

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea POLITEHNICA din București
1.2 Facultatea	Inginerie Chimica si Biotehnologii
1.3 Departamentul	Știința și Ingineria Materialelor Oxidice și Nanomateriale
1.4 Domeniul de studii	Inginerie chimică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Știința și ingineria materialelor oxidice și nanomateriale

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	BIOMATERIALE Biomaterials						
2.2 Titularul activităților de curs	Daniela Cristina Ghițulică						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Andreia Cucuruz						
2.4 Anul de studii	4	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	O
2.8 Codul disciplinei	UPB.11.S.08.Ob.005						

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					69
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutoriat					4
Examinări					4
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline:

- Chimie anorganică
- Știința materialelor I – materiale anorganice

- Termodinamica și cinetica sistemelor oxidice și neoxidice

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar / laborator	• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: aparatură (balanță analitică, etuvă, nișă chimică, agitator termic și magnetic, cuptor pentru tratamente termice, presă hidraulică de mână, baie de apă) și sticlărie/consumabile de laborator (pahare berzelius, cilindre gradate, spatule, pipete, pâlnie, hârtie de filtru, termometru, sticlă de ceas, mojar cu pistil, pensulă, sită, șubler). • În vederea determinării proprietăților materialelor preparate, sunt necesare următoarele echipamente: Difractometru de raze X - Shimadzu XRD 6000, Analiză termică – Derivatograf - Shimadzu DTG-60, Pompă de vid (determinarea proprietăților ceramice – Metoda lui Arthur), Presă (determinarea rezistențelor mecanice la compresie), Microscop electronic de baleiaj - HITACHI S2600N • În vederea realizării activităților de la laborator, studenții vor fi distribuiți în echipe de maxim 4 persoane.

6. Obiectiv general

Cursul de biomateriale vizează studiul noțiunilor de bază în domeniu. Astfel, vor fi trecute în revistă principalele etape ale dezvoltării biomaterialelor, respectiv se va realiza clasificarea acestora, fiind luate în considerare mai multe criterii. Se va studia interacțiunea materialelor cu mediul fiziologic. Vor fi prezentate cele mai cunoscute și utilizate categorii de biomateriale, pentru fiecare analizându-se sistemele compoziționale, modalități de obținere, proprietăți și aplicații.

Studenții se vor documenta independent, lucrând în echipă, asupra unui biomaterial, ulterior realizând prepararea acestuia în laborator. Se vor analiza, interpreta și prezenta rezultatele obținute.

7. Competențe

Specifice disciplinei	Demonstrează că deține cunoștințe de bază în domeniul biomaterialelor, în ceea ce privește istoricul domeniului, clasificarea biomaterialelor, interacțiunea cu mediul fiziologic și categoriile principale de biomateriale Demonstrează că deține cunoștințe în ceea ce privește caracterul interdisciplinar al domeniului biomaterialelor Corelează cunoștințele dobândite, inclusiv în cadrul altor discipline, pentru a stabili interdependența compoziție – structură - procesare – proprietăți pentru materialele studiate Aplică în practică cunoștințele, preparând și caracterizând un biomaterial ales în mod independent Comunicare orală și în scris în limba română: utilizarea vocabularului științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină
Generale	Comunicare orală și în scris în limba română: abilitatea de a comunica oral și în scris în mod corect, în diverse contexte

	Demonstrează înțelegerea unui text într-o limbă străină, de regulă engleză, pentru a se documenta independent Abilitatea de a lucra în echipă Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii Capacitate de sinteză: prezentarea în mod sintetic a cunoștințelor dobândite Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate
--	--

8. Rezultatele învățării

Cunoștințe	• Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului biomaterialelor • Definește noțiuni specifice domeniului, cum ar fi biomaterial sau biocompatibilitate • Clasifică biomaterialele în funcție de criterii diferite, pentru fiecare categorie identificată enumerând principalele caracteristici și aplicații • Definește și descrie mediul fiziologic și descrie atât influența mediului asupra biomaterialelor, cât și influența biomaterialelor asupra mediului fiziologic, clasificând aceste procese în conformitate cu diverse criterii • Descrie metoda in-vitro de evaluare a interacțiunii între mediul fiziologic și biomateriale • Definește compozițional, enumeră metodele de obținere, descrie proprietățile și aplicațiile aferente biomaterialelor fosfatice, biosticlelor, materialelor utilizate în stomatologie și biomaterialelor din categoria celor inerte • Utilizează cunoștințe aferente altor domenii științifice pentru a descrie/defini noțiunile specifice domeniului biomaterialelor • Enumeră și descrie principalele metode de caracterizare a biomaterialelor în laboratorul de chimie • Asociază metodele de caracterizare cu proprietăți specifice biomaterialelor
Aptitudini	• Corelează cunoștințe în ceea ce privește compoziția, structura și modul de procesare, pentru a explica proprietățile unui material cu o anumită aplicație • Selectează și grupează informații relevante într-un context dat • Calculează necesarul de materii prime pentru compoziția vizată • Schematizează etapele și parametrii procesului de preparare • Utilizează instrumentarul și echipamentele de laborator pentru a prepara și caracteriza un biomaterial ales • Lucrează productiv în echipă, pentru a prepara un biomaterial și a elabora și prezenta un • Elaborează un text - referat de laborator de aprox. 10 pagini, o prezentare în format ppt, în baza activității practice de laborator, și o prezintă oral
Responsabilitate și autonomie	• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează • Selectează un biomaterial pe care îl consideră de interes, și sintetizează informațiile necesare în vederea preparării acestuia în laborator și elaborării referatului • Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate

9. Metode de predare

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Atunci când, în baza cunoștințelor acumulate deja, studenții pot fi implicați în analiza sau deducerea informațiilor prezentate, aceștia vor fi antrenați în discuții prin întrebări. Vor fi de asemenea invitați să exprime opinii în legătură cu noțiunile abordate.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. De asemenea, se vor include filme și animații, pentru a prezenta diverse procese sau cunoștințe într-un mod ilustrativ.

Materialele de studiu vor fi puse la dispoziția studenților pe platforma de educație la distanță a universității, unde se vor regăsi de asemenea și informațiile cu privire la parcurgerea disciplinei, evaluări, anunțuri etc. Vor fi stabilite ore de tutoriat, iar comunicarea cu studenții se va realiza de o manieră permanentă, atât pe parcursul orelor de curs/laborator, dar și prin email sau platforma de educație la distanță.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
I	Introducere. Noțiuni generale. Definiții. Clasificare. Aplicații	4
II	Compatibilitatea materialelor bioceramice cu mediul fiziologic. Tipuri de interacțiuni. Efectul implantului asupra gazdei (factori de influență – implant, organism, natura locului de implantare; etapele vindecării țesuturilor după implantare). Efectele gazdei asupra implantului (degradare chimică, degradare mecanică, calcifiere). Evaluarea interacțiunii implant – mediu fiziologic (generalități, pregătirea probelor, culturi de celule, testarea <i>in-vitro</i> , testarea <i>in-vivo</i>)	6
III	Materiale bioceramice fosfatice. Introducere. Fosfații de calciu formați pe cale biologică. Fosfații de calciu sintetici. Hidroxiapatita – generalități, structură cristalină, metode de obținere, interacțiunea cu mediul fiziologic, proprietăți și aplicații.	6
IV	Sticle și vitroceramici biologice. Generalități. Compoziție. Indicele de bioactivitate. Metode de obținere. Cinetica reacțiilor de la suprafața sticlelor. Proprietăți. Aplicații	2
V	Materiale ceramice pentru stomatologie. Istoric și categorii de biomateriale. Generalități. Clasificare. Compoziția porțelanului feldspatic. Adaosuri și tipuri speciale de porțelan (culoare și pigmenți, opacizanti, pete, glazuri, adaosuri pentru fluorescență, porțelanuri opalescente). Procesarea porțelanului dentar. Realizarea restaurațiilor dentare – coroanele din porțelan, restaurații metalo-ceramice, restaurații de zirconă. Proprietățile porțelanului dentar – fizico-chimice, optice, mecanice, rezistența la oboseală, porozitatea. Bioliante dentari (cimenturi dentare)	6
VI	Materiale ceramice bioinerte. Alumina. Zircona. Introducere. Istoric și aplicații. Metode de obținere. Proprietăți.	4
Total:		28

Bibliografie:

1. Cristina Ghițulică, Andreia Cucuruz, Biomateriale, note de curs, platforma Moodle;
2. Cristina Ghițulică, Ecaterina Andronescu, Introducere în studiul biomaterialelor, Ed. Politehnica Press, București, 2008.
3. Paul Ducheyne, Comprehensive Biomaterials, Volume 1, 2, 4, 5 and 6, Elsevier Science, 2011, 3672 pagini, ISBN 978-0-08-055294-1;
4. C. Barry Carter, M. Grant Norton, Ceramic Materials-Science and Engineering, Springer, 2013, 766 pagini, ISBN 978-1-4614-3522-8;

5. The Ceramic Society of Japan, *Advanced Ceramic Technologies & Products*, Springer, 2012, 585 pagini, ISBN 978-4-431-53913-1;
6. James F. Shackelford, Robert H. Doremus, *Ceramic and Glass Materials. Structure, Properties and Processing*, Springer, 2008, 201 pagini, ISBN 978-0-387-73361-6;
7. Leif Hermansson, *Nanostructural Bioceramics. Advances in Chemically Bonded Ceramics*, Pan Stanford Publishing, 2015, 158 pagini, ISBN 978-981-4463-43-0;
8. Fritz Aldinger, Volker A. Weberruss, *Advanced Ceramics and Future Materials*, Wiley – VCH, 2010, 506 pagini, ISBN: 978-3-527-32157-5;
9. Kay C Dee, David A. Puleo, Rena Bizios, *An Introduction To Tissue-Biomaterial Interactions*, Wiley-Liss, Inc., 2002, 288 pagini, Print ISBN: 9780471253945, Online ISBN: 9780471270591;
10. Saeid Kargozar, Seeram Ramakrishna and Masoud Mozafari, *Chemistry of biomaterials: future prospects*, *Current Opinion in Biomedical Engineering* 2019, 10:181–190;
11. Roberto Ruggiero Braga, *Calcium phosphates as ion-releasing fillers in restorative resin-based materials*, *Dental Materials*, Volume 35, Issue 1, January 2019, Pages 3-14;
12. Monika Šupová, *Substituted hydroxyapatites for biomedical applications: A review*, *Ceramics International* 41(2015)9203–9231;
13. Buddy D. Ratner, *A history of biomaterials, Biomaterials Science (Third Edition), An Introduction to Materials in Medicine* 2013;
14. Rebecca Cruza, José Calasans-Maia, Suelen Sartoretto, Vittorio Moraschinia, Alexandre Malta Rossib, Rafael Seabra Louroa, José Mauro Granjeiroa, Monica Diuana Calasans-Maia, *Does the incorporation of zinc into calcium phosphate improve bone repair? A systematic review*, *Ceramics International* 44 (2018) 1240–1249;
15. Noam Eliaz and Noah Metoki, *Calcium Phosphate Bioceramics: A Review of Their History, Structure, Properties, Coating Technologies and Biomedical Application*, *Materials (Basel)*. 2017 Apr; 10(4): 334;
16. D. S. Gomes, A. M. C. Santos, G. A. Neves, R. R. Menezes, *A brief review on hydroxyapatite production and use in biomedicine*, *Cerâmica*, 65, 282-302, 2019;
17. Isabel Izquierdo-Barba, Antonio J. Salinas, and María Vallet-Reg, *Bioactive Glasses: From Macro to Nano*, *International Journal of Applied Glass Science* 4 [2] 149–161 (2013);
18. Srinivasa Raju Datla, Rama Krishna Alla, Venkata Ramaraju Alluri, Jithendra Babu, Anusha Konakanchi, *Dental Ceramics: Part II – Recent Advances in Dental Ceramics*, *American Journal of Materials Engineering and Technology*, 2015, Vol. 3, No. 2, 19-26;
19. Yong-Keun Lee, *Fluorescence properties of human teeth and dental calculus for clinical applications*, *Journal of Biomedical Optics* 20(4), 040901 (April 2015);
20. Jamie J. Kruzic, Joseph A. Arsecularatne, Carina B. Tanaka, Mark J. Hoffman, Paulo F. Cesar, *Recent advances in understanding the fatigue and wear behavior of dental composites and ceramics*, *Journal of mechanical behavior of biomedical materials*, 88, 504-533, 2018.
21. Link-uri video disponibile platforma Moodle **1)** <https://youtu.be/0dV1Bwe2v6c>; **2)** <https://www.jove.com/video/55343/rapid-mix-preparation-bioinspired-nanoscale-hydroxyapatite-for>, **3)** <http://www.ioi.com/coated.htm>, **4)** <https://youtu.be/rO2Nj5Ok17A>, **5)** <https://youtu.be/lQhz0CyGfhM>, **6)** <https://youtu.be/rxZ1fNP6U-c>, **7)** <https://youtu.be/98Uwvs2CPcQ>, **8)** <https://youtu.be/-nwkddA40P4>, **9)** <https://www.ypo.education/dental/dental-restorations-t455/video/>, **10)** <https://www.dentaltix.com/en/blog/all-you-need-know-about-dental-cements-iv-glass-ionomer-cement>, **11)** <https://www.dentaltix.com/en/blog/everything-you-need-know-about-dental-cements-iii-zinc-polycarboxylate-cement>, **12)** <https://youtu.be/qYTL67qYY6o>, **13)** <https://youtu.be/DXnlbpaRk4s>.

LABORATOR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1.	Selecția materiilor prime și calculul cantităților necesare pentru prepararea unei cantități determinate din biomaterialul ales	2
2.	Stabilirea rutei și a parametrilor de procesare în baza literaturii de specialitate	2
3.	Prepararea și caracterizarea pulberii de biomaterial	4
4.	Obținerea biomaterialului	6
5.	Caracterizarea biomaterialului, atât în ceea ce privește proprietățile specifice materialelor ceramice, cât și în vederea evaluării biocompatibilității (compoziție – difracția de raze X, densitate aparentă, porozitate deschisă, rezistență mecanică la compresie, microstructură – microscopie electronică de baleaj, stabilitate chimică în medii fiziologice artificiale, granulometrie laser etc.)	4
6.	Interpretarea rezultatelor	8
7.	Prezentarea referatelor	2
Total:		28

Bibliografie:

1. Cristina Ghițulică, Andreia Cucuruz, Biomateriale, îndrumar laborator, platforma Moodle;
2. Ecaterina Andronescu, Cristina Ghițulică, Georgeta Voicu, Ștefania Stoleriu, Nanopulberi și materiale ceramice. Obținere și caracterizare, Ed. Politehnica Press, București, 2008.
3. John N. Lalena, David A. Cleary, Everett E. Carpenter, Nancy F. Dean, Inorganic Materials Synthesis and Fabrication, Wiley Interscience, 2007, 303 pagini, ISBN: 9780471740049;
4. David Brandon, Wayne D. Kaplan, Microstructural Characterization of Materials 2nd Edition, Wiley Interscience, 2007, 536 pagini, Print ISBN: 9780470027844, 9780470027851;
5. Ashwini Kumar, Gaurav, Ashok Kumar Malik, Dhananjay Kumar Tewary, Baldev Singh, A review on development of solid phase microextraction fibers by sol–gel methods and their applications, analytica chimica acta 610 (2008) 1–14;
6. Gareth J. Owens, Rajendra K. Singh, Farzad Foroutan, Mustafa Alqaysi, Cheol-Min Han, Chinmaya Mahapatra, Hae-Won Kim, Jonathan C. Knowles, Sol–gel based materials for biomedical applications, Progress in Materials Science 77 (2016) 1–79;
7. E. Champion, Sintering of calcium phosphate bioceramics, Acta Biomaterialia 9 (2013) 5855–5875;
8. Phuriwat Jittiarporn, Simona Badilescu, Mohammed N. Al Sawafta, Lek Sikong, Vo-Van Truong, Electrochromic properties of sol-gel prepared hybrid transition metal oxides. A short review, Journal of Science: Advanced Materials and Devices 2 (2017) 286-300;
9. Mehdi Sadat-Shojai, Mohammad-Taghi Khorasani, Ehsan Dinpanah-Khoshdargi, Ahmad Jamshidi, Synthesis methods for nanosized hydroxyapatite with diverse structures, Acta Biomaterialia 9 (2013) 7591–7621;
10. Julian R. Jones, Reprint of: Review of bioactive glass: From Hench to hybrids, Acta Biomaterialia 23 (2015) S53–S8;
11. Ying Yang, Halil M. Aydin, Ian Wimpenny and Chaozong Liu, Inorganic Biomaterials: Structure, Properties and Applications - Biocompatibility, Bioactivity and Bioresorbability, Smithers Rapra, 2014;
12. Link-uri video platforma Moodle – **1)** <https://www.jove.com/video/55343/rapid-mix-preparation-bioinspired-nanoscale-hydroxyapatite-for>, **2)** <https://youtu.be/MEIXRLcC6RA>, **3)** <https://youtu.be/BRDApYgvDqQ>, **4)** <https://youtu.be/UNiDkw8nji4>, **5)** https://youtu.be/wZ_FW0Y59xo, **6)** <https://youtu.be/TocRAMuk7sw>, **7)** https://youtu.be/NaZk_KqHhg, **8)** https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=SmOz5c95L68&feature=emb_title, **9)** <https://youtu.be/QHMzFUo0NL8>, **10)** <https://youtu.be/IsaTx5-KLT8>.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Răspunsul la întrebări și implicarea în discuțiile din cadrul cursului – se vor evalua cunoștințele acumulate, gândirea critică și modul de exprimare	Întrebări în cadrul cursului	10%
	Utilizarea cunoștințelor acumulate pentru a răspunde corect la întrebări Corelarea și sintetizarea cunoștințelor Vor fi punctate răspunsurile corecte, acordându-se și punctaje intermediare Dacă se bifează prea multe opțiuni, subiectul respectiv nu va primi punctaj	Lucrări pe parcurs – teste grilă	10%
		Examen final – test grilă	50%
10.5 Seminar/laborator	Implicarea și autonomia în activitatea de laborator Îndemânarea și utilizarea corectă a substanțelor, instrumentarului și echipamentelor Parcurgerea etapelor și respectarea parametrilor de procesare Modul de lucru în echipă	Observație modul de desfășurare a activităților practice de laborator	15%
	Conținutul (noțiuni teoretice, modul de lucru, prezentarea și interpretarea rezultatelor, bibliografie) și modul de prezentare a referatului Exprimarea orală (coerența prezentării, argumentarea, utilizarea limbajului științific specific, răspunsul la întrebări)	Elaborare și susținere referat de laborator	15%
10.6 Condiții de promovare			
• Participarea la orele de curs și laborator • Obținerea a 50% din punctajul total • Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului			

Data completării

Titular de curs
Prof.dr.ing. Daniela Cristina
GHÎȚULICĂ

Titular de seminar/laborator
Ș.l.dr.ing. Andreia Cucuruz

Data avizării în
departament

Director de departament
Conf. dr. ing. Adrian Ionut NICOARA