



IOSUD: UNIVERSITATEA "DUN REA DE JOS" GALA I
 coala Doctoral : **TIIN E FUNDAMENTALE I INGINERE TI**
 Adresa: Str.Domneasc , nr. 47, Gala i, 800008.
 Nr. telefon / fax: 0236461353
 E-mail: Lidia.Benea@ugal.ro
Geta.Carac@ugal.ro

FI A DISCIPLINEI

1. Date despre program	
1.1 Institu ia de învățământ superior	Universitatea "Dun rea de Jos" din Gala i
1.2 Facultatea / COALA DOCTORAL	tiin e Fundamentale i Inginere ti (SD-SFI)
1.3 Departamentul (Domeniul)	Ingineria materialelor
1.4 Domeniul de studii	Domeniile acreditate in cadrul Scolii doctorale de tiin e Fundamentale i Inginere ti
1.5 Ciclul de studii	DOCTORAT
1.6 Programul de studii/Calificarea	Program de studii universitare avansate Scoala doctorala de tiin e Fundamentale i Inginere ti.

2. Date despre disciplin

2.1 Denumirea disciplinei	Metode avansate de caracterizare a materialelor i biomaterialelor						
2.2 Titularul activit ilor de curs	Prof. dr. chim. Lidia BENEĂ / Prof. dr. chim. Geta CĂRĂC						
2.3 Titularul activit ilor de seminar	Prof. dr. chim. Lidia BENEĂ / Prof. dr. chim. Geta CĂRĂC						
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	Proiect	2.7 Regimul disciplinei	Op

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

3.1 Num r de ore pe s pt mân	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	8	din care: 3.5 curs	4	3.6 seminar/laborator	4
Distribu ia fondului de timp					ore
Studiul dup manual, suport de curs, bibliografie și notite					30
Documentare suplimentar în bibliotec , pe platformele electronice de specialitate i pe teren					20
Preg tire seminarilor/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					30
Tutoriat					-
Examin ri					8
Alte activit ii: cercetare științifică					48
3.7 Total ore studiu individual		115			
3.9 Total ore pe semestru		125			
3.10 Num rul de credite		5			

4. Precondi ii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Curs de Chimie general . Curs de Electrochimie i coroziune. Curs de Ingineria coroziunii.
4.2 de competen e	Competen e ac ionale: de informare i documentare, de activitate în grup, de argumentare i de utilizare a tehnologiilor informatice de achiziție + prelucrare a datelor analitice; realizarea de analize active și critice; opera ionalizarea i aplicarea cunoștin elor.

5. Condi ii (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Dotare sal curs cu videoproiector, calculator, tabl alb , creioane de scris pe tabl alb .
--------------------------------	---

5.2. de desfășurare a seminarului/laboratorului	Dotare: mese de laborator, aparatură specifică, echipamente electrochimice, potențostat / galvanostat cu modul de impedanță, multiparametru pentru măsurarea pH, conductivitate medii corozive, celule electrochimice, electrozi de lucru auxiliari și de referință, balanțe analitice, echipamente de agitare – omogenizare – termostatare electroliți, echipament curente suprafețe cu ultrasunete, microscop optic, calculatoare cu interfață pentru pilotare experimente electrochimice- achiziții date - prelucrare -interpretare și prezentarea rezultatelor științifice, sticlărie de laborator, reactivi, echipament de protecție. Prezența la laborator este obligatorie (absențele se vor recupera). Studenții se vor prezenta la laborator la timp și vor respecta regulile de protecție a muncii care se impun în laborator.
---	--

6. Competențele specifice acumulate	
Competențe profesionale	<p>Cunoaștere, în alegere, explicare, interpretare și evaluare</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤Cunoștințe avansate în domeniu. ➤Capacitatea de identificare, formulare și soluționare a problemelor de cercetare. ➤Stăpânirea metodelor și tehnicilor de cercetare avansată. ➤Abilități de documentare, elaborare și valorificare a lucrărilor științifice. <p>Abilități lingvistice la nivel academic în limbi de circulație internațională, necesare documentării și elaborării de lucrări științifice.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤Efectuare de calcule, demonstrații și aplicații, pentru rezolvarea de sarcini specifice științifice și ingineriei materialelor metalice pe baza cunoștințelor din științele fundamentale (suprafețe, materiale, structură, proprietăți ale suprafeței, compoziție chimică, proprietăți mecanice, tensiuni) cu aplicare în caracterizarea și evaluarea proprietăților materialelor. ➤Asocierea cunoștințelor, principiilor și metodelor din științele tehnice ale domeniului cu reprezentări grafice pentru rezolvarea de sarcini specifice privind caracterizarea unor materiale. ➤Utilizarea de programe și tehnologii digitale pentru rezolvarea de sarcini specifice științifice și ingineriei materialelor, în special, cu aplicații la ingineria suprafețelor și caracterizări avansate a materialelor biocompatibile. ➤Integrarea principiilor de securitate și sănătate în procesele de muncă, prin identificarea și evaluarea riscurilor profesionale specifice proceselor de caracterizare și evaluare a proprietăților materialelor și în ingineria suprafețelor acestora.
Competențe transversale	<p>(conform Codului studiilor universitare de doctorat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Competențe de comunicare, scris și oral, în domeniul științific și culturii. ●Abilități de interrelaționare și de lucru în echipă. ●Cunoștințe privind utilizarea legislației în domeniul drepturilor de proprietate intelectuală. ●În alegerea și capacitatea de aplicare a principiilor și valorilor eticii cercetării științifice în domeniul respectiv. ●Aplicarea valorilor și eticii profesiei de inginer cu cunoștințe referitoare la materiale și caracterizarea lor. ●Promovarea raționamentului logic, convergent și divergent, a aplicabilității practice, a evaluării și autoevaluării, în luarea deciziilor. ●Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației și deontologiei specifice domeniului sub asistență calificată. ●Elaborarea de proiecte profesionale sau de cercetare, utilizând inovativ un spectru variat de modele cantitative și calitative. ●Dezvoltarea abilităților de aplicare practică a noțiunilor teoretice și tehnicilor experimentale privind caracterizarea și proprietățile materialelor. <p>Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată, atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională.</p>

7. Obiectivele disciplinei (reie îndin grila competențelor specifice acumulate)	
7.1 Obiectivul general al disciplinei	<p>Cursul are drept scop inițierea doctoranzilor în utilizarea celor mai moderne metode de analiză și de prelucrare a datelor experimentale privind caracterizarea și evaluarea proprietăților materialelor și biomaterialelor.</p> <p>Se urmărește formarea deprinderilor de lucru cu echipamente moderne, adecvate metodelor avansate de cercetare și adaptarea creativă a tehnicilor utilizate la specificul domeniului de cercetare abordat.</p> <p>Doctoranzii vor fi stimulați să realizeze corelații interdisciplinare care să conducă la soluționarea unor probleme inerente temei de cercetare.</p> <p>Însușirea cunoștințelor privind interfețele materiale/medii specifice de</p>

	<p>utilizare (esuturi, soluții și fluidele din corpul uman), a proceselor și reacțiilor în sistemele corozive, termodinamica și cinetica coroziunii și pasivării materialelor ca și a procedurilor de protecție a suprafețelor.</p> <p>Familiarizarea cu fenomenele produse în materialele metalice, aliaje, nanomateriale și biomateriale în timpul utilizării lor în mediile specifice industriale sau fluide din corpul uman (SBF).</p> <p>Însușirea cunoștințelor teoretice pentru înțelegerea corelațiilor care există între materiale, suprafața lor, mediul de funcționare și proprietăți, dar și posibilitatea schimbării acestora în funcție de cerințele impuse în exploatarea materialelor respective.</p> <p>Cunoașterea și utilizarea adecvată a cunoștințelor acumulate în cadrul acestui curs va contribui la alegerea materialelor potrivite mediilor de funcționare în funcție de proprietățile lor.</p> <p>Înțelegerea principiilor de degradare a materialelor metalice destinate aplicațiilor în toate domeniile de la mediu industrial la materialele de implant, prin procese de coroziune.</p> <p>Aplicațiile practice de laborator vor conduce la aprofundarea cunoștințelor predate la curs și însușirea deprinderilor practice de testare, apreciere și evaluare a rezistenței materialelor și biomaterialelor în mediile specifice de funcționare. Prin efectuarea lucrărilor de laborator se va urmări conținutul capitolelor de curs.</p>
<p>7.2 Obiectivele specifice</p>	<p>Informarea studenților doctoranzi cu privire la diversitatea materialelor și biomaterialelor, de implicarea acestora în dezvoltarea durabilă a unei societăți moderne.</p> <p>Cunoașterea principiilor de caracterizare a materialelor și biomaterialelor cu metodele avansate existente.</p> <p>Cunoașterea metodelor de investigare și de evaluare a mecanismelor de degradare a materialelor și biomaterialelor în mediile specifice de utilizare.</p> <p>Cunoașterea modelelor matematice aplicate în studiul cineticii degradării materialelor și biomaterialelor prin coroziune.</p> <p>Formarea deprinderilor de cercetare și organizarea activităților în domeniul materialelor avansate și suprafețelor funcționale.</p> <p>Crearea pe baza minimelor cunoștințe teoretice, a unor deprinderi de lucru în laborator pentru proiectarea, testarea precum și evaluarea rezultatelor experimentale privind proprietățile materialelor și biomaterialelor, demonstrat prin degradarea materialelor prin procese complexe de coroziune.</p> <p>Învățarea rigorii în ceea ce privește experimentul și interpretarea ulterioară a datelor experimentale.</p> <p>Responsabilizarea în desfășurarea investigațiilor experimentale și în corectitudinea interpretării datelor experimentale.</p> <p>➤ Posibilitatea integrării într-un grup de lucru în care se efectuează activități ce implică prelucrare/caracterizare și evaluare de materiale.</p> <p>➤ Contribuția procentuală a disciplinei la cultivarea liniilor de competență ale domeniului specializării este de 100%.</p>

8. Conținuturi

8.1. Curs	Metode de predare	Observații
<p>8.1.1. Noțiuni fundamentale de electrochimie (Oxidoreducere, Electroliți, Soluții specifice de testare. Celula electrochimică, Reacții la electrozi, Echilibrul unui electrod, Utilizarea relației Nerst, Diferite tipuri de electrozi, Influența pH-ului). Echipamente electrochimice.</p> <p>Modul I. Metode experimentale in-situ</p>	<p>Prezentări power point. Conversații. Explicații. Dezbaterea. Studiul de caz. Problematizarea. Portofoliul.</p>	<p>2 h</p>
<p>8.1.2. Metode electrochimice de caracterizare a materialelor și biomaterialelor în curent continuu</p>	<p>Teme individuale. Studiul</p>	<p>2 h</p>

<p>(DC), in-situ. Potențial liber (Potențial în circuit deschis). Polarizare liniară. Polarizare potențial dinamic (Domenii catodice, critice, pasive, anodice, transpasive). Rezistența de polarizare. Viteză de coroziune (Densitate de curent de coroziune). Voltametrie ciclică.</p> <p>8.1.3. Metode electrochimice de caracterizare a materialelor și biomaterialelor în curent alternativ in-situ (AC). Spectroscopie de impedanță electrochimică (EIS).</p> <p>Modul II. Metode experimentale ex-situ</p> <p>8.1.4. Metode de caracterizare a materialelor și biomaterialelor ex-situ: Unghi de contact, hidrofobicitate, hidrofilicitate, energie liberă a suprafeței materialelor.</p> <p>Imagistica structurală prin microscopie optică, SEM, AFM și compozițională EDX</p>	bibliografiei	
<p>Bibliografie:</p> <p>[1] Lidia Benea; Metode Avansate de Investigare a Materialelor. Editura Academica 2017, 425 pagini. ISBN: 978-606-606-003-5</p> <p>[2] Use of International Standard ISO 10993-1, "Biological Evaluation of medical devices". Guidance for industry and Food and Drug Administration Staff, June 2016, US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Devices and Radiological Health.</p> <p>[3] Lidia Benea. Coroziuni și protecții anticoroziive - de la teorie la practică. Ed. Academica, 2017, 400 pagini, ISBN: 978-973-8937-99-4.</p> <p>[4] Benea Lidia, ELECTRODEPUNERI COMPOZITE ÎN TEORIE ȘI PRACTICĂ. Editura Porto-Franco Gala / ISBN: 973-557-490-x. 200 pagini.</p> <p>[5] Introduction to Corrosion of Implants. http://corrosion-doctors.org/Implants/Introduction.htm</p> <p>[6] Teză doctorat: SUPRAFEȚE FUNCȚIONALE Co/nano-ZrO₂ OBȚINUTE PRIN ELECTRODEPUNERE PENTRU UTILIZAREA ÎN INDUSTRIE ȘI BIOMEDICINĂ. Doctorand: Ing. Florentina Simona ORCARU, Coordonator - Prof. dr. Lidia Benea.</p> <p>[7] Lidia Benea. Electrodeposition and tribocorrosion behaviour of ZrO₂-Ni composite coatings. <i>Journal of Applied Electrochemistry</i>. (2009) 39 1671-1681. ISSN: 0021-891X.</p> <p>[8] Lidia Benea. CHIMIE GENERALĂ, Editura Academica 2009, ISBN: 978-973-8937-45-1. Cap. 6. Noțiuni generale de electrochimie; pagini 115-128. Cap. 7. Introducere în coroziunea materialelor; pagini 137-169.</p> <p>[9] IUPAC - MARIMI, UNITĂȚI ȘI SIMBOLURI ÎN CHIMIA FIZICĂ, Ed. Academiei Române, 1996.</p> <p>[10] Lidia BENEĂ, Pierre PONTTHIAUX, Francois WENGER. Co-ZrO₂ electrodeposited composite coatings exhibiting improved micro hardness and corrosion behaviour in simulating body fluid solution. <i>Surface & Coatings Technology</i>. 205, 2011. 5379-5386. ISSN: 0257-8972.</p> <p>[11] L. Benea; S. F. Sorcaru; P. Ponthiaux; F. Wenger. Electrosynthesis and performances of cobalt-ceria nanocomposite biocoatings. <i>Advances in Applied Ceramics</i>. Published online 27 December 2011. Vol. 111, Nr. 3, April 2012, pp. 134-141(8).</p> <p>[12] Teză doctorat: INFLUENȚA TRATAMENTELOR ELECTROCHIMICE A SUPRAFEȚELOR (STRATURI NANOCOMPOZITE ÎN MATRIȚE DE NICHEL) ASUPRA REZISTENȚEI LA COROZIUNE ÎN MEDIUL BIOMEDICAL. Doctorand: Ing. Adina Ionica PAVLOV, Coordonator Prof. dr. Lidia Benea. (Finalizat).</p> <p>[13] Lidia Benea. Editorial – Tribocorrosion in biomedical and industrial applications. <i>Revista de Coroziuni și Protecție Anticoroziivă</i>, Cluj-Napoca, Volumul V, Anul 2010, Nr. 4, p. 4-7, ISSN 1842-0346.</p> <p>[14] Lidia BENEĂ. Electrochemical Impedance Spectroscopy and Corrosion Behavior of Co/CeO₂ Nanocomposite Coatings in Simulating Body Fluid Solution. <i>Metallurgical and Materials Transactions A</i>. Vol 43A, pp 1-9, 2012 (November). ISSN 1073-5623.</p> <p>[15] Menzies KL¹, Jones L. The impact of contact angle on the biocompatibility of biomaterials. <i>Optom Vis Sci</i>. 2010 Jun;87(6):387-99. doi: 10.1097/OPX.0b013e3181da863e.</p> <p>[16] Cârâc, G., Ștefan C. S. Electrochimie, Principii fundamentale și aplicații, Ed. Galați University Press, ISBN 978-606-8348-64-3, 2012</p>		

[17] Teză de doctorat: Studiul degradării prin coroziune și îmbunătățirea metodelor de protecție anticorozive a structurilor metalice în mediul marin

Doctorand: Ing. Laurențiu MARDARE, Coordonator Prof. dr. Lidia Benea. (Finalizat).

[18] Teză de doctorat: Suprafețe funcționale obținute prin metode electrochimice și caracterizarea acestora.

Doctorand: Ing. Valentin DUMITRAȘCU, Coordonator Prof. dr. Lidia Benea. (Finalizat).

[19] Teză de doctorat: Obținerea și caracterizarea în sistem tribocoroziv a straturilor nanostructurate în matrice de cobalt cu fază dispersă de particule bioceramice de CeO₂.

Doctorand: Ing. Nicoleta SIMIONESCU, Coordonator Prof. dr. Lidia Benea. (Finalizat).

[20] Lidia Benea, Laurențiu Mardare. **The effect of polymeric protective layers and the immersion time on the corrosion behavior of naval steel in natural seawater.** *Journal of Materials Research and Technology*, 2020, Volume 9, Issue 6, November–December 2020, Pages 13174-1318. ISSN: 2238-7854.

<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.09.059>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S223878542031783X>

8.2 Seminar/laborator	Metode	Obsv.
<p>8.2.1. Evaluarea rezistenței la coroziune a două materiale (biomateriale) în medii specifice de utilizare. Prezentarea aparatului și stațiilor de lucru din laboratoarele AN012 și AN004. Pregătirea probelor pentru testele experimentale. Prepararea soluțiilor specifice de testare. Stabilirea și aplicarea unui protocol experimental.</p> <p>8.2.2. Evaluarea rezistenței la coroziune a două materiale (biomateriale) în medii specifice de utilizare. Estimarea vitezei de coroziune prin metode electrochimice în curent continuu (OCP, PL).</p> <p>8.2.3. Evaluarea rezistenței la coroziune prin metode electrochimice: Rezistența de polarizare. Viteza de coroziune. Voltametria liniară și voltametria ciclică Estimarea vitezei de coroziune prin metode electrochimice în curent alternativ (EIS). Trasarea diagramelor de impedanță Nyquist și Bode.</p> <p>8.2.4. Evaluarea informațiilor structurale din imagistica de microscopie optică și SEM</p>	<p>Experiment. Demonstrație. Lucrare practică. Explicație. Interpretarea.</p>	<p>4h</p>

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu activitățile reprezentative ale comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se face în alte centre universitare din țară și din străinătate.

Pentru o mai bună adaptare la cerințele pieței muncii a conținutului disciplinei au avut loc întâlniri cu reprezentanți din industrie și cercetare.

Titularul de curs, prof. univ. dr. Lidia BENEĂ, are experiență în tematica disciplinei, a predat cursuri cu tematica licenței și masterului, a coordonat studenți și masteranți și doctoranzi, a participat în proiecte de cercetare cu tematică de materiale compozite (anorganic – organic, nanocompozite) biomateriale și funcționalizarea suprafețelor pentru construirea de biosenzori la contactul cu microorganisme, astfel încât conținutul cursului este la nivelul cerințelor internaționale în domeniu.

Cunoașterea proceselor și procedurilor avansate pentru caracterizarea și aprecierea proprietăților materialelor ca și a rezistenței la coroziune a materialelor și a filmelor biocompatibile și protecțiilor anticorozive aduce un aport substanțial la înțelegerea și aprofundarea noțiunilor teoretice și aplicative necesare în elaborarea lucrărilor de specialitate, în analiza și interpretarea datelor tehnologice și proceselor industriale, a manipulării și construirii utilajelor de specialitate, a rezistenței acestora la procesele complexe de degradare în mediile de utilizare, a calității produselor și serviciilor, a mentenanței sistemelor industriale și a progresului tehnologic pentru materiale și biomateriale.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota final
10.4 Curs	Gradul de asimilare a cunoștințelor	Prezentarea și susținerea proiectului	25%
	Capacitatea de sinteză		
10.5 Seminar/laborator	Efectuarea integrală a lucrărilor de laborator		25%
	Teme de casă	50%	
10.6 Standard minim de performanță			
Însușirea noțiunilor elementare de bază ale disciplinei;			
Însușirea deprinderilor aplicative de bază și probarea lor;			
Realizarea unui proiect individual respectând un minimum de cerințe științifice			

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

05/12/2020

Prof. univ. dr. Lidia BENEĂ

Prof. univ. dr. Lidia BENEĂ

Data avizării

Semnătura directorului

2.12.2020

Școlii Doctorale de Științe Fundamentale și Inginerești

Modul I. Metode experimentale in-situ.
Modul II Metode experimentale ex-situ.