



IOSUD: UNIVERSITATEA "DUN REA DE JOS" GALA I
 Școala Doctoral : **TIIN E FUNDAMENTALE I INGINERE TI (SD-SFI)**
 Adresa: Str.Domneasc , nr. 47, Gala i, 800008.
 Nr. telefon / fax: 0236461353
 E-mail: Lidia.Benea@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 / ȘCOALA DOCTORAL	tiin e Fundamentale i Inginere ti (SD-SFI)
1.3 Departamentul (Domeniul)	Ingineria materialelor
1.4 Domeniul de studii	Domeniile acreditate în 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 Școala doctorală de tiin e Fundamentale i Inginere ti.

2. Date despre disciplin

2.1 Denumirea disciplinei	Metode avansate de caracterizare a materialelor și biomaterialelor (MACMB)						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. chim. Lidia BENEĂ						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. dr. dr. chim. Lidia BENEĂ						
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 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	8	din care: 3.5 curs	4	3.6 seminar/laborator	4
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și note					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					20
Pregătirea seminarilor/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					30
Tutoriat					-
Examinări					8
Alte activități: cercetare științifică					48
3.7 Total ore studiu individual		115			
3.9 Total ore pe semestru		125			
3.10 Numărul de credite		5			

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Curs de Chimie generală. Curs de Electrochimie și Coroziune. Curs de Ingineria Coroziunii.
4.2 de competențe	Competențe acționale: de informare și documentare, de activitate în grup, de argumentare și de utilizare a tehnologiilor informatice de achiziție + prelucrare a datelor analitice; realizarea de analize active și critice; operaționalizarea și aplicarea cunoștințelor.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a	Dotare sală curs cu videoprojector, calculator, tablă albă, creioane de scris pe tablă albă.
-----------------------	--

cursului	
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, balană analitică, echipamente de agitare – omogenizare – termostatare electroliți, echipament curent pentru 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 (reieșind din 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>Însuirea cunoștințelor privind interfețele materiale/medii specifice de utilizare (esuturi, soluții i fluidele din corpul uman), a proceselor i reacțiilor în sistemele corozive, termodinamica i cinetica coroziei i pasivării materialelor ca i a procedeelor de protecție a suprafețelor.</p> <p>Familiarizarea cu fenomenele produse în materialele metalice, aliaje, nanomateriale i biomateriale în timpul utilizării lor în mediile specifice industriale sau fluide din corpul uman (SBF).</p> <p>Însuirea 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 i 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 corozie.</p> <p>Aplicațiile practice de laborator vor conduce la aprofundarea cunoștințelor predate la curs i însuirea deprinderilor practice de testare, apreciere i evaluare a rezistenței materialelor si biomaterialelor în mediile specifice de funcționare. Prin efectuarea lucrărilor de laborator se va urmări conținutul capitolelor de curs.</p>
7.2 Obiectivele specifice	<p>Informarea studenților doctoranzi cu privire la diversitatea materialelor i biomaterialelor, de implicațiile acestora în dezvoltarea durabilă a unei societăți moderne.</p> <p>Cunoașterea principiilor de caracterizare a materialelor si biomaterialelor cu metodele avansate existente.</p> <p>Cunoașterea metodelor de investigare i de evaluare a mecanismelor de degradare a materialelor si biomaterialelor în mediile specifice de utilizare.</p> <p>Cunoașterea modelelor matematice aplicate în studiul cineticii degradării materialelor si biomaterialelor prin corozie.</p> <p>Formarea deprinderilor de cercetare si organizarea activităților în domeniul materialelor avansate i suprafețelor funcționale.</p> <p>Creearea pe baza minimelor cunoștințe teoretice, a unor deprinderi de lucru în laborator pentru proiectarea, testarea precum i evaluarea rezultatelor experimentale privind proprietățile materialelor si biomaterialelor, demonstrat prin degradarea materialelor prin procese complexe de corozie.</p> <p>Învățarea rigorii în ceea ce privește experimentul i interpretarea ulterioară a datelor experimentale.</p> <p>Responsabilizarea în desfășurarea investigațiilor experimentale i în corectitudinea interpretării datelor experimentale.</p> <p>➤ Posibilitatea integrării într-un grup de lucru în care se efectuează activități ce implic prelucrare/caracterizare i 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 si biomaterialelor în current continuu (DC), in-situ. Poten ial liber (Poten ial în circuit deschis). Polarizare liniar . Polarizare poten iodinamic (Domenii catodice, critice, pasive, anodice, transpasive). Reziŝtena de polarizare. Vitez de coroziune (Densitate de curent de coroziune). Voltametrie ciclic .</p> <p>8.1.3. Metode electrochimice de caracterizare a materialelor si biomaterialelor în curent alternativ in-situ (AC). Spectroscopie de impedan electrochimic (EIS).</p> <p>Modul II. Metode experimentale ex-situ</p> <p>8.1.4. Metode de caracterizare a materialelor si biomaterialelor ex-situ: Unghi de contact, hidrofobicitate, hidrofilicitate, energie liber a suprafe ei materialelor.</p> <p>Imagistica structurala prin microscopie optica, SEM, AFM si compozitionala EDX .</p>	<p>Teme individuale. Studiul bibliografiei</p>	<p>2 h</p>
<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] Veaceslav Neaga, Lidia Benea (corresponding author), Elena Roxana Axente. Corrosion Assessment of Zr2.5Nb Alloy in Ringer’s Solution by Electrochemical Methods.; <i>Applied Sciences</i>, Appl. Sci. 2022, 12, 7976. https://doi.org/10.3390/app12167976 ; https://www.mdpi.com/2076-3417/12/16/7976; WOS: 000846137400001.</p> <p>[3] Lidia Benea, Nicoleta Simionescu-Bogatu. Reactivity and Corrosion Behaviors of Ti6Al4V Alloy Implant Biomaterial under Metabolic Perturbation Conditions in Physiological Solutions.; <i>Materials</i> 2021, 14(23), 7404. WOS:000735155700001; https://www.mdpi.com/1996-1944/14/23/7404; https://doi.org/10.3390/ma14237404</p> <p>[4] Lidia Benea. The Contribution of Electrochemistry for a Better Understanding of the Degradation by Tribocorrosion of Metallic Implant Materials. <i>Archives of Metallurgy and Materials</i>. 2021, <i>Arch. Metall. Mater.</i> 67 (2022), 2, 547-554. DOI: https://doi.org/10.24425/amm.2022.137789. WOS: WOS:000813491300006</p> <p>[5] V. NEAGA, L. BENEĂ (corresponding author). Corrosion Reactivity in the Pre-Clinical Study of 316L and 321 Stainless Steel for Dentistry Applications.; <i>Archives of Metallurgy and Materials</i>, <i>Arch. Metall. Mater.</i> 67 (2022), 1, 371-376.; DOI: https://doi.org/10.24425/amm.2022.137767; WOS:000766614000005.</p> <p>[6] Lidia Benea. Coroziune i protec ii anticoroziive - de la teorie la practic . Ed. Academica, 2017, 400 pagini, ISBN: 978-973-8937-99-4.</p> <p>[7] Benea Lidia, ELECTRODEPUNERI COMPOZITE IN TEORIE SI PRACTICA. Editura Porto-Franco Gala i / ISBN: 973-557-490-x. 200 pagini.</p> <p>[8] Introduction to Corrosion of Implants. http://corrosion-doctors.org/Implants/Introduction.htm</p> <p>[9] Tez doctorat: SUPRAFE E FUNC IONALE Co/nano-ZrO₂ OB INUTE PRIN ELECTRODEPUNERE PENTRU UTILIZAREA ÎN INDUSTRIE I BIOMEDICIN . Doctorand: Ing. Florentina Simona ORCARU, Coordonator - Prof dr Lidia Benea.</p> <p>[10] 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>[11] Lidia Benea. CHIMIE GENERAL , Editura Academica 2009, ISBN: 978-973-8937-45-1. Cap. 6. Noiuni generale de electrochimie; pagini 115-128. Cap. 7. Introducere în coroziunea materialelor; pagini 137 -169.</p> <p>[12] IUPAC - MARIMI, UNIT I SIMBOLURI IN CHIMIA FIZIC , Ed. Academiei Române, 1996.</p> <p>[13] 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>[14] 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>		

[15] Tez doctorat: INFLUEN A TRATAMENTELOR ELECTROCHIMICE A SUPRAFE ELOR (STRATURI NANOCOMPOZITE ÎN MATRICE DE NICHEL) ASUPRA REZISTEN EI LA COROZIUNE I UZUR . Doctorand: Ing. Adina Ionica PAVLOV, Coordonator Prof dr Lidia Benea. (Finalizat).

[16] Lidia Benea. Editorial – Tribocorrosion in biomedical and industrial applications. *Revista de Coroziune i Protec ie Anticoroziv* , Cluj-Napoca, Volumul V, Anul 2010, Nr. 4, p. 4-7, ISSN 1842-0346.

[17] Lidia BENEĂ. Electrochemical Impedance Spectroscopy and Corrosion Behavior of Co/CeO₂ Nanocomposite Coatings in Simulating Body Fluid Solution. *Metallurgical and Materials Transactions A*. Vol 43A, pp 1-9, 2012 (November). ISSN 1073-5623.

[18] Menzies KL¹, Jones L. The impact of contact angle on the biocompatibility of biomaterials. *Optom Vis Sci*. 2010 Jun;87(6):387-99. doi: 10.1097/OPX.0b013e3181da863e.

[19] Cârâc, G., Stefan C. S. Electrochimie, Principii fundamentale i aplica ii, Ed. Galati University Press, ISBN 978-606-8348-64-3, 2012

[20] Tez de doctorat: Studiul degrad rii prin coroziune i îmbun t irea metodelor de protec ii anticorozive a structurilor metalice în mediul marin
Doctorand: Ing. Lauren iu MARDARE, Coordonator Prof dr Lidia Benea. (Finalizat).

[21] Tez de doctorat: Suprafețe funcționale obținute prin metode electrochimiceși caracterizarea acestora.
Doctorand: Ing. Valentin DUMITRA CU , Coordonator Prof dr Lidia Benea. (Finalizat).

[22] Tez de doctorat: Obținerea i caracterizarea în sistem tribocoroziv a straturilor nanostructurate în matrice de cobalt cu faz dispers de particule bioceramice de CeO₂.
Doctorand: Ing. Nicoleta SIMIONESCU, Coordonator Prof dr Lidia Benea. (Finalizat).

[23] Lidia Benea, Laurentiu 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 rezisten ei la coroziune a dou materiale (biomateriale) în medii specifice de utilizare. Prezentarea aparatarii si statiilor de lucru din laboaratoarele AN012 si AN004. Pregatirea probelor pentru testele experimentale. Prepararea solu iilor specifice de testare. Stabilirea i aplicarea unui protocol experimental.</p> <p>8.2.2. Evaluarea rezisten ei la coroziune a dou 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 rezistentei la coroziune prin metode electrochimice: Rezistenta de polarizare.Viteza de coroziune. Voltametria liniara si voltametria ciclica Estimarea vitezei de coroziune prin metode electrochimice în curent alternativ (EIS). Trasarea diagramelor de impedanta Nyquist si Bode.</p> <p>8.2.4. Evaluarea informatiilor structurale din imagistica de microscopie optic si SEM</p>	<p>Experiment. Demonstra ie. Lucrare practic . Explica ia. Interpretarea.</p>	<p>4h</p>

9. Coroborarea con inuturilor disciplinei cu a tept rile reprezentan ilor comunit ii epistemice, asocia iilor profesionale i angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Con inutul disciplinei este în concordan cu ceea ce se face în alte centre universitare din ar i din str in tate.
Pentru o mai bun adaptare la cerin ele pie ei muncii a con inutului disciplinei au avut loc întâlniri cu reprezentan i din industrie i cercetare.

Titularul de curs, prof. univ. dr. Lidia BENEĂ, are experienta in tematica disciplinei, a predat cursuri cu tematica la licența i master, a coordonat studenți i masteranzi i doctoranzi, a participat în proiecte de cercetare cu tematici de materiale compozite (anorganic – organic, nanocompozite) biomateriale i funcționalizarea suprafețelor pentru construirea de biosenzori la contactul cu microorganisme, astfel încât conținutul cursului este la nivelul cerințelor internaționale în domeniu.

Cunoașterea **proceselor i procedurilor avansate pentru caracterizarea i aprecierea proprietăților materialelor ca i rezistenței la coroziune a materialelor i a filmelor biocompatibile i protecțiilor anticorozive** aduce un aport substanțial la înțelegerea i aprofundarea noțiunilor teoretice i aplicative necesare în elaborarea lucrărilor de specialitate, în analiza i interpretarea datelor tehnologice i proceselor industriale, a manipulării i construirii utilajelor de specialitate, a rezistenței acestora la procesele complexe de degradare în mediile de utilizare, a calității produselor i serviciilor, a mentenanței sistemelor industriale i a progresului tehnologic pentru materiale si 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 i 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 i probarea lor;			
Realizarea unui proiect individual respectând un minimum de cerințe științifice			

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

21/11/2022

Prof. univ. dr. Lidia BENEĂ

Prof. univ. dr. Lidia BENEĂ

Data avizării

Semnătura directorului

Școlii Doctorale de Științe Fundamentale și Inginerești

Modul I. Metode experimentale in - situ.

Modul II Metode experimentale ex-situ.