas.

Veikta $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, AlN-retzemju elementu pulveru saķepināšana, sapresējot un apdedzinot krāsnī 1000-1700 °C, un dzirksteļizlādes plazmas iekārtā (SPS), kas iegādāta ERAF projekta ietvarā.



Rentgenogramma. $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{15}$ pulveri izgatavoti ar glicerīna piedevu 800-1000 °C temperatūrā



$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{15}$ keramikas mikrostruktūra (SPS)

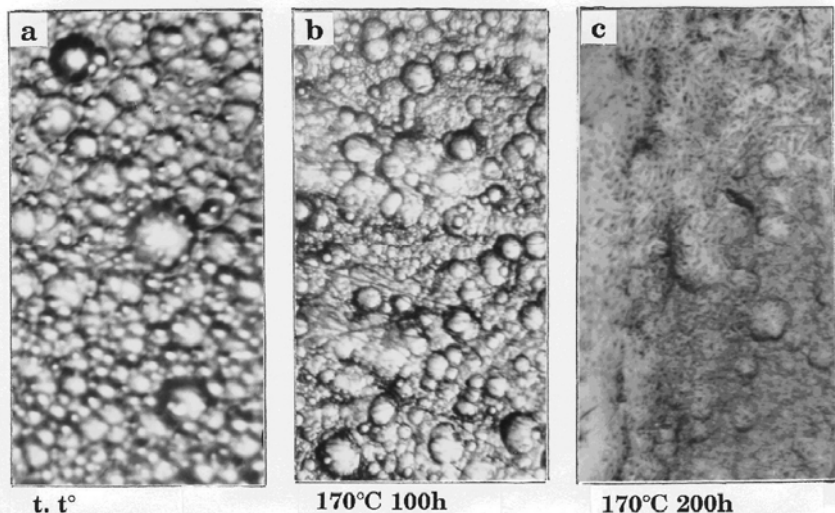
Sample	Organic additives	SSA, m^2/g	Relative density, %	
			1700 °C, 2 h*	1600 °C, 2 min**
1. YAG	Glycine	21.9	78	95.4
2. YAG	Citric acid	27.4	81.3	95.6
3. YAG	Ethylene glycol	37.8	91.6	98.3
4. YAG/ CeO ₂	Ethylene glycol	36.5	96.5	98.1

Tab. $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{15}$ keramikas blīvums

* pressureless sintering; ** spark sintering

Nanostrukturēto metālu un to kompozītu plāno kārtiņu elektroķīmiskā iegūšana uz metālu pamatnēm

Vadītāja: Dr. hab. chem. Ingrīda Vītiņa, RTU Neorganiskās ķīmijas institūts



Uzdevums

Nanostrukturēto, amorpho Sn-Co, Ni-W, Ni-Mo plāno kārtiņu struktūru un fāžu sastāva izmaiņas atkarībā no termiskā slogojuma, kas pielīdzināts to ekspluatācijas silšanas un lodēšanas temperatūrām.

Pētījumi par nanostrukturēto rentgenamorpho Sn-Co, Ni-W plāno kārtiņu sekundārajām savstarpējās difūzijas reakcijām un intermetālisko savienojumu veidošanos daudzslāņu sistēmās: funkcionālais pārklājums/nanostrukturētais plānais slānis/pamatmetāls

Rezultāti

Noteikts, ka pārklājumos termiskā apstrādē līdz 170 °C saglabājas sfērisko granulu struktūra. Uznesto pārklājumu galvenā fāze ir CoSn_2 . Karsēšanas temperatūras paaugstināšana sekmē papildus fāzes CoSn veidošanos, bet Co klātbūtne novērš intermetālisko Cu_6Sn_5 un Cu_3Sn veidošanos.

Noskaidrots, ka izgulsnētais slānis Ni-W novērš trauslo intermetālisko Cu_6Sn_5 un Cu_3Sn veidošanos sistēmā Sn/Ni-W/Cu karsēšanas procesos līdz 170 °C.

Nanomateriālu un to kompozītu radiācijas izturība un radiācijas modificēšana

Vadītāja: Dr. chem. Gunta Ķīzāne (LU Ķīmiskās fizikas institūts)

Uzdevums Tehnoloģija Li_4SiO_4 keramisko mikrolođišu iegūšanai ar augstu mehānisko izturību.

Rezultāti Sola-gēla procesā no Li_4SiO_4 un Li_2TiO_3 nanopulveriem iegūtas nanostrukturētas blanketa keramikas mikrolođītes ar nepieciešamajiem parametriem un teicamu radiācijas stabilitāti.

iegūtās keramikas parametri

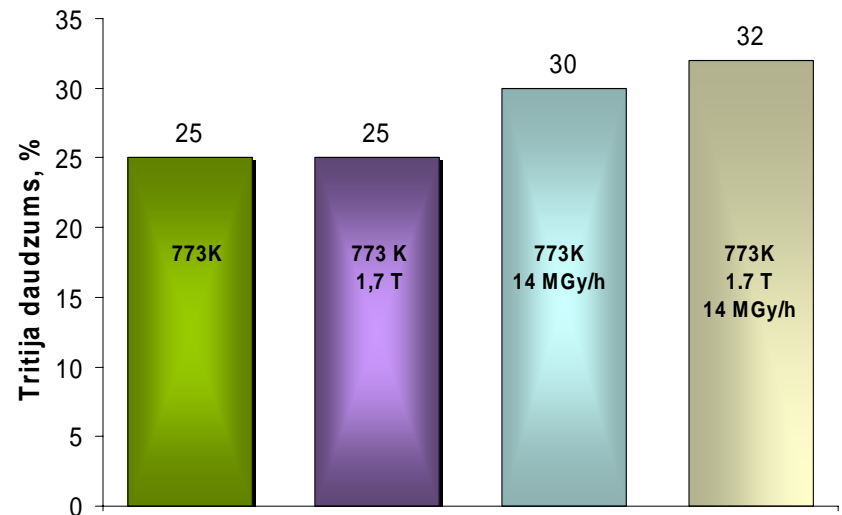
Radiācijas stabilitāte (paātrinātie elektroni $E = 5 \text{ MeV}$ ELU-4; $P = 10 \text{ MGy}\cdot\text{h}^{-1}$, $T_{\text{staroš}} = 350 \text{ K}$; G – radiācijas ķīmiskais iznākums, elektr. centr./100 eV; a – vielas sadalīšanās pakāpe, % 40 MGy)

Pulveri	Lodīšu izmēri, mm	Keramikas blīvums TD, %	Lodīšu īpatnējā virsma, m^2/g	Mehāniskā izturība, N
Li_4SiO_4	1,5-2,0	75-82 (lit. 60-80)	6,6	4
Li_2TiO_3	1,0-1,5	80-85 (lit. 87)	8,0	7

Para-metrs	Li_4SiO_4			Li_2TiO_3		
	plazma (lod.)	plazma (tabl.)	standart-tabl.	plazma (lod.)	plazma (tabl.)	standart-tabl.
G	0,03	0,04	0,12	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
a	0,02	0,025	0,43	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$

Uzdevums Spēcīgu magnētisko lauku ietekme uz tritija izdalīšanos no nanostrukturētas keramikas.

Rezultāti Tritija termoizdalīšanās no nanostrukturētām Li_4SiO_4 un Li_2TiO_3 mikrolođītēm magnētiskā laukā (līdz 2 T) 773 K augstā temperatūrā netiek aizkavēta. Paātrinātie elektroni ($P = 14 \text{ MGy/h}$) 773 K augstā temperatūrā nedaudz stimulē tritija termoekstrakciju.



Termomagnētiski nanokoloīdi mikroelektronikas ierīču dzesēšanai

Vadītājs: Prof., Dr. hab. phys. Elmārs Blūms, LU Fizikas institūts

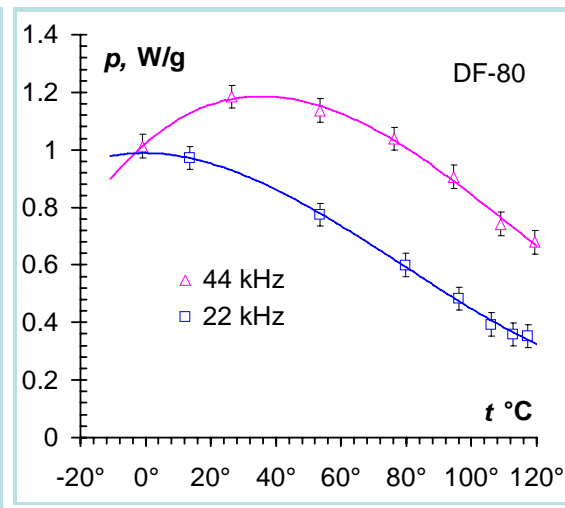
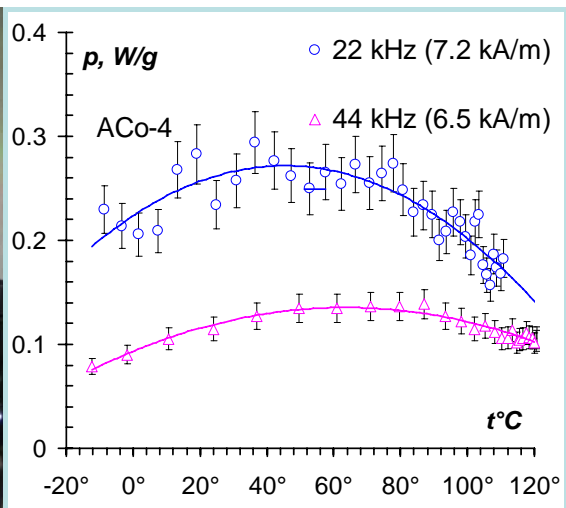
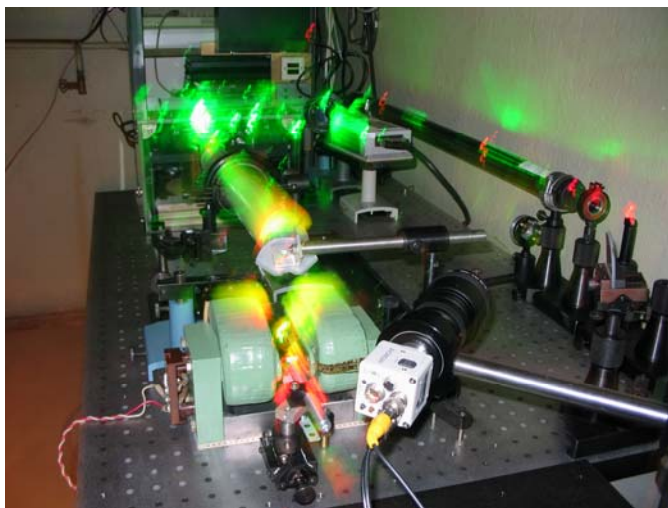
Uzdevumi

Termomagnētiskā konvekcija, optiskā un magnētiskā lauka enerģijas disipācija saliktu ferītu nanokoloīdos

Rezultāti

Vizualizētas nanodaļiņu optiski veidoto struktūru izmaiņas laikā, kas papildus ar difrakcijas signāla dinamikas mērījumiem dod informāciju par nanodaļiņu struktūru veidošanos un termokonvektīvo stabilitāti

Veikti magnētiskā lauka enerģijas termiskās disipācijas mērījumi magnētiski mīkstu un magnētiski cietu nanodaļiņu koloīdos nestacionārā magnētiskā laukā. Sildīšanas intensitāte atkarīga no lauka intensitātes un no parauga temperatūras. Novērota intensīva enerģijas disipācija (paraugā DF-80 sasniedz 1.2 W/g)



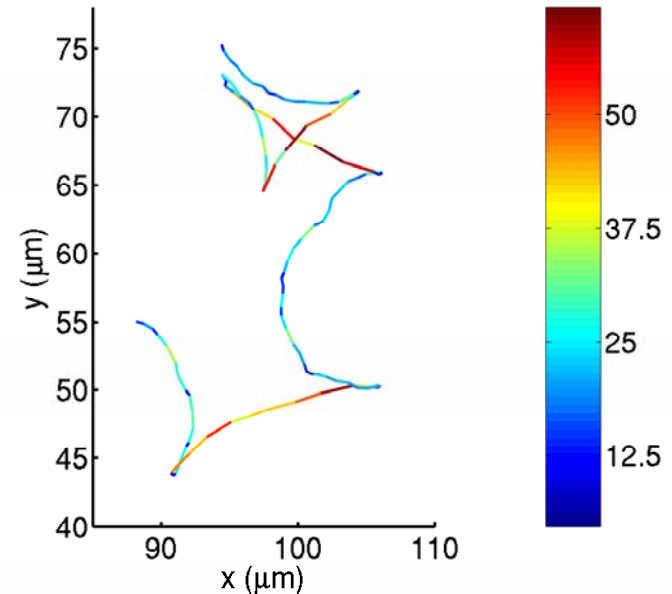
Hologrāfiska iekārta nanodaļiņu optiski veidoto struktūru dinamikas pētījumiem ferrokoloīdos

Ferītu nanodaļiņu karsēšana nestacionārā magnētiskā laukā hipertermijas vajadzībām

Aktīvas ar elektromagnētisko lauku vadāmas nanosistēmas

Vadītājs: Dr. hab. phys. Andrejs Cēbers, LU Fizikas institūts

- **Uzdevumi**
- Funkcionalizētu magnētisku nanodaļiņu sintēze ūdens vidēs un ļoti lokanu magnētisku stīgu ieguve uz to bāzes
- Magnētisku baktēriju 3D kustība mainīgos magnētiskos laukos (teorija)
- Aktīvu dielektrisku daļiņu suspensiju šķīdumos ar zemu elektrovadītspēju sintēze
- **Rezultāti**
- Noskaidrota ar DNS saistītu magnētisku filamentu liekuma elastības konstantes atkarība no elektrolītu šķīduma jonu spēka un stiprā elastības konstantes atkarība no divvalentu jonu klātbūtnes.
- Noskaidrota magnetotaktisku baktēriju izturēšanās mainīgos magnētiskos laukos un trajektorijas un kustības ātrums rotējošā magnētiskā laukā. Parādīts, ka baktērijām daloties magnētisko stīgu skaits divkārtšojas. Piedāvāta jauna metode atsevišķu baktēriju magnētisko momentu noteikšanai.
- Izdevies iegūt pirmos elektrostatiski stabilizētu magnētisku koloīdu uz ūdens bāzes paraugus.



Magnetotaktiskas bakterijas trajektorijas un ātrumi pie rotācijas motora inversijas rotējošā magnētiskā laukā

Modernu funkcionālu materiālu MOCVD tehnoloģiju izstrāde

Vadītājs: Dr. hab. phys. Ivars Tāle, LU CFI

- **Uzdevumi**

- MOCVD tehnoloģijas izstrāde AlN un Al-GaN cieta šķīdumu nanokārtnu uznešanai uz safīra pamatnēm.
- AlN un Al-GaN cieta šķīdumu nanokārtnu struktūras un optisko īpašību pētījumi atkarībā no kārtnu uznešanas tehnoloģiskiem režīmiem.

- **Rezultāti**

- Izstrādāta MOCVD tehnoloģija AlN un Al-GaN cieta šķīdumu kārtnu ar uzdotu biezumu, sākot ar 100 nm, uznešanai uz safīra pamatnēm. Atrasti optimālās temperatūras un gāzu plūsmu ātrumi kvalitatīvu nanokārtnu sintēzei.
- Veikti AlN un Al-GaN cieta šķīdumu nanokārtnu morfoloģijas un optisko un fotoelektrisko īpašību pētījumi ar mērķi izstrādāt pārklājumus Saules ultravioletā starojuma selektīvai filtrēšanai.

Publikācijas

1. Kalinko A., Grigorjeva L., Miller D., Grabis J., Lojkowski W., Montry C. J. Time-resolved luminescence in micro- and nanostructured ZnO powderes. *Acta Metallurgica Slovaca* (2007), 13, 113-116.
2. J. Grabis, A. Orlovs, Dz. Rasmane. Nanosized lithium titanates produced by plasma technique. *Journal of Physics: Conference series* (publicēšanā)
3. I. Vītiņa, V. Rubene, V. Belmane, A. Krūmiņa. Sn-Co sakausējumu plāno slāņu fāžu sastāvs un struktūra atkarībā no elektroizgulsnēšanas režīma. *Latv. Ķīm. Žurnāls*, 2007., Nr.3, 227-236.
4. I. Vitina, V. Rubene, V. Belmane, A. Krumina. Phase composition and structure of thin Sn-Co alloy layers for different electrodeposition processes. *Journal of Physics: Conference Series* (akceptēts publicēšanai).
5. I.Vītiņa, V.Belmane, A.Krūmiņa, V.Rubene. Elektroizgulsnēto Sn un Ni-W plāno slāņu fāžu sastāva termiskā stabilitāte slāņu sistēmās Sn/Ni-W/Cu. *Latv. Ķīm. Žurnāls*, iesniegta publ. 2007.g. Reģ. Nr. 20/2007.
6. I.Vītiņa, V.Belmane, A.Krūmiņa, V.Rubene. Elektroizgulsnētu Sn-Co sakausējumu fāžu sastāvu un struktūras izmaiņas slāņu sistēmās Sn-Co/Cu to silšanas procesos. *Latv. Ķīm. Žurnāls*, iesniegta publ. 2007.g. 16. nov.
7. G. Ķizāne, J. Tīliks, A. Vītiņš, E. Kolodinska. Influence of High Magnetic Field on Fusion Reactor Blanket Processes. *Proceeding of 21st IAEA Fusion Energy Conference*, Chengdu, China, ISBN 92-0-100907-0/ISSN 0074-1884, 2007, FT/P5-17.
8. Juris Tīliks, Gunta Ķizāne, Aigars Vītiņš, Elīna Kolodinska, E. Rabaglino. Magnetic Field Effect on the Tritium Release from Neutron – Irradiated Beryllium Pebbles. *Nuclear Technology*, vol. 159, 3, 2007, 245-249.
9. G. Kizane, J. Tiliiks, A. Vitins, V. Tilika, E. Kolodinska. Possible Changes of Tritium Release Process under Real HCPB Operation Conditions. *Proceedings of 14th International Workshop on Ceramic Breeder Blanket Interactions*, Ed. A.J. Magielsen, Petten, The Netherlands, 6 – 8 September, 2006, 1-24 pp., CD MMI/AJM/NO 07.82898, 14 May 2007.
10. J.Tīliks V. Tīlika, G. Ķizāne, A. Vītiņš, A. Supe, A. Actiņš. Fabrication of nanostructured lithium orthosilicate ceramic pebbles by sol – gel method as tritium breeder material for thermonuclear reactors. *RTU zinātniskie raksti "Materiālzinātne un lietišķā ķīmija"*, 2007, (iesniegts).
11. A.Vitins; G. Kizane; J. Tiliiks; J.Tiliiks Jr.; E. Kolodinska Tritium release from breeding blanket materials in high magnetic field. *Fusion Engineering and Design* (in print), 2007..
12. J. Tīliks, G. Ķizāne, A. Vītiņš, E. Kolodinska, J. Tīliks Jr., I. Reinholds Tritium release from beryllium articles for use in fusion devices under temperature, electron radiation and magnetic field. *Journal of Nuclear Materials* (in print), 2007.
13. A. Mezulis, E. Blums, The presence of microconvective instability in optically induced gratings, *Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics* 32 (2007), 331 – 340.
14. Th. Volker, E. Blums, S. Odenbach, Heat and Mass Phenomena in Magnetic Fluids, *GAMM-Mitt.* 30 (2007), No.1, 185 – 194.
15. A. Mezulis, E. Blums, G.Kronkalns, Magnetoconvective intensification of heat transfer from a cylinder in magnetic fluid, In: *Advances in Heat Transfer, Proceedings. of the Baltic Heat Transfer Conference, September 19 – 21, 2007, Sankt-Petersburg, Russia*, Publ. House of St.Petersburg State Polytechnical University 2, p. 184 – 191.
16. D. Zablotzky, V. Frishfelds, E. Blums. Numerical study of thermomagnetic convection in cylinder under the magnetic field of a solenoid, In: *Advances in Heat Transfer, Proceedings. of the Baltic Heat Transfer Conference, September 19 – 21, 2007, Sankt-Petersburg, Russia*, Publ. House of St.Petersburg State Polytechnical University 2, p. 301 – 308.
17. E.Blums, G.Kronkalns, M.M.Maiorov, Microconvection and mass transfer induced by spherical filter elements in non-isothermal ferrocolloids, In: *Advances in Heat Transfer, Proceedings. of the Baltic Heat Transfer Conference, September 19 – 21, 2007, Sankt-Petersburg, Russia*, Publ. House of St.Petersburg State Polytechnical University 2, p. 333 - 340.
18. M. M. Maiorov, E. Blums, G. Kronkalns, Thermal dissipation of energy of low-frequency alternate magnetic field in magnetic fluid, In: *Advances in Heat Transfer, Proceedings. of the Baltic Heat Transfer Conference, September 19 – 21, 2007, Sankt-Petersburg, Russia*, Publ. House of St.Petersburg State Polytechnical University 2, p. 178 - 193.
19. K.Ērglis, D.Zhulenkovs, A.Sharipo, A.Cēbers. Elastic properties of DNA linked flexible magnetic filaments. *J.Phys.: Condens.Mat.*, (to be published).
20. A. Cebers, T. Cīrulis. Magnetic elastica. *Phys.Rev.E*, 2007, v.76-031504.
21. A. Cebers, K.Ērglis, Qi Wen, V.Ose, A.Zeltins, A.Sharipo, P.A.Janmey. Dynamics of magnetotactic bacteria in a rotating field. *Biophysical Journal*. – 2007,v.93-1402-1412.

Dalība konferencēs

- 1. J. Grabis, A. Orlovs, Dz. Rasmane. Nanosized lithium titanates produced by plasma technique. FM&NT – 2007 Abstracts International Baltic Sea Regional conference “Functional materials and nanotechnologies” Riga, April 2-4, 2007.
- 2. L. Grigorjeva, D. Millers, J. Grabis, C. J. Monty. Blue luminescence in ZnO crystal, nanopowders, ceramic. FM&NT – 2007 Abstracts International Baltic Sea Regional conference “Functional materials and nanotechnologies” Riga, April 2-4, 2007.
- 3. J. Grabis, A. Orlov, Dz. Jankovica. Preparation of nanosized lithium-titania compounds from vapour phase. Euro PM2007 Toulouse, France, October 15-17 2007.
- J. Grabis, G. Kizane. Gas phase synthesis of lithium silicates and their characteristics. Euromat 2007, 10-13 September, Nürnberg, Germany.
- 4. I. Vitina, V. Rubene, V. Belmane, A. Krumina. Phase composition and structure of thin Sn-Co alloy layers for different electrodeposition processes. FM&NT – 2007 Abstracts International Baltic Sea Regional conference “Functional materials and nanotechnologies” Riga, April 2-4, 2007, p. 91.
- 5. G. Kizane, J. Tiliks, A. Vitins, V. Tilika, E. Kolodinska. Possible Changes of Tritium Release Process under Real HCPB Operation Conditions. Proceedings of 14th International Workshop on Ceramic Breeder Blanket Interactions, Ed. A.J. Magielsen, Petten, The Netherlands, 6 – 8 September, 2006, 1-24 pp., CD MMI/AJM/NO 07.82898, 14 May 2007.
- 6. J. Tiliks, G. Kizane, A. Vitins, E. Kolodinska, A. Supe, B. Lescinskis. Detritiation of Be materials under action of temperature, radiation and magnetic field - Abstract 8th IEA International workshop on beryllium technology, Dec. 5-7, 2007, Lisbon, Portugal, 6 p.
- 7. J. Tiliks, G. Kizane, A. Vītiņš, J. Tiliks Jr., E. Kolodinska. Tritium release from breeding blanket materials in high magnetic field. Fusion Engin. and Des., in press – doi: 10.1016/j.fusengdes.2007.06.011.
- 8. J. Tiliks, G. Kizane, A. Vītiņš, E. Kolodinska, J. Tiliks Jr., I. Reinholds. Tritium release from beryllium articles for use in fusion devices. Abstr. Intern. Conf. Fus. React. Mater., Dec. 10-14, 2007, Nice, France, p.134.
- 9. E. Kolodinska, I. Reinholds, M. Pjuste. Investigation methods of tritium chemical forms in metallic beryllium materials. Abstr. Int. Res. Conf. for students, Vilnius University, Dep. of Chem., 27th April 2007. Vilnius Universitas, 2007, 20 – 22 pp.
- 10. A. Mezulis, E. Blums, G. Kronkalns. Magnetoconvective heat transfer from a cylinder under the effect of a nonuniform magnetic field, 11th International Conference on Magnetic Fluids, Košice, Slovakia, July 23 - 27, 2007, abstracts, paper 4P12.
- 11. D. Zablotsky, V. Frishfelds, E. Blums. Numerical investigation of thermomagnetic convection in heated cylinder under the magnetic field of a solenoid, 11th International Conference on Magnetic Fluids, Košice, Slovakia, July 23 - 27, 2007, abstracts, paper 4P5.
- 12. M.M. Maiorov, E. Blums, G. Kronkalns. The heat generation by an alternating magnetic field of low frequency in a ferrofluid: the dependence of energy dissipation on temperature, 11th International Conference on Magnetic Fluids, Košice, Slovakia, July 23 - 27, 2007, abstracts, paper 2P22.
- 13. V. Frishfelds, E. Blums. Drift of nonuniform ferrocolloid through cylindrical grid by magnetic force, 11th International Conference on Magnetic Fluids, Košice, Slovakia, July 23 - 27, 2007, abstracts, paper 4O3.
- 14. Izolda Segal, Alla Zablotskaya, Edmunds Lukevics, Michail Maiorov, Dmitry Zablotsky, Elmars Blums, Irina Shestakova, Ilona Dumbracheva, Synthesis and Biological Properties of Iron Oxide Based Magnetoliposomes with Siloxyvalkylamine Cover, 11th International Conference on Magnetic Fluids, Košice, Slovakia, July 23 - 27, 2007, abstracts, paper 1P27.
- 15. A. Mezulis, E. Blums, G. Kronkalns. Magnetoconvective intensification of heat transfer from a heated body in magnetic fluid, In: International Baltic Sea Region conference “Functional materials and nanotechnologies-2007, Institute of Solid State Physics, University of Latvia, April 2-4, Riga 2007, p. 35.
- 16. O. Petričenko, E. Blūms, M. Maiorovs, A. Cēbers. Synthesis of magnetic nanoparticles and their properties, In: International Baltic Sea Region conference “Functional materials and nanotechnologies-2007, Institute of Solid State Physics, University of Latvia, April 2-4, Riga 2007, p. 36.
- 17. E. Blums, G. Kronkalns, M. M. Maiorov. The heater with cobalt ferrite nanoparticles utilizing a low frequency magnetic field, , In: International Baltic Sea Region conference “Functional materials and nanotechnologies-2007, Institute of Solid State Physics, University of Latvia, April 2-4, Riga 2007, p. 108.
- 18. A. Cēbers. Nonlinear dynamics of semiflexible magnetic filaments in an external ac magnetic field. 2007 APS March Meeting. Abstract L3.00004 (in collaboration with M. Belovs, K. Erglis, and A. Sharipo).