

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Politehnică Timișoara
1.2 Facultatea ¹ / Departamentul ²	Inginerie Chimică, Biotehnologii și Protecția Mediului / CAICAM
1.3 Domeniul de studii (denumire/cod ³)	Inginerie Chimică / 10.30.20
1.4 Ciclul de studii	Licență
1.5 Programul de studii (denumire/cod/calificarea)	Ingineria Substanțelor Anorganice și Protecția Mediului / 10.30.20.50.10 / 214507 – referent de specialitate inginer chimist; 214523 – asistent de cercetare în tehnologia substanțelor anorganice; 214522 – inginer de cercetare în tehnologia substanțelor anorganice

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei/Categoria formativă ⁴	Tehnologii electrochimice de depoluare / DS						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf.dr.ing. Aniela POP						
2.3 Titularul activităților aplicative ⁵	Conf.dr.ing. Aniela POP						
2.4 Anul de studii ⁶	IV	2.5 Semestrul	7	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei ⁷	DO

3. Timp total estimat - ore pe semestru: activități didactice directe (asistate integral sau asistate parțial) și activități de pregătire individuală (neasistate) ⁸

3.1 Număr de ore asistate integral/săptămână	4 , format din:	3.2 ore curs	2	3.3 ore seminar/laborator/proiect	0/2/0
3.1* Număr total de ore asistate integral/sem.	56 , format din:	3.2* ore curs	28	3.3* ore seminar/laborator/proiect	0/28/0
3.4 Număr de ore asistate parțial/săptămână	, format din:	3.5 ore practică		3.6 ore elaborare proiect de diplomă	
3.4* Număr total de ore asistate parțial/semestru	, format din:	3.5* ore practică		3.6* ore elaborare proiect de diplomă	
3.7 Număr de ore activități neasistate/săptămână	1,36 , format din:	ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren			
		ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe			
		ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri			
3.7* Număr total de ore activități neasistate/semestru	19 , format din:	ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren			
		ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe			
		ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri			
3.8 Total ore/săptămână ⁹	5,36				
3.8* Total ore/semestru	75				
3.9 Număr de credite	3				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Chimie analitică; Prevenirea și controlul poluării mediului; Utilaje și echipamente specifice în ingineria mediului
-------------------	---

¹ Se înscrie numele facultății care gestionează programul de studii căruia îi aparține disciplina.

² Se înscrie numele departamentului căruia i-a fost încredințată susținerea disciplinei și de care aparține titularul cursului.

³ Se înscrie codul prevăzut în HG – privind aprobarea Nomenclatorului domeniilor și al specializărilor/programelor de studii, actualizată anual.

⁴ Disciplina se încadrează potrivit planului de învățământ în una dintre următoarele categorii formative: disciplină fundamentală (DF), disciplină de domeniu (DD), disciplină de specialitate (DS) sau disciplină complementară (DC).

⁵ Prin activități aplicative se înțeleg activitățile de: seminar (S) / laborator (L) / proiect (P) / practică (Pr).

⁶ Anul de studii în care este prevăzută disciplina în planul de învățământ.

⁷ Disciplina poate avea unul din următoarele regimuri: disciplină impusă (DI) sau disciplină obligatorie (DOb)-pentru alte domenii fundamentale de studii oferite de UPT, disciplină opțională (DO) sau disciplină facultativă (Df).

⁸ Numărul de ore de la rubricile 3.1*, 3.2*,...,3.8* se obțin prin înmulțirea cu 14 (săptămâni) a numărului de ore din rubricile 3.1, 3.2,..., 3.8. Informațiile din rubricile 3.1, 3.4 și 3.7 sunt chei de verificare folosite de ARACIS sub forma: (3.1)+(3.4) ≥ 28 ore/săpt. și (3.8) ≤ 40 ore/săpt.

⁹ Numărul total de ore / săptămână se obține prin însumarea numărului de ore de la punctele 3.1, 3.4 și 3.7.

4.2 de competențe	• Explicarea mecanismelor, proceselor și efectelor de origine antropică sau naturală care determină și influențează poluarea mediului. • Aplicarea principiilor generale de calcul tehnologic. • Elaborarea și exploatarea sistemelor de monitorizare a poluanților
--------------------------	---

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	• Sala de curs de marime medie sau mare, dotata cu videoproiector și conexiune la internet, platforma de predare on-line (campus virtual)
5.2 de desfășurare a activităților practice	• Laborator de specialitate

6. Competențe la formarea cărora contribuie disciplina

Competențe specifice	• Elaborarea unor variante tehnologice de tratare și epurare a apelor uzate și exploatarea stațiilor de epurare a apelor uzate/efluentilor rezidual
Competențele profesionale în care se înscriu competențele specifice	• Descrierea, analiza și utilizarea conceptelor și teoriilor fundamentale din domeniul științelor ingineresti; • Descrierea, analiza și utilizarea conceptelor și teoriilor fundamentale din domeniul chimiei și ingineriei chimice; • Exploatarea proceselor și instalațiilor cu aplicarea cunoștințelor din domeniul ingineriei chimice; • Exploatarea tehnologiilor chimice anorganice și a celor de depoluare; • Controlul calității mediului, evaluarea impactului și a riscului și elaborarea de variante tehnologice cu impact redus asupra mediului în concordanță cu cerințele BAT/BREF și cu legislația în vigoare; • Abordarea interdisciplinară (pe baza cunoștințelor de matematică, fizică și chimie) a problemelor de inginerie chimică.
Competențele transversale în care se înscriu competențele specifice	•

7. Obiectivele disciplinei (asociate competențelor de la punctul 6)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Obiectivul general al disciplinei este de a oferi studenților cunoștințele teoretice și practice necesare pentru înțelegerea și aplicarea tehnologiilor electrochimice utilizate în procesele de depoluare a mediului. Cursul își propune să dezvolte competențe privind principiile fundamentale ale electrochimiei, mecanismele de funcționare a proceselor electrochimice și aplicabilitatea acestora în tratarea apelor uzate, remediarea solurilor contaminate, gestionarea nămolurilor și reducerea poluării atmosferice. • Prin abordarea interdisciplinară și aplicativă, studenții vor fi capabili să selecteze și să optimizeze metode electrochimice pentru diverse scenarii de depoluare, să analizeze impactul acestora asupra mediului și să contribuie la dezvoltarea unor soluții durabile și eficiente pentru protecția ecosistemelor.
7.2 Obiectivele specifice	• La finalizarea cursului, studenții vor fi capabili să: - Înțeleagă principiile fundamentale ale electrochimiei aplicate în procesele de depoluare. - Identifice și descrie mecanismele proceselor electrochimice utilizate pentru tratarea apelor uzate, remediarea solurilor și gestionarea nămolului de epurare. - Aplice metode electrochimice avansate precum electrocoagularea, electrooxidarea, electroreducerea, electrodioliza și electro-Fenton în scopul eliminării poluanților organici și anorganici din mediu. - Analizeze eficiența proceselor electrochimice prin măsurarea parametrilor specifici (pH, turbiditate, conductivitate, concentrația poluanților) și utilizarea tehnicilor de caracterizare adecvate. - Optimizeze condițiile de operare ale proceselor electrochimice prin ajustarea parametrilor-cheie (densitate de curent, tip de electrod, natura electrolitului) pentru

	maximizarea randamentului și minimizarea consumului energetic. - Evalueze impactul tehnologiilor electrochimice asupra mediului și să compare eficiența acestora cu alte metode convenționale de tratare a poluării. - Dezvolte soluții inovatoare pentru probleme de depoluare utilizând abordări electrochimice sustenabile și integrate în economia circulară. - Interpreteze studii de caz și experimente de laborator pentru a propune aplicații industriale viabile ale tehnologiilor electrochimice de depoluare - Utilizeze instrumente și echipamente specifice pentru monitorizarea și controlul proceselor electrochimice în practică. • Demonstreze abilități practice și analitice necesare pentru proiectarea și implementarea tehnologiilor electrochimice în contextul protecției mediului.
--	--

8. Conținuturi¹⁰

8.1 Curs	Număr de ore	Metode de predare ¹¹
I. Introducere în tehnologiile electrochimice de depoluare. I.1. Definiții și principii generale ale proceselor electrochimice I.2. Avantajele și limitările metodelor electrochimice în depoluare I.3. Domenii de aplicare și importanța tehnologiilor electrochimice pentru mediu	2	Activ-participativa: Prelegere/ Explicatie/ Conversatie/ Dezbateri; Autoevaluare; cv.upt.ro
II. Procese electrochimice aplicate în depoluare II.1. Electrocoagularea: principiu, parametri operaționali și aplicații II.2. Electrooxidarea avansată pentru eliminarea poluanților organici II.3. Electroreducerea poluanților anorganici (metale grele, nitrați) II.4. Electrodeionizarea și electrodializa pentru tratarea apelor uzate II.5. Tratarea gazelor prin metode electrochimice	14	
III. Materiale și echipamente utilizate în procesele electrochimice III.1. Tipuri de electrozi și selecția materialelor pentru aplicații de depoluare III.2. Configurații ale reactoarelor electrochimice și optimizarea performanței III.3. Controlul și monitorizarea parametrilor procesului electrochimic	4	
IV. Aplicații industriale și studii de caz IV.1. Exemple de implementare a tehnologiilor electrochimice în industrie IV.2. Studii de caz privind tratarea apelor uzate industriale și remedierea solurilor IV.3. Analiza comparativă a metodelor electrochimice cu alte tehnologii de depoluare	6	
V. Tendințe și inovații în domeniu V.1. Noile direcții de cercetare în electrochimie aplicată mediului V.2. Perspective privind integrarea tehnologiilor electrochimice în economia circulară	2	
Bibliografie ¹² 1. A. Pop, A. Baci, G. Wanko, K. Bodor, I. Vlaicu, F. Manea, Assessment of electrocoagulation process application in arsenic removal from drinking water, Environmental Engineering and Management Journal, 2017, 16(4), 821-828. 2. A. Pop, S. Motoc, F. Manea, Chapter 9 - Carbon nanomaterials-based sensors for water treatment, Editor(s): Jamballi G. Manjunatha, Chaudhery Mustansar Hussain, Carbon Nanomaterials-Based Sensors, Elsevier, 2022, 125-148. 3. M.Bharti, P.P. Das, M.K. Purkait, A review on the treatment of water and wastewater by electrocoagulation process: Advances and emerging applications, Journal of Environmental Chemical Engineering, 11(6), 2023, 111558. 4. M.A. Abdel-Fatah, M.M. El Sayed, Electrochemical Techniques Applied for Industrial Wastewater Treatment: A Review, Egypt. J. Chem. 2024, 67(4), 7 -33.		

¹⁰ Se detaliază toate activitățile didactice prevăzute prin planul de învățământ (tematicile prelegerilor și ale seminariilor, lista lucrărilor de laborator, conținuturile etapelor de elaborare a proiectelor, tematica fiecărui stagi de practică). Titlurile lucrărilor de laborator care se efectuează pe standuri vor fi însoțite de notația „(*)”.

¹¹ Prezentarea metodelor de predare va include și folosirea noilor tehnologii (e-mail, pagină personalizată de web, resurse în format electronic etc.).

¹² Cel puțin un titlu trebuie să aparțină colectivului disciplinei iar cel puțin un titlu trebuie să se refere la o lucrare de referință pentru disciplină, de circulație națională și internațională, existentă în biblioteca UPT.

5. JM. Costa, Considerations on Electrochemical Technologies for Water Purification and Wastewater Treatment. Int J Environ Res Public Health. 2023, 20(12), 6140.
6. F. Manea, A. Pop, Decontamination of wastewater containing organics by electrochemical methods in : Water treatment (Eds: W. Elshorbagy), Intech 2013.

8.2 Activități aplicative ¹³	Număr de ore	Metode de predare
Noțiuni generale privind tehnologiile electrochimice de depoluare și măsuri de protecția muncii	4	Activ-participativa: Experiment/ Explicatie / Conversatie; Autoevaluare; cv.upt.ro
Electrooxidarea avansată a poluanților organici din apă	4	
Aplicarea procesului de electrocoagulare pentru îndepărtarea din apă a materiilor în suspensie	4	
Aplicarea procesului de electroclorinare pentru dezinfectarea apelor uzate	4	
Electroreducerea ionilor metalici pentru recuperarea metalelor grele	4	
Aplicarea procesului electro-Fenton pentru îndepărtarea poluanților organici din apă	4	
Sinteză și comparare a performanțelor proceselor electrochimice testate pentru viitoare aplicații industriale	4	

Bibliografie¹⁴ 1. A. Baci, A. Pop, K. Bodor, I. Vlaicu, F. Manea, Assessment of electrocoagulation process for drinking water treatment, Environmental Engineering and Management Journal, 2015, 14(6), 1347-1354.
2. I. Vlaicu, A. Pop, F. Manea, C. Radovan, Degradation of humic acid from water by advanced electrochemical oxidation method, Water Science and Technology: Water Supply, 2011, 85-95.
3. S. Motoc, F. Manea, A. Pop, A. Baci, G. Burtica, R. Pode, The degradation of reactive red dye from wastewaters by advanced electrochemical oxidation, WIT Transactions on Ecology and the Environment, 2012, Eds: C.A. Brebbia, Vol. 164, 323-333.
4. D Bhagawan, V Chandan, K Srilatha, G Shankaraiah, Y Rani, V. Himabindu, Industrial wastewater treatment using electrochemical process, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2018, 191, 012022.
5. A. Mirshafiee, M.Nourollahi, A. Shahriary, Application of electro oxidation process for treating wastewater from petrochemical with mixed metal oxide electrode. Sci Rep 14, 1760 (2024).

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Disciplina este aliniată la tendințele actuale din domeniul ingineriei mediului și electrochimiei aplicate, fiind fundamentată pe cercetările recente în electrochimie aplicată – avansurile în electrocoagulare, electrooxidare și electrodializă sunt integrate în conținutul cursului; colaborări cu universități și institute de cercetare – structura cursului reflectă tematici relevante abordate în programele internaționale de masterat și doctorat; publicații și standarde academice – utilizarea unor surse bibliografice actualizate și recunoscute la nivel internațional (ex.: articole ISI, monografii de specialitate).
- Conținutul disciplinei răspunde cerințelor industriei și companiilor din domeniul protecției mediului prin: Dezvoltarea competențelor tehnice cerute de angajatori din domeniul epurării apelor, reciclării și remedierea solurilor./ Aplicabilitatea directă în industrii precum: companii de tratare și epurare a apelor; laboratoare de analiză a mediului și consultanță ecologică; industrie chimică și farmaceutică – reducerea impactului poluanților; instituții publice și ONG-uri specializate în protecția mediului. / Formarea de specialiști în tehnologii verzi și dezvoltare durabilă – domeniu în continuă expansiune pe piața europeană

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare ¹⁵	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Insusirea notiunilor generale privind principiile fundamentale ale electrochimiei, mecanismele de funcționare a proceselor electrochimice și aplicabilitatea acestora în tratarea și epurarea apelor, remedierea solurilor contaminate, gestionarea nămolurilor și reducerea	Examinare prin proba scrisă și proba orală	66%

¹³ Tipurile de activități aplicative sunt cele precizate în nota de subsol 5. Dacă disciplina conține mai multe tipuri de activități aplicative atunci ele se trec consecutiv în liniile tabelului de mai jos. Tipul activității se va înscrie într-o linie distinctă sub forma: „Seminar:”, „Laborator:”, „Proiect:” și/sau „Practică:”.

¹⁴ Cel puțin un titlu trebuie să aparțină colectivului disciplinei.

¹⁵ Fișele disciplinelor trebuie să conțină procedura de evaluare a disciplinei cu precizarea criteriilor, a metodelor și a formelor de evaluare, precum și cu precizarea ponderilor atribuite acestora în nota finală. Criteriile de evaluare se formulează în mod distinct pentru fiecare activitate prevăzută în planul de învățământ (curs, seminar, laborator, proiect). Ele se vor referi și la formele de verificare pe parcurs (teme de casă, referate ș.a.)

	poluării atmosferice. Dobândirea capacității de a selecta și optimiza metode electrochimice pentru diverse scenarii de depoluare, de a analiza impactul acestora asupra mediului și de a contribui la dezvoltarea unor soluții durabile și eficiente pentru protecția ecosistemelor		
10.5 Activități aplicative	S:		
	L: Evaluarea corectă a performanței unui proces unitar/soluție tehnologică de tratare/epurare a apei considerând și parametrii de controlul procesului electrochimic; legislația privind condițiile de calitate a apelor tratate/epurate	Evaluare orală prin sondaj, la începutul, pe parcursul și la finalul fiecărei lucrări de laborator. Test final de verificare.	34%
	P¹⁶:		
	Pr:		
10.6 Standard minim de performanță (se prezintă cunoștințele minim necesare pentru promovarea disciplinei și modul în care se verifică stăpânirea lor ¹⁷)			
•			

Data completării

**Titular de curs
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Aniela POP

**Titular activități aplicative
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Aniela POP

**Director de departament
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Andrea
KELLENBERGER

Data avizării în Consiliul Facultății¹⁸

**Decan
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Mircea Laurențiu DAN

¹⁶ În cazul când proiectul nu este o disciplină distinctă, în această rubrică se va preciza și modul în care rezultatul evaluării proiectului condiționează admiterea studentului la evaluarea finală din cadrul disciplinei.

¹⁷ Nu se va explica cum se acorda nota de promovare.

¹⁸ Avizarea este precedată de discutarea punctului de vedere al board-ului de care aparține programul de studii cu privire la fișa disciplinei.