

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Chimie și Inginerie Chimică
1.3 Departamentul	Inginerie Chimică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Chimică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Inginerie chimica avansata de proces (ICAP) / master ing. chimie

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>Senzori și biosenzori electrochimici</b> (optional 1) - CMR6232						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. habil. dr. ing. Graziella Liana TURDEAN						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. habil. dr. ing. Graziella Liana TURDEAN						
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	Opt

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					40
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					14
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					10
Tutoriat					3
Examinări					2
Alte activități: .....					-
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	• Nu este cazul
4.2 de competențe	• Nu este cazul

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții vor închide telefoanele mobile pe perioada audierii cursului.</li> <li>• Studentii vor fi punctuali la programul de curs, nu se acceptă întârzieri.</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții vor închide telefoanele mobile pe perioada de desfasurare a seminarului/laboratorului.</li> <li>• Studenții vor utiliza în laborator echipamentul de protectie propriu (halat, manusi, cârpă de laborator).</li> <li>• Studentii se prezinta la sedintele de lucrari avand atat referatul conspectat si cunostintele teoretice necesare desfasurarii lucrarii insusite, cat si</li> </ul>

	<p>rechizitele necesare (calculatoare de buzunar, creioane, radiera, rigle).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții nu pot lăsa nesupravegheat experimentul în funcțiune.</li> <li>• Termenul predării referatului cu interpretarea datelor experimentale este stabilit de titular de comun acord cu studentii. Nu se accepta cereri de amănare, decât pe motive întemeiate.</li> <li>• În general, predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a lucrării. Predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/săptămâna.</li> <li>• Este interzis accesul cu mâncare în incinta laboratorului.</li> </ul>
--	--

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuarea de experimente fizico-chimice cu grad ridicat de dificultate, precum și interpretarea rezultatelor.</li> <li>• Identificarea, caracterizarea și compararea tehnicilor instrumentale aplicabile în determinări chimice și biochimice.</li> <li>• Efectuarea de experimente pentru determinarea proprietăților fizico-chimice ale compusilor specifici, prelucrarea și interpretarea datelor.</li> <li>• Utilizarea integrată a tehnicilor instrumentale complexe și adaptarea la noile produse software în vederea aplicării lor în analize specifice.</li> <li>• Utilizarea tehnicilor de analiză uni- și multidimensionale corespunzătoare domeniului și limitelor de aplicare în evaluarea proprietăților fizico-chimice.</li> <li>• Aplicarea inovativă a conceptelor, teoriilor și tehnicilor fizico-chimice avansate pentru rezolvarea unei teme de cercetare specifice domeniului.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executarea în mod independent a sarcinilor profesionale complexe, cu respectarea normelor de etică profesională și de conduită morală după un plan de lucru propriu, cu propuneri de soluții inovative la probleme specifice.</li> <li>• Planificarea, monitorizarea, rezolvarea și asumarea sarcinilor profesionale ale unui grup subordonat. Demonstrarea capacității de coordonare a activității, flexibilitate în colaborarea cu membrii echipei.</li> <li>• Informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate în limba română/engleză.</li> <li>• Autoevaluarea performanțelor profesionale proprii, preocuparea pentru identificarea nevoilor de formare continuă și documentare în domeniul propriu și cele adiacente.</li> </ul>

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disciplina oferă informațiile teoretice și practice cu privire la dispozitivele și echipamentele necesare aplicării electrochimiei în chimia analitică în domeniul bio/medical.</li> <li>• Dobândirea cunoștințelor teoretice privind metodele și etapele de realizare, precum și caracterizarea și interpretarea analitică sau cinetică a răspunsului obținut cu diferite tipuri de senzori electrochimici.</li> <li>• Corelarea unor noțiuni fundamentale de chimie analitică, cinetică, electrochimie, biologie, fiziologie, biochimie, tehnologie, marketing aplicate în domeniul bio/medical.</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizarea studenților cu cele mai recente informații despre metodele electroanalitice de monitorizare a domeniului bio/medical, utilizând senzori și biosenzori electrochimici.</li> <li>• Prezentarea modului de realizare/construcție și principiului de funcționare a bio/senzorilor potențiometrici, amperometrici, conductometrici, precum și condițiile de lucru, sau particularitățile care stau la baza metodelor de determinare ale unor analiti.</li> <li>• Evidențierea celor mai noi performanțe analitice ale fiecărei clase de bio/senzori atunci când sunt utilizate pentru detectia unor speciilor analitice.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Elemente introductive privitoare la istoricul dezvoltării dispozitivelor electrochimice. Caracteristicile generale ale senzorilor.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 1-6, p. 6-22]; [4, p. 11-16, p. 206-222].
8.1.2. Caracteristicile generale ale senzorilor (continuare). Metodologia utilizării senzorilor.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 1-6, p. 6-22]; [4, p. 11-16, p. 206-222].
8.1.3. Senzori potentiometrici cu membrana solida. Electrocul de sticlă.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 22-29]; [4, p. 189-196].
8.1.4. Senzori potentiometrici cu membrana solida. Electrocul monocristal $\text{LaF}_2$ . Electrocul membrana de sulfura de argint și halogenuri de argint ( $\text{Ag}_2\text{S-AgX}$ ). Electrocul cu membrana de sulfura de argint și sulfuri metalice ( $\text{Ag}_2\text{S-MeS}$ ).	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 22-29]; [4, p. 189-196].
8.1.5. Senzori potentiometrici cu membrana lichidă.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 30-52]; [4, p. 197-202].
8.1.6. Tranzistori cu efect de câmp (TEC, MOSFET).	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 30-52]; [4, p. 197-202].
8.1.7. Senzori potentiometrici pentru gaze. Electrocul pentru detectia $\text{CO}_2$ , tip Severinghaus	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 30-52]; [4, p. 197-202].
8.1.8. Electrozi potentiometrici din materiale ceramice pentru detectia gazelor la temperaturi înalte.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 30-52]; [4, p. 197-202].
8.1.9. Senzori amperometrici. Noțiuni generale. Tehnici de investigație cu electrozi amperometrici.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 53-86]; [4, p. 45-111]; [1, p. 15-50, 54-89].
8.1.10. Senzori amperometrici pentru detectia oxigenului (electrod Clark).	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 53-86]; [4, p. 45-111]; [1, p. 15-50, 54-89].
8.1.11. Biosenzori electrochimici enzimatici (receptor de natură biologică, tehnici de imobilizare).	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [1, 6-9, 11].
8.1.12. Biosenzori electrochimici enzimatici (cinetica enzimatică eterogenă, $K_M$ , $I_{\max}$ , liniarizări, tipuri de inhibiție). Generații de biosenzori amperometrici.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [1, 6-9, 11].
8.1.13. Biosenzori electrochimici enzimatici pentru detectia glucozei, lactatului, colesterolului, creatininei etc. Biosenzori electrochimici enzimatici pentru detectia colinei, metalelor grele, bazate pe inhibiția enzimei.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [1, 6-9, 11].
8.1.14. Imunobiosenzori	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [1, 6-9, 11].

## Bibliografie

1. Turdean G. L., Sarmiza S.E., Popescu I. C., **Biosenzori amperometrici**. Teorie si aplicatii, Presa Universitara Clujeana, Cluj-Napoca, **2005**.
2. Popescu I. C., **Senzori electrochimici**, Litografia UBB, **1996**.
3. Fraden Jacob (ed), **Handbook of modern sensors. Physics, designs, and applications**, Springer, **2004**
4. Kékedy L., **Senzori electrochimici metalici si ioni**, Ed. Academiei, Bucuresti, **1987**.
5. Edmonds T. E., **Chemical Sensors**, Blakie and Son, Glasgow, **1988**.
6. Janata J., **Principles of Chemical Sensors**, Plenum Press, N.Y., **1989**.
7. Cass A.E.G., **Biosensors. A practical approach**, IRL Press, **1990**.
8. Hall A. H., **Biosensors**, Open Univ. Press, Buckingham, **1990**.
9. Blum L., Coulet P., **Biosensors. Principles and applications**, Marcel Dekker, New York, **1991**.
10. Bard A. J., **Integrated chemical systems. A Chemical approach to nanotechnology**, Wiley VCH, **1994**.
11. Fraser D. M., **Biosensors in the body. Continuous in vivo monitoring**, Willey VCH, **1997**.
12. Gardner J. W., Bartlett P. N., **Electronic noses. Principles and applications**, Oxford University Press, **1999**.
13. Yui N., **Supramolecular design for biological applications**, CRC Press, **2002**.
14. Turdean G. L., Suport de curs actualizat anual, format pdf, 100 pag.
15. Turdean G. L., Prezentare PP actualizat anual, 50 slide/sedinta de curs.

8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații
8.2.1. Instructiuni de protectia muncii. Modalitati de reprezentari grafice: erori, statistica, reactivi periculosi, aparatura si montaje electroanalitice.	Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h) <i>Bibliografie obligatorie:</i> Norme specifice de securitate a muncii pentru laboratoarele de analize fizico-chimice si mecanice ( <i>Ordinul nr. 339/16.08.1996</i> ).
8.2.2. Determinarea coeficientului de selectivitate pentru un electrod ion-selectiv. Metoda adaosului standard.	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h) <i>Cuvinte-cheie:</i> electrod ion-selectiv, coeficient de selectivitate, curba semilogaritmica, interpolare, metoda adaosului standard, diagrama Gran.
8.2.3. Determinarea capacitatii de tamponare a unei solutii	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h) <i>Cuvinte-cheie:</i> electrodul de pH, capacitate de tamponare, constanta de aciditate
8.2.4. Senzorul amperometric pentru oxigen: etalonare, timp de raspuns.	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h) <i>Cuvinte-cheie:</i> cronoamperometrie, timp de raspuns.
8.2.5. Caracterizarea unui biosenzor amperometric pentru detectia glucozei.	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h). <i>Cuvinte-cheie:</i> curba de calibrare, hiperbola, parametrii cinetici, parametrii analitici.
8.2.6-8.2.7. Seminar: exercitii si probleme.	Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(18h)

## Bibliografie

1. Popescu I.C., Turdean G.L., Nicoara A., Ilea P., Muresan L., **Lucrari practice pentru ciclul de studii aprofundate in "Electrochimie aplicata"**, lito UBB, Cluj-Napoca, **1997**.
2. Oniciu L., Popescu I.C., Ilea P., Muresan L., Rus E.M., Gyenge E., Madaras M., Nicoara A., Muresan C., **Lucrari practice de Electrochimie si tehnologii electrochimice**, lito UBB, Cluj-Napoca, **1993**.

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

Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordarea aspectelor practice incluse în disciplina „Senzori și biosenzori electrochimici” studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diploma și calificările din ANC.

## 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 – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la curs Rezolvarea corectă a problemelor	Colocviu scris. Accesul la examen este condiționat de prezentarea referatelor cu interpretarea rezultatelor experimentelor de laborator. Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare, conform regulamentului ECST al UBB.	80%
10.5 Seminar/laborator	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar/laborator Calitatea referatelor pregătite Activitatea desfășurată în laborator	Referatele cu interpretarea rezultatelor experimentelor de laborator se predau cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a sedintei de laborator.	20%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"><li>Nota minima 5 la examenul scris si nota minima 6 la activitatile practice (laborator + seminar).</li><li>Cunoașterea noțiunilor utilizate; descrierea principiului de functionare a unui bio/senzor; rezolvarea unor probleme de calcul pentru aplicarea/explicarea unei situatii reale.</li></ul>			

Data completării

10 aprilie 2020

Semnătura titularului de curs

Prof. habil. dr. ing. Graziella L. Turdean

Semnătura titularului de seminar

Prof. habil. dr. ing. Graziella L. Turdean

Data avizării în departament

10 aprilie 2020

Semnătura directorului de departament

Prof. habil. dr. ing. Graziella L. Turdean