

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Politehnica Timișoara
1.2 Facultatea ¹ / Departamentul ²	Inginerie Chimică, Biotehnologii și Protecția Mediului / CAICAM
1.3 Domeniul de studii (denumire/cod ³)	Inginerie chimică / 10.30.50
1.4 Ciclul de studii	Licență
1.5 Programul de studii (denumire/cod/calificarea)	Chimia și Ingineria Substanțelor Organice, Petrochimie și Carbochimie / 10.30.50.20 / 214513 – inginer chimist; 214506 – inspector de specialitate inginer chimist

2. Date despre disciplină

2.1a Denumirea disciplinei/Categoria formativă ⁴			Surse electrochimice (Surse neconvenționale de energie) / DS					
2.1b Denumirea disciplinei în limba engleză			Renewable energy sources					
2.2 Titularul activităților de curs			Conf.dr.ing. Andrea KELLENBERGER					
2.3 Titularul activităților aplicative ⁵			Conf.dr.ing. Andrea KELLENBERGER					
2.4 Anul de studii ⁶	IV	2.5 Semestrul	7	2.6 Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei ⁷	DOP	

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	0 , format din:	3.5 ore practică	0	3.6 ore elaborare proiect de diplomă	0
3.4* Număr total de ore asistate parțial/semestru	0 , format din:	3.5* ore practică	0	3.6* ore elaborare proiect de diplomă	
3.7 Număr de ore activități neasistate/săptămână	3,14 , format din:	ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren			1
		ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe			1,14
		ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri			1
3.7* Număr total de ore activități neasistate/semestru	44 , format din:	ore documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren			14
		ore studiu individual după manual, suport de curs, bibliografie și notițe			16
		ore pregătire seminarii/laboratoare, elaborare teme de casă și referate, portofolii și eseuri			14
3.8 Total ore/săptămână ⁹	7,14				
3.8* Total ore/semestru	100				
3.9 Număr de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	• Fizică, Chimie anorganică, Chimie fizică, Electrochimie
4.2 de rezultatele învățării	• Cunoașterea conceptelor fundamentale de electricitate, noțiuni generale de chimie anorganică și chimie fizică, concepte de bază de electrochimie

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	• Sală de curs dotată cu tablă, ecran și videoproiector
5.2 de desfășurare a activităților practice	• Laborator de specialitate dotat cu standuri experimentale, aparatură și reactivi

6. Rezultatele învățării la formarea cărora contribuie disciplina

Cunoștințe	• C2: Studentul/absolventul recunoaște și reproduce concepte științifice din ramurile chimiei anorganice, organice, analitice și chimiei fizice. • C5: Studentul/absolventul formulează, calculează și explică din punct de vedere economic procese, instalații și proiecte. • C6: Studentul/absolventul identifică și explică cerințele legale și standardele specifice privind personalul, procesele, instalațiile și produsele, inclusiv cele legate de sănătate, siguranță și mediu.
Abilități	• A2: Studentul/absolventul aplică conceptele majore din domeniul chimiei analitice, anorganice, organice, chimiei fizice, biochimiei, chimiei materialelor în practica chimică. • A3.2: Dezvoltă, aplică și evaluează bilanțurile de masă și energie în analize de inginerie chimice.
Responsabilitate și autonomie	• RA3: Studentul/absolventul propune și îmbunătățește tehnologii și proceduri pentru protejarea sănătății și siguranței umane. • RA5: Studentul/absolventul elaborează și propune tehnologii și proceduri pentru protejarea mediului și realizarea unui trai durabil.

7. Obiectivele disciplinei (asociate rezultatelor învățării de la punctul 6)

- Definirea și descrierea conceptelor teoretice privind conversia directă a energiei (efectul fotovoltaic, reacțiile electrochimice din pilele de combustie și acumulatori, conversia biomasei) (C2)
- Identificarea și descrierea principiilor de funcționare a surselor neconvenționale de energie (solară, eoliană, biomasă, surse electrochimice de energie, pile de combustie, hidrogen) și a conceptelor de randament de conversie și energetic (C5)
- Însușirea principiilor fundamentale de conversie, stocare și utilizare eficientă a energiei din surse neconvenționale (C6)
- Aplicarea conceptelor fundamentale de electrochimie pentru calcularea forței electromotoare a elementelor galvanice și evaluarea tensiunii minime de electroliză. (A2)
- Evaluarea bilanțurilor de masă și de energie specifice sistemelor de conversie electrochimică, prin determinarea experimentală și calculul randamentului de curent și a eficienței energetice globale la obținerea hidrogenului prin electroliza apei (A3.2)
- Evaluarea și propunerea unor soluții și tehnologii pe bază de energii regenerabile, cu impact redus asupra mediului (RA3/RA5)

8. Conținuturi¹⁰

8.1 Curs	Număr de ore	Metode de predare ¹¹
1. Introducere. Definiția și importanța surselor neconvenționale de energie. Clasificarea surselor de energie. Politici de decarbonizare	2	- Prelegerea interactivă și expunerea-dezbateri - Utilizarea resurselor digitale și blended learning: (i) suport de curs și laborator în format electronic; (ii) teste grilă de auto-evaluare și verificare a cunoștințelor pe cv.upt.ro; (iii) utilizarea platformelor interactive de chestionare în timp real pentru verificarea rapidă a înțelegerii conceptelor, evaluare
2. Elemente de electrochimie: Celule electrochimice. Elemente galvanice reversibile și ireversibile, Factorii care influențează forța electromotoare a elementelor galvanice. Potențiale de difuzie și de membrană.	6	
3. Surse electrochimice de energie electrică: pile primare, pile secundare, pile de combustie.	6	
4. Hidrogenul ca vector energetic: proprietăți, utilizare, metode de obținere din combustibili fosili sau folosind resurse regenerabile de energie. Electroliza apei. Stocare hidrogen.	6	
5. Energia solară: Principii de funcționare și tipuri de tehnologii solare (fotovoltaică, termică, concentrată). Conversia fotovoltaică.	3	
6. Energia eoliană: Tipuri de turbine eoliene și caracteristici tehnice Integrarea energiei eoliene în rețelele electrice.	3	
7. Energia din biomasă și biocombustibili	2	

		formativă continuă și stimularea implicării active a studenților.

Bibliografie¹²

1. C.M. Crăciunescu, N. Vasilcsin, G.D. Dima, M.L. Dan, A. Kellenberger, C. Șorândaru, D.A. Duca, Energia verde. Esența unui viitor sustenabil, Editura Politehnica Timișoara, **2024**.
2. R. Bojîncă, R. Muntean, R. Crișan, A. Kellenberger, Nickel Electrocatalysts Obtained by Pulsed Current Electrodeposition from Watts and Citrate Baths for Enhanced Hydrogen Evolution Reaction in Alkaline Media, Materials, 18 (12), 2775, **2025**.
3. Vasilcsin, N., Introducere în electrochimie, Editura Politehnica, Timișoara, **2009**.
4. Gileadi, E., Physical electrochemistry: fundamentals, techniques and applications, Wiley-VCH, **2011**
5. Hamann, C.H., Hamnett, A., Vielstich, W., Electrochemistry, Wiley-VCH, Weinheim, **2007**
6. Züttel, A., Borgschulte, A., Schlapbach, L., Hydrogen as a Future Energy Carrier, Wiley-VCH, **2008**
7. US Department of Energy - Fuel Cell Handbook, 7th Edition, **2004**.
8. Srinivasan, S., Fuel cells: from fundamentals to applications, Springer **2006**

8.2 Activități aplicative ¹³	Număr de ore	Metode de predare
1. Introducere în laboratorul de surse neconvenționale de energie. Norme de protecția muncii și PSI. Recapitularea noțiunilor de electrochimie.	4	Demonstrație didactică și experimente de laborator Lucru în echipe de 4-5 studenți Resurse în format electronic pe cv.upt.ro
2. Pile primare: *Pila Volta și elementul Daniell. *Dependența de temperatură și concentrație a forței electromotoare a elementului Daniell.	4	
3. Pile secundare: *Studiul proceselor de încărcare/descărcare a pilelor secundare.	4	
4. Pile de combustie: *Trasarea diagramelor caracteristice tensiune-curent pentru o pilă de combustie. Calculul puterii electrice și a densității maxime de putere.	4	
5. Procese de electrod: Studiul suprapotențialului hidrogenului. *Influența naturii electrodului asupra curbelor de polarizare. *Determinarea parametrilor cinetici din relația Tafel	4	
6. Electroliza apei: *Determinarea eficienței energetice la obținerea hidrogenului.	4	
7. Energia solară: *Trasarea diagramelor de polarizare pentru pila solară. *Determinarea randamentului de transformare a energiei solare în energie chimică.	4	

Bibliografie¹⁴

1. M. Nemes, N.Vasilcsin, A. Kellenberger, Electrochimie. Principii și experiențe, Editura Politehnica Timișoara, **2009**
2. R. Holze, Experimental electrochemistry: a laboratory textbook, Wiley-VCH, Weinheim, **2009**
3. N.Vasilcsin, M.Nemes, Introduction to electrochemistry by problems, Editura "Politehnica", Timișoara, **2009**.
4. A. Kellenberger, N. Vasilcsin, et al, Evaluating corrosion resistance and in-situ performance of copper bipolar plates with protective Nb and Ti coatings for proton exchange membrane water electrolysis, *Int.J.of Hydrogen Energy* 252, **2026**, 156062.

9. Evaluare

Tip activitate	9.1 Criterii de evaluare ¹⁵	9.2 Metode de evaluare	9.3 Pondere din nota finală
9.4 Curs	Se evaluează: - acuratețea definirii conceptelor fundamentale privind conversia energiei; - capacitatea de a descrie principiile de funcționare a surselor neconvenționale de energie - aplicarea corectă a algoritmilor de calcul pentru determinarea eficienței energetice	Evaluare periodică prin teste scrise: 2 teste tip grilă de verificare a cunoștințelor și abilităților, programate la mijlocul, respectiv sfârșitul perioadei de predare.	0,66
9.5 Activități aplicative	S: -	-	-

	L: Se evaluează: - gradul de implicare și responsabilitate în efectuarea determinărilor experimentale; - calitatea și predarea integrală a referatelor de laborator; - acuratețea prelucrării și prezentării grafice a datelor; - corectitudinea interpretării rezultatelor și validarea soluțiilor - performanța la evaluarea digitală sumativă	- Evaluarea individuală sau în grup, prin dialog activ, a capacității de a formula raționamente logice și de a descrie fenomenele electrochimice observate; - Evaluarea continuă a modului de implicare în execuția experimentelor, a respectării normelor de etică și securitate chimică; - Evaluarea calitativă și cantitativă a referatelor de laborator; - Evaluare pe parcurs prin două teste grilă de laborator.	0,34
	P¹⁶: -	-	-
	Pr: -	-	-
9.6 Standard minim de performanță (se prezintă cunoștințele minim necesare pentru promovarea disciplinei și modul în care se verifică stăpânirea lor ¹⁷)			
- Pentru promovarea disciplinei Surse neconvenționale de energie, studentul trebuie să demonstreze îndeplinirea cumulativă a următoarelor cerințe teoretice: Cunoștințe minime: identificarea corectă a cel puțin trei tipuri de surse neconvenționale de energie și explicarea succintă a principiului lor de funcționare; identificarea proceselor de electrod ce au loc la electroliza apei, respectiv într-o pilă de combustie. Abilități minime: capacitatea de a efectua un calcul simplu de bilanț energetic sau de randament pentru o tehnologie neconvențională studiată. Se verifică rezolvarea corectă a subiectelor teoretice și obținerea unui punctaj de minim 50% la probleme de calcul. - Promovarea disciplinei este condiționată de efectuarea laboratorului. Activitățile aplicative pot fi încheiate cu nota minim 5 în următoarele condiții: efectuarea tuturor lucrărilor de laborator, predarea referatelor de laborator aferente și susținerea a două teste grilă on line. Se verifică prezența obligatorie la laborator și se validează referatele predate de către cadrul didactic.			

Data completării

18.06.2026

**Titular de curs
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Andrea KELLENBERGER

**Titular activități aplicative
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Andrea KELLENBERGER

**Director de departament
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Andrea
KELLENBERGER

Data avizării în Consiliul Facultății¹⁸

08.07.2026

**Decan
(semnătura)**

Conf.dr.ing. Mircea Laurențiu DAN