

## 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	Chimie
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studiu / Calificarea	<b>CHIMIE CRIMINALISTICA/</b> Master Chimie

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>Senzori și biosenzori electrochimici - CMR6232</b>						
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	II	2.5 Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DF/Obl

DF = disciplina fundamentala

### 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	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	Din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator	14
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					28
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					10
Tutoriat					3
Examinări					2
Alte activități: .....					-
3.7 Total ore studiu individual	83				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nu este cazul</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nu este cazul</li> </ul>

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

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studentii 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>Studentii vor închide telefoanele mobile pe perioada de desfășurare a seminarului/laboratorului.</li> <li>Studentii vor utiliza în laborator echipamentul de protecție propriu (halat, manși, cârpă de laborator).</li> <li>Studentii se prezintă la sedințele de lucrări având atât referatul conspectat</li> </ul>

	<p>si cunostintele teoretice necesare desfasurarii lucrarii insusite, cat si 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 amanare, decat pe motive intemeiate.</li> <li>• In 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/saptamana.</li> <li>• Este interzis accesul cu mâncare în incinta laboratorului.</li> </ul>
--	--

## 6. Competențele specifice acumulate

<b>Competențe profesionale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuarea de experimente fizico-chimice cu grad ridicat de dificultate, precum si interpretarea rezultatelor.</li> <li>• Identificarea, caracterizarea si compararea tehnicilor instrumentale aplicabile in determinari chimice si biochimice.</li> <li>• Efectuarea de experimente pentru determinarea proprietatilor fizico-chimice ale compusilor specifici, prelucrarea si interpretarea datelor.</li> <li>• Utilizarea integrata a tehnicilor instrumentale complexe si adaptarea la noile produse software in vederea aplicarii lor in analize specifice.</li> <li>• Utilizarea tehnicilor de analiza uni- si multidimensionale corespunzatoare domeniului si limitelor de aplicare in evaluarea proprietatilor fizico-chimice.</li> <li>• Aplicarea inovativa a conceptelor, teoriilor si tehnicilor fizico-chimice avansate pentru rezolvarea unei teme de cercetare specifice domeniului.</li> </ul>
<b>Competențe transversale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executarea in mod independent a sarcinilor profesionale complexe, cu respectarea normelor de etică profesionala si de conduita morala dupa un plan de lucru propriu, cu propuneri de solutii inovative la probleme specifice.</li> <li>• Planificarea, monitorizarea, rezolvarea si asumarea sarcinilor profesionale ale unui grup subordonat. Demonstrarea capacitatii de coordonare a activitatii, flexibilitate in colaborarea cu membrii echipei.</li> <li>• Informarea si documentarea permanenta în domeniul sau de activitate în limba româna/engleza.</li> <li>• Autoevaluarea performantelor profesionale proprii, preocuparea pentru identificarea nevoilor de formare continua si documentare in domeniul propriu si 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 ofera informațiile teoretice si practice cu privire la dispozitivele si echipamentele necesare aplicari electrochimiei in chimia analitica in domeniul bio/medical.</li> <li>• Dobândirea cunoștințelor teoretice privind metodele si etapele de realizare, precum si caracterizarea si interpretarea analitica sau cinetica a raspunsului obtinut cu diferite tipuri de senzori electrochimici.</li> <li>• Corelarea unor notiuni fundamentale de chimie analitica, cinetica, electrochimie, biologie, fiziologie, biochimie, tehnologie, marketing aplicate in domeniul bio/medical.</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizarea studenților cu cele mai recente informatii despre metodele electroanalitice de monitorizare a domeniului bio/medical, utilizand senzori si biosenzori electrochimici.</li> <li>• Prezentarea modului de realizare/constructie si principiului de functionare a bio/senzorilor potentiometrici, amperometrici, conductometrici, precum si conditiile de lucru, sau particularitățile care stau la baza metodelor de determinare ale unor analiti.</li> <li>• Evidențierea celor mai noi performante analitice ale fiecare clase de bio/senzori atunci cand 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. Sensori potentiometrici cu membrana solida. Electrodele de sticlă.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 22-29]; [4, p. 189-196].
8.1.4. Sensori potentiometrici cu membrana solida Electrodele monocristale $\text{LaF}_2$ . Electrodele membrana de sulfura de argint și halogenuri de argint ( $\text{Ag}_2\text{S-AgX}$ ). Electrodele 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. Sensori potentiometrici cu membrana lichidă.	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 30-52]; [4, p. 197-202].
8.1.6. Sensori potentiometrici cu membrana lichidă. Tranzistori cu efect de câmp (TEC).	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [2, p. 30-52]; [4, p. 197-202].
8.1.7. Sensori potentiometrici pentru gaze. Electrodele 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. Sensori 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. Sensori 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). 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].
8.1.12. Biosenzori electrochimici enzimatici pentru detectia glucozei. Monitorizarea <i>in vivo</i> , miniaturizare	Prelegerea; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră.	<i>Bibliografie:</i> [1, 6-9, 11].
8.1.13. Biosenzori electrochimici enzimatici pentru detectia 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;	<i>Bibliografie:</i> [1, 6-9, 11].

	Problematizarea; Dezbaterea.	
--	---------------------------------	--

## 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., 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 parametrilor analitici si a coeficientului de selectivitate al electrodului de iodura-selectiv.	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h) <i>Cuvinte-cheie:</i> electrod ion-selectiv, coeficient de selectivitate, curba semilogaritmica, interpolare, metoda doasului standard, diagrama Gran.
8.2.3. Utilizarea electrodului de sticla pentru determinarea capacitatii de tamponare a unei solutii de acetat.	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 tip Clark pentru determinarea oxigenului dizolvat.	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h) <i>Cuvinte-cheie:</i> cronoamperometrie, timp de raspuns.
8.2.5. Determinarea glucozei cu ajutorul biosenzorului e baza de glucozoxidaza.	Experimentul; Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(2 h). <i>Cuvinte-cheie:</i> curba de calibrare, hiperbola, parametrii cinetici, parametrii analitici.
8.2.6. Seminar: exercitii si probleme. 8.2.7. Seminar: exercitii si probleme	Explicatia; Conversatia; Descrierea; Problematizarea.	(4h)

## 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**.
3. Fise de laborator/de lucru, actualizate anual.

## 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	<b>Metoda examinare on site sau on-line:</b> Examenul scris constă în rezolvarea subiectelor teoretice/exercitiilor propuse de titularul de curs, la data programată. Accesul la examen este condiționat de prezentarea referatelor cu interpretarea rezultatelor experimentelor de laborator. Frauda la examen se pedepsește cu eliminarea din examen și 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	<b>Metoda de evaluare on-site sau on-line</b> Referatele cu interpretarea rezultatelor experimentelor de laborator se predau cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a sedinței de laborator. Intenția de fraudă/plagiat a referatelor va condiționa accesul la examenul scris.	20%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nota minimă 5 la examenul scris și nota minimă 6 la activitățile practice (laborator + seminar).</li> <li>• Cunoașterea noțiunilor utilizate; descrierea principiului de funcționare a unui bio/senzor; rezolvarea unor probleme de calcul pentru aplicarea/explicarea unei situații reale.</li> </ul>			

Data completării

8 aprilie 2021

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

8 aprilie 2021

Semnătura directorului de departament



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