



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



NOVÉ TECHNOLOGIE
VÝZKUMNÉ CENTRUM
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

EXLIZ

CZ.1.07/2.3.00/30.0013

**Excelenace lidských zdrojů jako zdroj
konkurence schopnosti**

**Excellence of human resources as
basis for the competition ability**

**Assortment of candidates for the competition of the postdoctoral
position at the Westbohemian University in Pilsen, Czechia**

Project director: Prof. F. Ježek <jezek@rek.zcu.cz>

Project executive: MEng. M. Vichrová <vichrova@kma.zcu.cz>

**Material thermodynamics and technology, thermal analysis,
thermomechanometry, thermophysical measurements**

Mentor: Prof. J. Šesták <sestak@fzu.cz> (see appendix II)

- April 2012 – **(příprava)** choosing candidates (PhD after 3/2008)
 - May 2012 - **(vyhlášení)** monitoring (entry conditioning, indexes)
 - June 2012 - **(výběrová řízení)** selecting examinations
 - August 2012 - **(vyhodnocování a zpracování)** processing and contracting
 - Septem. 2012 - **(smlouvy a nástup)** employment begin (up to 3 years)
- Preferably those who would be willing to continue the research at the Center**

New Technology Research Center (see appendix I)

**NOVÉ TECHNOLOGIE
VÝZKUMNÉ CENTRUM**



New Technology - Research Center of Westbohemian Region, West Bohemian University in the Pilsen city, Universitní str. 8, CZ – 30614 Plzeň

Specified research in the sphere of polymeric membranes, hydrogels, polysialates and geopolymers, composites (and their profiles drawn by new pultrusion technology), photovoltaic cells and panels, fuel cells, batteries and solid electrolytes, biomaterials and biomedical application, car exhaust catalysers, nanomaterials and noncrystallites, foams heat isolators, etc.

Research includes powerful state of theoretical basis on thermophysical measurements, thermal analysis and calorimetry, material thermodynamics and technology, mechanical dynamics, reaction kinetics, data evaluation, computer data processing, analysis of thermophysical measurements, etc.



**Responsible scientists: Dr. B. Foller,
Dr. P. Martinec (Manager),
Prof. J. Šesták (Project Leader),
Prof. M. Holeček (Centre Director).**

For material tailoring and engineering we are ready to provide a complete solution of problems employing our most excellent apparatuses for thermal and spectral characterization and their appropriate involvement with individual tasks. We are prepared to cooperate on the explication of variety industrial and scientific problems, providing material analysis and allied data evaluation, eventual explanation of whole problematic including the selection and association of individual types of measurements and analysis.

Aparatura na laserovou depozici tenkých vrstev



Parametry laseru:

- ▶ vlnová délka: 1064 nm
- ▶ délka pulsu: 6-15 ns
- ▶ energie pulsu: 65 mJ
- ▶ opakovací frekvence: 10 Hz

Ukázka reaktoru v němž probíhá laserová depozice tenké vrstvy

Zařízení slouží k laserovým depozicím tenkých vrstev, nanostruktur kovových, polymerních i keramických materiálů a k syntézám sloučenin a fází unikátních vlastností.

Co mohu získat:

- ▶ Lze nanést ochrannou vrstvu na libovolný materiál
- ▶ Úprava povrchové struktury laserovým zářením
- ▶ Lze vytvořit slitinu kovových prvků za běžných podmínek nemísitelných

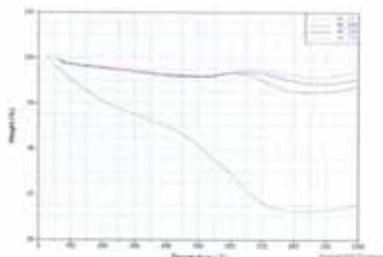
Laboratoř termické analýzy

Thermal analysis

MTGA - Termogravimetrický analyzátor Q500



- ▶ Testy: standardní, modulovaný, dynamický HI – Res režim
- ▶ Teplotní rozsah: 25 až 1000 °C
- ▶ Lineární teplotní gradient: 0,1 až 500 °C/min
- ▶ Citlivost: < 0,1 µg
- ▶ Chlazení (tlakový vzduch/N₂): 1200 - 35 °C < 10 min
- ▶ 16-ti pozicový autosampler
- ▶ Špičkový vyhodnocovací software TA Instruments



Stanovení závislosti úbytku hmotnosti na teplotě

Modulovaný termogravimetrický analyzátor měří hmotnostní úbytky materiálu v závislosti na teplotě. Lze určit termooxidační kinetiku polymerů, lze stanovit nespalitelné zbytky, aj.

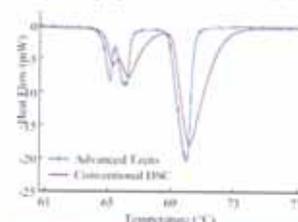
Jakou informaci mohu získat:

- ▶ Termogravimetrické křivky
- ▶ Zjištění teplotních intervalů rozkladných reakcí (ztráta vody)

MDSC - Diferenční skenování kalorimetr Q200



- ▶ Testy: standardní, modulované
- ▶ Teplotní rozsah: -90 až + 550 °C
- ▶ Teplotní citlivost: $\pm 0,05$ °C
- ▶ Citlivost: 1,0 μ W
- ▶ Vzorovnice: T zero AL, Hermetic, Alodined, Gold
- ▶ 50-ti pozicovým autosampler
- ▶ Špičkový vyhodnocovací software TA Instruments



Stanovení fázových přechodů pomocí klasické DSC a nové metody Advanced Tzero

Modulovaný diferenční scanovací kalorimetr měří tepelnou kapacitu materiálu a její teplotní závislost. Umí např. určit pomocí DSC křivky skelný přechod neznámého polymeru a pomocí tabulek i druh a složení polymeru.

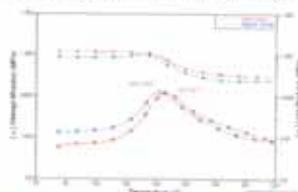
Jakou informaci mohou získat:

- ▶ Teplotu tání, tuhnutí (krystalizace)
- ▶ Průběh krystalizace, teplotu skelného přechodu, sířování, degradace
- ▶ Fázové transformace, aj.

DMA - Dynamický mechanický analyzátor Q800



- ▶ Teplotní rozsah: -150 až + 600 °C
- ▶ Teplotní gradient: 0,1 20 °C/min
- ▶ Síťový rozsah: 0,1 μ N až 18 N
- ▶ Rozlišení (síla): 0,01 μ N
- ▶ Rozlišení (deformace): 1 nm
- ▶ Frekvenční rozsah: 0,01 až 200 Hz
- ▶ Amplitudový rozsah: 1 μ m až 10 mm
- ▶ Izotermická stabilita: $\pm 0,1$ °C
- ▶ Špičkový vyhodnocovací software TA Instruments



Stanovení teploty skelného přechodu polymeru měřením dynamického a ztrátového modulu

Dynamickým mechanickým analyzátozem lze měřit s využitím upinacích svěrek elastický a ztrátový modul materiálu, v závislosti na frekvenci zatěžování a teplotě. Dále pak creep a relaxaci materiálu, ztrátový úhel a jiné. Lze sledovat relaxační jevy, HDT, penetraci, bod měknutí aj., na pevných vzorcích, vláknech, gelech (i ve viskózním stavu).

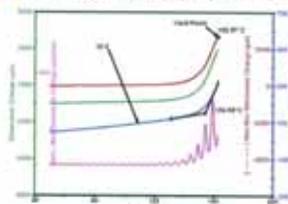
Jakou informaci mohou získat:

- ▶ Na základě kombinace možných různých experimentálních proměnných: teplota, čas, frekvence, síla a deformace lze získat komplexní viskoelastické charakteristiky materiálů

MTMA - Termomechanický analyzátor Q400



- ▶ Standardní, modulovaný a dynamický režim
- ▶ Teplotní rozsah: -70 až 1000 °C
- ▶ Stupeň přesnosti: ± 1 °C
- ▶ Max. velikost pevného vzorku: 26 x 10 mm
- ▶ Citlivost: 15 nm
- ▶ Rozsah modulace pro dynamické testy: od 0,01 do 2 Hz
- ▶ Rozsah sil: 0,001 až 2 N
- ▶ Špičkový vyhodnocovací software od TA Instruments
- ▶ Měřicí režimy: expanzní režim, makroexpanzní režim
- ▶ Penetrační mód s ostrým hrotem, s kulatým hrotem



Současné měření smrštění a roztažnosti tenkého polymerní vrstvy pod napětím

Modulovaný termomechanický analyzátor měří pomocí křemenných doteků koeficient teplotní délkové roztažnosti, teplotu tavení, bod měknutí, teplotu skelného přechodu, delaminaci, tečení (creep) a další. Lze měřit pevné vzorky, filmy, vlákna a prášky.

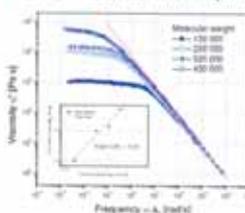
Jakou informaci mohou získat:

- ▶ Měřením vlastností vzorků na základě experimentálních proměnných: teplota, síla, atmosféra, frekvence a čas lze získat koeficienty délkové roztažnosti nebo analyzovat transformační děje

ARES G2 - Rotační reometr Rotary rheometer



- ▶ Minimální oscilační točivý moment: 0,05 $\mu\text{N}\cdot\text{m}$
- ▶ Minimální stříhový točivý moment: 0,1 $\mu\text{N}\cdot\text{m}$
- ▶ Točivý moment: 200 mN.m
- ▶ Rozlišení: 1 nN.m
- ▶ Rozsah sil normálové/axiální: od 0,001 do 20 N
- ▶ Teplotní systém FCO: -150 až +600 °C
- ▶ DEA – dielektrická analýza



Měření viskozity polymeru o různé molekulární hmotnosti v závislosti na rychlosti namáhání

Rotační reometr je určen pro rotační reologická měření kapalin, pro torzní testy pevných vzorků, měření reologických vlastností materiálů a dielektrickou reologickou analýzu procesu vytváření polymerů.

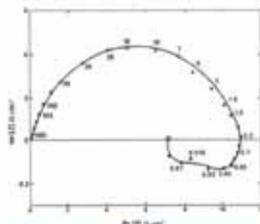
Jakou informaci mohou získat:

- ▶ Měření tokových a deformačních vlastností materiálů od vody po ocel
- ▶ Současné měření mechanického napětí a deformace
- ▶ Současné měření dielektrických a mechanických vlastností v závislosti na teplotě

EIS - Elektrochemická impedanční spektroskopie



- ▶ Rozsah stejnosm. (DC) napětí a proudu: $\pm 14,5 \text{ V}$, $\pm 2 \text{ A}$
- ▶ Amplituda stříd. (AC) napětí a proudu: 0 až 3 V, 0 až 60 mA pro frekv. $\leq 10 \text{ MHz}$; 0 až 1V, 0 až 20 mA pro frekv. $> 10 \text{ MHz}$
- ▶ Frekvenční rozsah: 10 μHz až 32 MHz
- ▶ Vyhodnocovací software



Impedanční spektrum korodující elektrody.

Zařzení je možné použít k měření přenosu hmoty v poréznych elektrodách nebo membránách, anodickému chování kovů (pasivita kovů, reakce kovů na okolní prostředí), lokalizování koroze a stanovení rychlosti koroze, analýze baterií a elektrolytů.

Jakou informaci mohou získat:

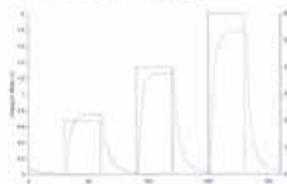
- ▶ Závislost elektrického napětí/potenciálu na elektrickém proudu/proudové hustotě
- ▶ Závislost impedance na frekvenci a amplitudě přivedeného el. proudu/napětí
- ▶ Rychlost koroze, aj

DVS - Dynamické gravimetrické měření sorpce par

Dynamic TG sorption



- ▶ Hmotnost vzorku: ~10 mg až 1,5 g
- ▶ Přesnost měření hmotnosti vzorku: 0,1 μg
- ▶ Rozsah teplot měřicí komory: 20 až 90 $^{\circ}\text{C}$
- ▶ Stabilita teploty měřicí komory: $\pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pro 20 až 60 $^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pro 60 až 85 $^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pro 85 až 90 $^{\circ}\text{C}$
- ▶ Vyhodnocovací software



Časová změna hmotnosti vzorku v závislosti na hodnotě relativní vlhkosti uvnitř měřicího boxu.

Zařzení pro měření vlivu vlhkosti a par organických rozpouštědel na přírodní materiály nebo materiály používané v potravinářském a farmaceutickém průmyslu.

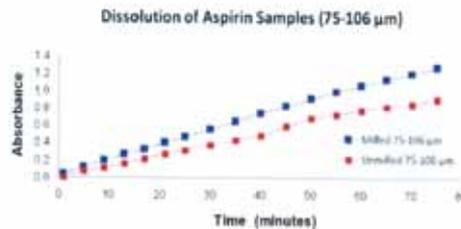
Jakou informaci mohou získat:

- ▶ Měření změny hmotnosti a relativní vlhkosti materiálu v závislosti na čase
- ▶ Koefficient difúze
- ▶ Hysterezní chování měřeného materiálu

IGC-SEA - Inverzní plynová chromatografie Gas chromatography



- ▶ Vzorok ve formě vláken, prášků nebo planární vzorky
- ▶ Možnost využití až 12 různých plynů
- ▶ Rozsah teplot měřicí komory: 20 až 150 °C
- ▶ Stabilita a přesnost teploty měřicí komory: 0,1 °C
- ▶ Vyhodnocovací software



Změna absorbance vzorku aspirinu na čase.

Zařízení se používá k měření reakce povrchu polymerních membrán palivových článků (či membrán využívaných v potravinářském průmyslu, vláken, prášků) s plynnými organickými rozpouštědly nebo s org. rozpouštědly ve formě páry.

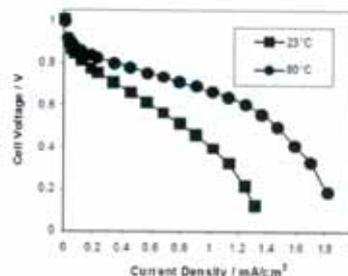
Jakou informaci mohu získat:

- ▶ Měření přilnavosti povrchů vzhledem k rozpouštědlu
- ▶ Stanovení charakteristiky povrchů (homogenní, heterogenní)
- ▶ Určení rozpustnosti práškových materiálů

PEMFC-TS - Systém pro testování palivových článků s polymerní membránou Fuel cells testing



- ▶ Testování jednotlivých palivových článků do výkonu 100 W, max. rychlost paliva a vzduchu: 4 NLPM (Normal Liter Per Minute)
- ▶ Testování baterii/stacků palivových článků o celkovém výkonu: 20 W až 2000 W, max. rychlost paliva: 40 NLPM



Závislost napětí palivového článku na proudové hustotě pro různé operační teploty.

Zařízení pro statické a dynamické testy jednotlivých palivových článků a baterii/stacků palivových článků.

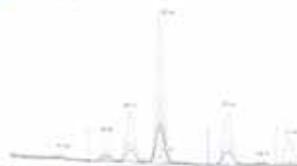
Jakou informaci mohu získat:

- ▶ Závislost napětí palivového článku na proudové hustotě
- ▶ Závislost impedance palivového článku na frekvenci a amplitudě přivedeného el. proudu/napětí

AXS Bruker S4 Explorer - Vlnově disperzní fluorescenční RTG spektrometr



- ▶ Rozsah měřených prvků: Beryllium – Uran
- ▶ Koncentrační rozsah: ppm až 100 %
- ▶ Druhy vzorků: prášky, zeminy, kapaliny, pasty, filmy, vrstvy atd.
- ▶ Velikost vzorku: kapaliny a sypké vzorky do 50 ml
- ▶ Filtry do průměru: 51 mm



Záznam z měření vybraných prvků

Zařízení je možné využít k elementární analýze širokého spektra prvků (od Beryllia do Uranu) v různých vzorcích jako jsou kapaliny, práškové materiály, slitiny, zeminy, filmy, vrstvy atd. bez nutnosti speciálních rozkladů vzorků za použití agresivních kyselin.

Jakou informaci mohou získat:

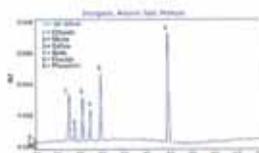
- ▶ Stanovení celého spektra prvků najednou, včetně lehkých prvků jako je uhlík, dusík, kyslík v koncentračním rozmezí od ppm do 100 %
- ▶ Nedestruktivní metoda, pro kterou není nutný rozklad vzorků, z čehož plyne ekonomická nenáročnost

Kapilární elektroforéza s UV detekcí

Capillary electrophoresis



- ▶ Rozsah měřených vlnových délek: 190 až 380 nm
- ▶ Hydrodynamický nástřik v rozsahu: 10 až 60 mbar
- ▶ Vložené napětí: 0 až 25 kV s krokem 1 kV, s možností změny polarity
- ▶ Proudový rozsah: 0 až 200 μ A, s možností změny polarity
- ▶ Programovatelné rampování v napěťovém i proudovém režimu
- ▶ Chlazení kapiláry: -10 až +30 $^{\circ}$ C od okolní teploty s přesností na 0,01 $^{\circ}$ C



Elektroforeogram vybraných aniontů

Zařízení je možné využít ke kvantitativní analýze širokého spektra látek jako jsou kationy, aniony, organické kyseliny, aminokyseliny, aminy, vitamíny, antibiotik v různých vzorcích. Výhodou této metody je jednoduchá příprava vzorků, nízká spotřeba chemikálií a velmi malá náročnost na množství vzorku při analýze.

Jakou informaci mohou získat:

- ▶ Stanovení koncentrací kationů, anionů, organických kyselin, aminokyselin a dalších látek i v obtížně filtrovatelných vzorcích
- ▶ Možnost provádění pravidelných analýz v rámci provozních kontrol

Book yet available at the Elsevier Publishing House, Amsterdam, Tokyo, New York

SCIENCE OF HEAT AND THERMOPHYSICAL STUDIES

A Generalized Approach to Thermal Analysis



By

Jaroslav Šesták, Institute of Physics of the Academy of Sciences, Praha, Czech Republic

Description

Science of Heat and Thermophysical Studies provides a non-traditional bridging of historical, philosophical, societal and scientific aspects of heat with a comprehensive approach to the field of generalized thermodynamics. It involves Greek philosophical views and their impact on the development of contemporary ideas. Covered topics include:

- the concept of heat (caloric, entropy), temperature and gradients
- thermometry and calorimetry, theory and practice of DTA and DSC
- from Greek philosophy, alchemy to caloric theory, power laws and

modern thermal physics

- from thermostatics to non-equilibrium and quantum thermodynamics
- chemical kinetics and non-isothermal studies
- from heat to entropy, order and information
- thermal science applied to economy (econophysics), ecosystems and societal applications
- mesoscopic scales (quantum diffusion, vacuum: zero-point electromagnetic radiation)
- importance of energy science and its influence to societal life, energy resources and sustainability

Audience

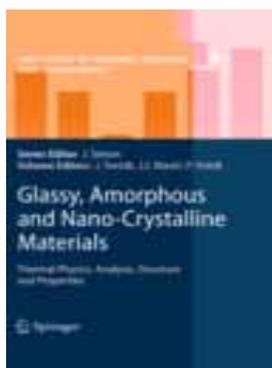
This title is recommended to specialists in thermal science (thermodynamics) as well as the general scientist and students. It can serve as a reference text for those interested in the many concepts behind thermal physics and thermal analysis and possible applications in other areas, providing the reader with a wide background and framework of thermal sciences at present and in past. 712 references.

Contents

1. Some Philosophical Aspects of Scientific Research.
 2. Miscellaneous Features of Thermal Science.
 3. Fire as a Philosophical and Alchemical Archetype.
 4. Concept of Heat in the Renaissance and New Age.
 5. Understanding Heat, Temperature and Gradients.
 6. Heat, Entropy and Information.
 7. Thermodynamics and Thermostatics.
 8. Thermodynamics, Econophysics, Ecosystems and Societal Behavior.
 9. Thermal Physics of Processes Dynamics.
 10. Modeling Reaction Mechanism: The use of Euclidian and Fractal Geometry.
 11. Non-Isothermal Kinetics by Thermal Analysis.
 12. Thermometry and Calorimetry.
 13. Thermophysical Examinations and Temperature Control
- App.: brief characteristics of some important scholars and scientists

Bibliographic & ordering Information

Hardbound, 486 pages, publication date: NOV-2005
ISBN-13: 978-0-444-51954-2 ; ISBN-10: 0-444-51954-8
Price: GBP 120, USD 190, EUR 175, Available at Elsevier



Thermal Analysis of Micro-, Nano- and Non-Crystalline Materials: Relaxation, crystallization, kinetics and thermodynamics

Series: [Hot Topics in Thermal Analysis and Calorimetry](#), Vol. 9

Šesták, Jaroslav, Šimon, Peter

July 2012, Approx. 360 p. 40 illus., subsequent of the volume 8.

Hardcover, ISBN 978-90-481-3149-5, available from **SPRINGER**

Due: July 31, 2012, approx. 99.95 €

- Treats different aspects of thermal properties of glassy and amorphous structures in a complex and comprehensive way
 - An essential sequel to the previous HTTC volume Glassy, amorphous and disordered materials: thermal analysis, structure and properties
 - Written both for students and researchers
- Glassy, Amorphous and Nano-crystalline Materials, Volume II: Relaxation, crystallization, kinetics and thermodynamics** provides an updated summary on non-equilibrium glassy and amorphous materials and the study of their processes dynamics (vitrification, crystallizations, etc.).

The book includes carefully selected studies of world renowned scientists concerning the advance of physics and chemistry of glassy and nanocrystalline states analogous to the preceding Volume 8.

Content Level: Research, Education

Keywords: Amorphous, Glassy Nanocrystalline Material - Processes Kinetics - Thermal Analysis

Related subjects » [Analytical Chemistry](#) - [Materials](#) - [Special types of Materials](#) - [Thermodynamics](#)

TABLE OF CONTENTS

Some fundamental and historical aspects of phenomenological kinetics in solid-state studied by thermal analysis (N.Koga (Japan), J.Šesták, P.Šimon (Slovakia)).- Equilibrium background of processes initiated by heating and Ehrenfest's classification of phase transitions (P. Holba).- Crystal defects and nonstoichiometry contributions to heat capacity of solids (P. Holba, D. Sedmidubský).- Forty years of the Turnbull reduced glass-transition temperature and Hruby glass-forming coefficient and their current perception (A. Petrovic (Serbia), J. Šesták).- Heat transfer and heterogeneous phase transitions at DTA experiments (P. Holba, J. Šesták, D. Sedmidubský).- Determination of the glass transition by DSC: a comparison of conventional and dynamic techniques (J. Hutchinson, Spain).- Structural relaxation and viscosity behavior in supercooled glass-forming liquids at glass transition (J. Málek, R. Svoboda).- Kinetics of structural relaxation of glasses (E. Illeková (Slovakia)).- Kinetics of crystal nucleation in closed systems (Z. Kožíšek, P. Demo, A. Sveshnikov).- Influence of preliminary nucleation on the physico-geometrical kinetics of glass crystallization (N. Koga (Japan), J. Šesták).- Application of iso-conversional methods for the processes occurring in glassy and amorphous materials. (P. Šimon, P. Thomas (Australia)).- Fractal aspects of heterogeneous reactions and their kinetics (P. Šimon, Slovakia, O. Zmeskal, J. Šesták).- Crystallization of metallic micro-, nano-, and non-crystalline alloys (E. Illeková, Slovakia, J. Šesták).- Crystallization kinetics in amorphous materials studied by means of calorimetry, microscopy and dilatometry (J. Málek, P. Honcová).- Comments on DTA/DSC methods for estimation of crystal nucleation rates in glass-forming melts (V. Fokin (Russia), A. A. Cabral, R.M.C.V Reis, E.D. Zanotto, (Brazil)).- Non-parametric kinetic methods (R. Nomen, J. Sempere, E. Serra, B. Sempere, Spain).- Kinetics of glass-batch melting reactions by thermal analysis (P. R. Hrma, D. A. Pierce, USA).- Controlled nucleation and crystallization for nanoparticle synthesis (I. Avramov, (Bulgaria), Rüssel (Germany)).- Nucleation on strongly curved surfaces of nano-fibers (P. Demo, Z. Kožíšek, A. Sveshnikov, Z. Kožíšek).- Electron transport studies of disorder and dimensionality in nanocrystalline diamond (P. Hubík, J.J. Mareš).- Amorphous inorganic polysialates – geopolymeric cementitious composites and bioactivity of hydroxyl groups (J. Šesták, N. Koga (Japan), P. Simon (Slovakia), B. Foller, P. Roubíček, N-L. Wu, (Taiwan)).- Oxide superconductors as model systems for studying phase relations, stoichiometry, reaction kinetics and unconventional glass formability (T. Komatsu (Japan), J. Šesták).