



ROMÂNIA  
MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE CHIMIE APLICATĂ ȘI ȘTIINȚA MATERIALELOR  
DEPARTAMENTUL ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR OXIDICE ȘI  
NANOMATERIALE  
ȘCOALA DOCTORALĂ: CHIMIE APLICATĂ ȘI ȘTIINȚA MATERIALELOR

## Rezumat

Teza de abilitare „Materiale vitroase și sticlo-ceramice Macro- și nano-structurate cu proprietăți optice, optoelectronice, magnetice și biologice: obținere, caracterizare și aplicații” elaborată de cercetătorul științific principal grad I, doctor inginer SAVA Bogdan Alexandru, conține trei capitole, care prezintă cele mai importante elemente ale activității sale profesionale, didactice și științifice, în cei 12 ani care au trecut de la obținerea titlului științific de doctor.

Teza de abilitare este structurată în conformitate cu legislația în vigoare și cu Regulamentul privind procesul de organizare a obținerii certificatului de abilitare al Universității Politehnica din București (UPB București) aprobat de Senatul UPB București. În consecință, teza de abilitare include: rezumatul tezei; cuvinte cheie; realizări profesionale, didactice și științifice; recunoașterea și impactul activității (prestigiul profesional); activitatea de cercetare; planul de evoluție și dezvoltare a carierei profesionale, științifice și academice; referințe bibliografice; o selecție de lucrări științifice publicate pe tematica tezei de abilitare.

Subiectul abordat în această teză reflectă realizările mele profesionale, științifice și academice în domeniul general al chimiei aplicate și al științei materialelor și în domeniul particular al sticlei, vitro-ceramicii și al compozitelor pe baza de sticlă.

Primul capitol prezintă activitatea mea profesională, didactică și științifică. După absolvirea facultății, am fost angajat în mai multe institute de cercetare și dezvoltare, din 1984 și până în prezent, ocupând gradele de cercetare în creștere, de la CS la CS3, CS2 și CS1, iar acum sunt Cercetător principal grad I și deține poziția de CS2 în Departamentul Laserei, la Institutul Național pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației Măgurele. De-a lungul carierei mele de cercetare, am reușit să elaborez, ca autor și coautor, 180 de lucrări științifice publicate, dintre care 53 în reviste ISI cu factor de impact (29 ca autor principal: 12 în top 50, 8 în top 25), 40 de publicații ISBN, din care 4 capitole de cărți sau cărți și cinci brevete în domeniile mele de competență, primind un număr de 20 distincții, premii și medalii.

Lucrările mele au fost citate de 247 de ori, iar indicele meu Hirsh este 12 - ISI și Scopus și 13 - Google Scholar, iar factorul meu cumulat de impact este 62,9668. Sunt recenzor pentru 25 de reviste internaționale, pentru care am făcut 240 de recenzii în ultimii ani, sunt editor sau editor asociat pentru 3 reviste internaționale, am fost / sunt manager sau responsabil de proiect pentru 30

de proiecte internaționale (2) sau naționale și evaluator pentru peste 40 de proiecte în Programele PNII-PNIII TE și PD.

În capitolul al doilea sunt prezentate principalele mele realizări și contribuții legate de proiectarea și obținerea de materiale vitroase, din vitro-ceram sau compozite, investigarea structurii, texturii, proprietăților termice, optice, magnetice, magneto-optice și modelarea structurii sau evoluției termice a acestora.

Primul subcapitol al celui de-al doilea capitol prezintă realizările legate de materiale vitroase noi cu proprietăți optice, incluzând sticle fosfatice care conțin fier, sticle fosfatice cu Mo, B, V și Fe, sticle fosfatice dopate cu pământuri rare (Eu, Dy, Ho, Tm, Tb), precum și investigațiile FTIR, Raman, SEM, EDAX, transmisia optică și stabilitatea chimică a probelor obținute.

Al doilea subcapitol al celui de-al doilea capitol se referă la noi materiale vitroase cu proprietăți luminescente, și anume sticle fosfatice dopate cu Cu, Mn și Sb, sticle fosfatice dopate cu Sm și Eu, sticle fosfatice dopate cu Tb și sticle boro-fosfatice codopate cu Dy / Tb, precum și programele lor de topire și recoacere, spectrele de absorbție, spectrele de fluorescență și luminiscentă, proprietățile de dilatare termică și temperaturile caracteristice, stabilitatea hidrolitică, spectrele FTIR și Raman, investigații SEM-EDS, comportamentul lor la cristalizare și proprietățile mecanice, împreună cu unele propuneri pentru aplicații viitoare ale unor asemenea sticle.

În cel de-al treilea subcapitol al celui de-al doilea capitol este prezentată obținerea de noi materiale vitroase cu proprietăți magneto-optice, mai întâi o nouă metodă pentru determinarea rotației magneto-optice Faraday, apoi efectele magneto-optice în sticlele alumino-fosfatice dopate cu Dy și Tb, în sticlele alumino-fosfatice dopate cu Bi și Pb și în sticlele boro-fosfatice codopate cu Bi / Pb. Aceste sticle pot fi folosite în dispozitive de comutare opto-magnetice ultra-rapide, depozitare magnetică, ghiduri de undă, optoelectronică și laseri.

Al patrulea subcapitol cuprinde prezentarea materialelor vitroase și ceramice pentru bio-aplicații, respectiv sticlele silicatică și fosfatice fără plumb, cu Zr sau Ti, în primul caz și, de asemenea, sticle fosfato-potasice pentru fertilizanți agricoli, fără sau cu azot, pentru culturi de păioase sau viță de vie, precum și nano-pulberi de hidroxiapatită obținute prin metoda sol-gel, pentru îndepărtarea ionilor de plumb din soluții apoase. Structura și proprietățile acestor materiale au fost cercetate prin dilatometrie, spectroscopie UV-Vis, măsurători de vâscozitate, stabilitate hidrolitică, împreună cu SEM, XRD și DTA-TG.

Al cincilea subcapitol prezintă utilizarea metodei sol-gel pentru obținerea pulberilor și a filmelor subțiri, pentru mai multe sisteme de sticlă, și anume silico-fosfatice și silico-fosfatice dopate cu oxid de fier, sau cu pământuri rare (Nd, Ce și Tb) -filme depuse pe substrat rotitor. Filmele subțiri obținute au fost investigate folosind măsurători AFM, FTIR, Raman și Mossbauer,

precum și SEM. Proprietățile magneto-optice ale filmelor silico-fosfatice dopate cu pământuri rare și proprietățile mecanice ale acestora au fost, de asemenea, cercetate.

Cel de-al șaselea subcapitol al celui de-al doilea capitol este dedicat proiectării structurale și termice și prezintă simulările de dinamică moleculară pentru un sistem ternar vitros litiu-alumino-fosfatic și o nouă abordare a interacțiunii termice a fasciculului laser cu nanoparticule.

Al șaptelea și ultimul subcapitol al celui de-al doilea capitol descrie obținerea și caracterizarea altor materiale și anume nanoparticule de sulfură de cadmiu și, de asemenea, reutilizarea deșeurilor de cupru și nichel prin introducerea lor în matrice de sticlă borosilicatică cu obținerea de sticle decorative colorate.

În ultimul capitol sunt prezentate direcțiile de dezvoltare viitoare a carierei mele profesionale, științifice și academice. În viitor, mă voi asigura că direcțiile științifice pe care voi continua să le dezvolt sunt în acord cu obiectivele școlii de doctorat, pentru a crește caracterul practic-aplicativ și interdisciplinar al cercetării.

**Cuvinte cheie:** *sticlă, vitro-ceram, nanocompozite, sol-gel, topire, fonică, laser, depunere cu laser cu impulsuri, magnetron sputtering, proprietăți optice, proprietăți magneto-optice, proprietăți mecanice, FTIR, Raman, proprietăți termice*

## **Abstract**

The habilitation thesis “Vitreous and Glass-Ceramic Materials Macro- and Nano-Structured with Optical, Optoelectronic, Magnetic and Biologic Properties: Obtaining, Characterization and Applications” elaborated by Senior researcher first degree PhD Eng. SAVA Bogdan Alexandru contains three chapters, which present the most important elements of his didactic, scientific and academic activity, during the 12 years that have passed since obtaining the scientific title of PhD.

The habilitation thesis is structured in accordance with the legislation in force and the Regulation regarding the organization process of obtaining the habilitation certificate of the University Politehnica of Bucharest (UPB Bucharest) approved by the Senate of the UPB Bucharest. Consequently, the habilitation thesis includes: abstract, keywords; professional, didactic and scientific achievements; research activity; recognition and impact of the activity (professional prestige); evolution and development plan of professional career, scientific and academic; bibliographical references; a selection of scientific papers published on the thematic of habilitation thesis.

The topic approached in this thesis reflects my professional, scientific and academic achievements in the general field of Applied Chemistry and Materials Science and in the particular field of glass, glass-ceramics and glass composites.

The first chapter presents my professional, didactic and scientific activity. After faculty graduation, I was employed in several Research and Development Institutes, from 1984 until present, occupying the increasing research degrees, from CS to CS3, CS2 and CS1, and now I am Senior researcher first degree and hold the position of CS2 in the Laser Department, at the National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics Magurele. Throughout my research career, I have been able to elaborate, as author and co-author, 180 published scientific papers, 53 of which in ISI quoted with IF Journals (29 as main author: 12 in top 50, 8 in top 25), 40 ISBN publications, from which 4 books or books chapters, and five patents in my areas of competence, receiving a number of 20 distinctions, awards and medals.

My papers were cited 247 times and my Hirsh index is 12 on ISI and Scopus and 13 on Google Scholar and my FIC is 62.9668. I am reviewer for 25 International Journals for which I made 240 reviews in the last years, I am editor or guest editor for 3 International Journals, I was/am manager or responsible for 30 International (2) or national projects and evaluator for over 40 projects in the PNII-PNIII TE and PD calls.

The second chapter are presented my main achievements and contributions related to the design and obtaining of vitreous, glass-ceramic or composite materials, investigations of their

structure, texture, thermal, optical, magnetic, magneto-optical properties and modelling their structure or thermal evolution.

First subchapter of the second chapter presents the achievement related to new vitreous materials with optical properties, including iron-containing phosphate glass, phosphate glasses with Mo, B, V and Fe, Rare-earth containing phosphate glasses (Eu, Dy, Ho, Tm, Tb) as well as the investigations FTIR, Raman, SEM, EDAX, optical transmission and chemical stability of the obtained samples.

The second subchapter of the second chapter refers to new vitreous materials with luminescent properties, namely phosphate glasses doped with Cu, Mn and Sb, Sm and Eu doped phosphate glasses, Tb-doped phosphate glasses and Dy/Tb co-doped boron-phosphate glasses and also their melting and refining programs, absorption spectra, fluorescence and luminescence spectra, thermal expansion properties and characteristic temperatures, hydrolytic stability, FTIR and Raman spectra, SEM-EDS investigations, their crystallization behaviour and mechanical properties, together with some proposals for future applications of such glasses.

In the third subchapter of the second chapter the obtaining of new vitreous materials with magneto-optical properties are presented, first a new method for the determination of Faraday magneto-optical rotation, then magneto-optical effects in Dy and Tb doped alumino-phosphate glass, in Bi and Pb doped alumino-phosphate glass and in Bi/Pb co-doped boron-phosphate glass. These glasses can be used in ultra-fast opto-magnetic switching devices, magnetic storage, wave guides, optoelectronics, and lasers.

The fourth subchapter comprises the presentation of vitreous and ceramic materials for bio-applications, namely lead-free silicate and phosphate glass, with Zr or Ti, in the first case and also potassium phosphate glasses agro-fertilizers without or with nitrogen for crops and grape and also hydroxyapatite nano-powders obtained by sol-gel method for lead ions removal from aqueous solutions. The structure and properties of these materials were investigated by dilatometry, UV-Vis spectroscopy, viscosity measurements, hydrolytic stability, together with SEM, XRD and DTA-TG.

The fifth subchapter presents the use of sol-gel method for the obtaining of powders and thin films, for several glass systems, namely silico-phosphate and silico-phosphate doped with iron oxide or rare earth (Nd, Ce and Tb) doped silico-phosphate spin-coating films. The obtained thin films were investigated by using AFM measurements, FTIR, Raman and Mossbauer spectroscopy and also SEM. Magneto-optical properties of the rare-earth doped silico-phosphate films and their mechanical properties were also investigated.

The sixth subchapter of the second chapter is dedicated to structural and thermal design and presents the molecular dynamic simulations for a ternary lithium-aluminium-phosphate vitreous system and a new approach of thermal laser field interaction with nanoparticles.

The seventh and last subchapter of the second chapter describe other materials obtaining and characterization meaning cadmium sulphide nanoparticle and also the reusing of copper and nickel waste by their introduction in glassy borosilicate matrix with some coloured decorative glass obtaining.

In the last chapter the directions of future development of my professional, scientific and academic career are presented.

In the future, I will ensure that the scientific directions which I will continue to develop are in agreement with the objectives of doctoral school, in order to increase the practical-applicative and interdisciplinary character of the research.

**Key words:** *glass, glass-ceramics, nanocomposites, sol-gel, melting, photonics, laser, pulse laser deposition, magnetron sputtering, optical properties, magneto-optical properties, mechanical properties, FTIR, Raman, thermal properties*