



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
1.2 Facultatea	Facultatea de Inginerie Chimică și Biotehnologii
1.3 Departamentul	Departamentul de Inginerie Chimică și Biochimică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Chimică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice
1.7 Limba de predare	Română
1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor	București

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Sisteme electrochimice de stocare a energiei Electrochemical energy storage systems						
2.2 Titularul/ii activităților de curs	Prof.dr.ing. Anca Cojocaru, Conf.dr.ing. Ioana Maior						
2.3 Titularul activităților de laborator	S.l.dr.ing. Ioana Alina Ciobotaru						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Statutul disciplinei	Op ¹
2.8 Categoria formativă	DS ²		2.9 Codul disciplinei	UPB.11.S.06.Op.013			

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1	3.3 laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28	Din care: 3.5 curs	14	3.6 laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					6
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					6
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					5
Tutorat					
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					2
3.7 Total ore studiu individual			17		
3.8 Total ore pe semestru			50 ³		
3.9 Numărul de credite			2 ⁴		

¹ Obligatorie / Opțională / Facultativă – Se va completa conform planului de învățământ.

² Fundamentală / de domeniu / de specialitate – Se va completa conform planului de învățământ.

³ Se va calcula ținând cont că se acordă un credit pentru volumul de muncă care îi revine unui student cu frecvență la zi pentru a echivala 25 de ore de pregătire pentru dobândirea rezultatelor învățării.

⁴ Se va completa conform planului de învățământ.



4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none">• Chimie fizică• Electrochimie teoretica si aplicata
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none">• De informare-documentare

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

5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none">• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer cu software adecvat sau tabla inteligenta și conexiune la internet
5.2 Seminar / Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none">• Laboratorul se va desfășura în sali cu dotari specifice (sticlărie de laborator, aparate de masura, surse de curent electric, balanta, materiale specifice -electrozi din otel, cupru, nichel, zinc, electrozi de referinta si alte materiale specifice in functie de lucrare)• Pentru desfășurarea activităților de laborator sunt necesari reactivi chimici in functie de lucrare (hidroxid de sodiu, clorura de sodiu, acid sulfuric, clorura de potasiu si altii)

6. Obiectiv general

Disciplina *Sisteme electrochimice de stocare a energiei* se studiază în cadrul domeniului Inginerie Chimică, specializarea Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice și își propune familiarizarea studenților și înțelegerea de către aceștia a fundamentale ale sistemelor electrochimice de generare a energiei pentru introducerea surselor nepoluante. Cursul oferă o introducere în principiile de funcționare și aplicarea în practică a sistemelor electrochimice de generare a energiei pile primare, pile secundare și pile de combustie care le vor permite înțelegerea principalelor aspecte teoretice și aplicative ale proceselor electrochimice de generare a energiei electrice.

Studenții vor avea ocazia să își formeze competențe experimentale în domeniul surselor electrochimice de energie electrică (realizarea unor montaje experimentale, explicarea proceselor care au loc) și a unor competențe de decizie prin calculul unor parametri experimentali decizionali de proces. Vor putea realiza calculul parametrilor specifici variabilelor și mărimilor electrochimice, prelucrarea și interpretarea datelor experimentale; calculul principalelor mărimi electrochimice, prelucrarea statistică a datelor experimentale și interpretarea lor, scrierea unui referat conform cerințelor limbajului și procedurilor specifice articolelor științifice.

Dupa parcurgerea cursului si aplicatiilor practice studentii isi vor forma abilitatile necesare pentru corelarea cunoștințelor teoretice cu aplicațiile practice intalnite in domenii in care studentii de la specializarea Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice isi pot desfasura activitatea profesionala viitoare, astfel încât vor putea să își dezvolte abilitățile de rezolvare a problemelor și de gândire critică.

7. Rezultatele învățării

	<ul style="list-style-type: none">• Înțelege procesele fundamentale ale sistemelor electrochimice de generare a energiei pentru introducerea surselor nepoluante.
--	--



Cunoștințe	<ul style="list-style-type: none">• Înțelege și aplica în practică principiile funcționării sistemelor electrochimice de generare a energiei pile primare, pile secundare și pile de combustie.• Formează abilitățile necesare pentru corelarea cunoștințelor teoretice cu aplicațiile practice.• Enumera principalele aspecte teoretice și aplicative ale sistemelor electrochimice de generare a energiei.• Dezvolta abilitățile de rezolvare a problemelor și a gândirii critice pentru analiza cantitativă a pilelor de combustie.• Describe competențe experimentale în domeniul sistemelor electrochimice de generare a energiei și competențe de decizie prin calculul unor parametri experimentali de proces.• Defineste și calculează parametrii specifici sistemelor electrochimice de generare a energiei.• Realizează prelucrarea datelor experimentale și interpretarea acestora.• Realizează referatelor conform cerințelor limbajului și procedurilor specifice articolelor științifice.• Formează abilitățile necesare pentru corelarea cunoștințelor teoretice cu aplicațiile practice.
Abilități	<ul style="list-style-type: none">• Analizează și identifică problemele sistemelor electrochimice de generare a energiei.• Identifică factorii critici din cadrul problemelor complexe ale sistemelor electrochimice de generare a energiei și dezvoltă soluțiile practice de rezolvare a acestora.• Rezolvă aplicațiile practice și obține rezultate de calitate și în timpul cerut.• Identifică soluțiile, își asumă responsabilități și inițiative de livrare a rezultatelor muncii la standarde de calitate ridicate în conformitate cu procedurile definite.• Argumentează soluțiile alese, își formează capacități de definire corectă a sistemelor electrochimice de generare a energiei, înțelege rolul fiecărui element din circuit• Isi formulează concluziile, interpretează și analizează rezultatele experimentale obținute.• Formează capacități de identificare a parametrilor electrochimici specifici sistemelor electrochimice de generare a energiei și cunoașterea unităților de măsură.• Elaborează referatele lucrărilor experimentale și manifestă colaborare cu colegii și demonstrează lucrul în echipă.
Responsabilitate și autonomie	<ul style="list-style-type: none">• Demonstrează capacitatea de dezvoltare și îmbunătățire a cunoștințelor și abilităților deja formate.• Analizează unei teme și capacitatea de utilizare și de corelare a cunoștințelor de electrochimie, fizică, chimie fizică și chimie generală dobândite în anii anteriori în înțelegerea fenomenelor specifice sistemelor electrochimice de generare a energiei.• Demonstrează capacitatea de lucru în echipă: cooperare bună atât cu membrii echipei desemnate cât și cu alte persoane din afara echipei.• Demonstrează capacitate de dezvoltare, motivare și conducere a unui grup de lucru în vederea obținerii celor mai bune rezultate.• Demonstrează capacitatea de comunicare clară și precisă atât în scris cât și oral.• Analizează, stabilește și ierarhizează sarcinile în funcție de gradul lor de importanță.• Demonstrează capacitatea de a rămâne eficient chiar și la o supraîncărcare a sarcinilor.

8. Metode de predare

Ținând cont de caracteristicile de învățare ale studenților și de nevoile lor specifice cursul va utiliza metode de predare variate de la prelegere participativă, dezbateri, demonstrație, problematizare, dialog, expunere, exemplificare alături de exerciții activități practice, rezolvare de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri bazate pe prezentări Power Point sau filme, animații sau imagini prezentate studenților pentru mai bună înțelegere și asimilare a proceselor discutate.



Disciplina este organizată astfel încât să sprijină studenții în procesul de învățare dar și de dezvoltare a unor aptitudini de colaborare și comunicare prin sarcinile de învățare cerute. Studenții vor avea posibilitatea să își exerseze abilitatea de a lucra în echipe pentru rezolvarea unor probleme specifice cursului.

În sprijinul studenților care doresc, vor exista ore dedicate pentru sprijinirea acestora în înțelegerea mai bună a proceselor și fenomenelor prezentate.

9. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
I	Introducere. Surse electrochimice de generare a energiei electrice.	1
II	Principiul de funcționare al pilelor de combustie. Clasificare. Tipuri constructive. Exemple.	2
III	Structură generală. Elementele componente ale pilelor de combustie și funcțiile acestora.	1
IV	Performanțele energetice ale pilelor de combustie (tensiune nominală, rezistența internă și specifică, tensiunea de încărcare–descărcare, capacitatea electrică și puterea nominală, autodescărcarea)	1
V	Tipuri de electrocatalizatori utilizați în pilele de combustie (platinici, non-platinici). Mecanismul de conducție în electroliții solizi	1
VI	Caracteristici electrochimice și performanțe energetice ale pilelor de combustie Exemple	2
VII	Metode de investigare și diagnoză în pilele de combustie. Avantaje și dezavantaje comparativ cu pilele primare și cele secundare (acumulatori)	2
VIII	Pile de combustie de tip PEM (membrană schimbătoare de ioni) pe bază de membrane polimerice de tip Nafion. Aplicații în industria autovehiculelor electrice și hibride.	2
IX	Pile de combustie de tip SOFC (oxizi solizi). Aplicații în conversia directă a hidrocarburilor în energie electrică	1
X	Pile de combustie microbiologice. Tipuri constructive și exemple. Aplicații în industria de tratare a apelor menajere și a reciclării deșeurilor	1
	Total:	14

Bibliografie:

1. Cojocaru Anca, *Electrochimie, suport de curs electronic* <https://curs.upb.ro/2024/my/courses.php>
2. T. Badea, M. Nicola, D.I. Văireanu, I. Maior, A. Cojocaru, *Electrochimie și Coroziune*, Ed. MatrixRom, București, 2005
3. I. Maior, A. Cojocaru, *Principii și aplicații ale conversiei și stocării electrochimice a energiei*, Ed. ELECTRA–ICPE, București, 2010
4. D.I. Văireanu, A. Cojocaru, D. Constantinescu, T. Badea, M. Nicola, *Electrochimie, Coroziune și Tehnologia Proceselor Electrochimice*, Ed. Andor Tipo SRL, București, 1999
5. Nicolae Vaszilcsin, *Introducere în electrochimie*, Ed. POLITEHNICA; Timișoara, 2009
6. *Informații din surse open-access puse la dispoziția studenților*

LABORATOR



Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1.	Prelucrarea normelor de protecția muncii, prezentarea aparaturii de laborator și a lucrărilor. Expunerea modului de întocmire a referatelor, de prelucrare și reprezentare a datelor. Noțiuni introductive	1
2.	Scheme generale și specifice de conectare a dispozitivelor electrochimice. Modul de conectare a diferitelor aparate	1
3.	Măsurarea, calcularea și interpretarea parametrilor specifici ai pilelor de combustie (densitatea curentului de schimb, tensiune nominală, putere electrică generată, conductivitate electronică și ionică, randament energetic)	1
4.	Construcția unei pile de combustie hidrogen–oxigen utilizând catalizatori platinici și membrană PEM tip Nafion 117	1
5.	Determinarea tensiunii electromotoare a pilelor de combustie prin metoda compensației	2
6.	Trasarea curbei de polarizare pentru o pilă de combustie de tip hidrogen–oxigen ce funcționează în regim de curent variabil	2
7.	Determinarea puterii optime în funcție de densitatea de curent pentru pilele de combustie cu electrozi din Ti/TiO ₂	2
8.	Determinarea conductivității ionice prin spectroscopie de impedanță electrochimică pentru o membrană ceramică utilizată într-o pilă de combustie de tip SOFC (cu oxizi solizi)	2
9.	Incheiere laborator, evaluarea cunostintelor.	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. Cojocaru Anca, *Coroziune, suport de curs electronic* <https://curs.upb.ro/2024/my/courses.php>
2. D.I. Văireanu, A. Cojocaru, D. Constantinescu, T. Badea, M. Nicola, I. Maior, *Electrochimie, Coroziune și Tehnologia Proceselor Electrochimice, îndrumar de laborator și aplicații de calcul, ediția a IIa, Ed. UPB, București, 2002*
3. I. Maior, A. Cojocaru, *Principii și aplicații ale conversiei și stocării electrochimice a energiei, Ed. ELECTRA–ICPE, București, 2010*
4. *Informații din surse open-access puse la dispoziția studenților*

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Corectitudinea răspunsurilor. Înțelegerea corectă a subiectului tratat. Rezolvarea corectă a aplicațiilor de calcul. Gradul de asimilare a noțiunilor specifice și a limbajului de specialitate. Se anunța studenților toate condițiile la începutul semestrului.	Test de evaluare sumativ (lucrare scrisă)	20%
	Contribuția personală în cadrul analizei și sintezei informațiilor furnizate din bibliografia de specialitate. Evaluarea critică și părerile personale privind tema elaborată.	Evaluare pe parcurs	40%
10.5 Laborator	Înșușirea și înțelegerea corectă a temelor tratate la laborator. Predarea referatelor de laborator în forma cerută cu	Evaluare continuă.	30%



	prelucrarea rezultatelor experimentale și realizarea graficelor cerute în lucrare.		
	Referate de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice. Gradul de asimilare a noțiunilor specifice și a limbajului de specialitate.	Test de evaluare a cunoștințelor de laborator (susținut în ultima ședință de laborator)	10%
10.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none">Pentru promovare punctajul total trebuie să fie $\geq 50\%$			

Data completării
24.06.2025

Titular de curs

Titular de aplicații

Prof.dr.ing. Anca Cojocaru

S.l.dr.ing. Ioana Alina Ciobotaru

Conf.dr.ing. Ioana Maior

Data avizării în
departament
30.06.2025

Director de departament
Conf.dr.ing. Ionuț BANU

Data aprobării în
Consiliul Facultății
04.07.2025

Decan
Prof.dr.ing. Cristina ORBECI