

## 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	CHIMIE
1.4 Domeniul de studii	INGINERIE CHIMICĂ
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Ingineria materialelor și protecția mediului (IMPM) Master Degree

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	TEHNICI ANALITICE IN SPECIERE ȘI IMAGISTICĂ CHIMICĂ (ANALYTICAL TECHNIQUES IN CHEMICAL SPECIATION AND IMAGING) - CMR6231						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. Tiberiu FRENȚIU						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. dr. Tiberiu FRENȚIU Lect. dr. Dorina CASONI						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	DS Op

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	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					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					15
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					14
Tutoriat					7
Examinări					3
Alte activități: Nu este cazul					0
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	• Activitatea didactică se desfășoară în concordanță cu <b>Codul de etică și deontologie profesională al UBB 24051/10.12.2019 aprobat de Senat și Ghidulul pentru combaterea discriminării</b> și se întemeiază
-------------------------------	---

	<p>pe următoarele principii fundamentale: libertate academică, competență și profesionalism, integritate, onestitate intelectuală, colegialitate, loialitate, dreptate și echitate, nediscriminare și egalitate de șanse, responsabilitate;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise, iar după caz cu mască și vizieră</li> <li>• Cadrul didactic se va prezenta la curs după caz cu mască și vizieră</li> <li>• Nu va fi acceptată întârzierea</li> <li>• Este necesară o sală echipată cu videoproiector și calculator</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studentul trebuie să cunoască principiul lucrărilor de laborator și să aibă conspectată lucrarea de laborator care urmează să o efectueze</li> <li>• Studenții se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise</li> <li>• Studenții se vor prezenta în laborator cu halat, manusi, cârpă de laborator, masca și vizieră.</li> <li>• Studenții nu vor lăsa nesupravegheată o instalație în funcțiune</li> <li>• Predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a lucrării</li> <li>• Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi</li> <li>• Este interzis accesul cu mâncare în laborator</li> <li>• Cadrul didactic se va prezenta la laborator după caz cu mască și vizieră</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p><b><u>Competențe domeniu Ingineria materialelor și protecția mediului (IMPM)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C1 Descrierea, analiza și utilizarea unor concepte și a teoriilor avansate din domeniul ingineriei materialelor și a protecției mediului</b></li> </ul> <p><b>C1.1</b> Definirea noțiunilor, conceptelor, teoriilor și modelelor din domeniul ingineriei materialelor și protecției mediului și utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională</p> <p><b>C1.2</b> Utilizarea cunoștințelor aprofundate din domeniul chimiei și ingineriei chimice pentru explicarea și interpretarea proceselor specifice ingineriei materialelor și protecției mediului</p> <p><b>C1.3</b> Identificarea și aplicarea conceptelor, metodelor și teoriilor avansate pentru rezolvarea problemelor specifice ingineriei materialelor și protecției mediului</p> <p><b>C1.4</b> Analiza critică și utilizarea metodelor și tehnicilor avansate pentru evaluarea cantitativă și calitativă a proceselor din ingineria materialelor și protecția mediului</p> <p><b>C1.5</b> Aplicarea conceptelor și teoriilor avansate din domeniul ingineriei materialelor și protecției mediului pentru elaborarea proiectelor și rezolvarea problemelor</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C5 Identificarea, definirea, și dezvoltarea unei teme de cercetare în domeniul ingineriei materialelor sau a protecției mediului</b></li> </ul> <p><b>C5.1</b> Efectuarea unui studiu bibliografic extins aferent temei de cercetare alese, organizarea și sintetizarea datelor cu însușirea terminologiei specifice domeniului; cunoașterea metodelor generale și specifice de cercetare</p>

	<p><b>C5.2</b> Utilizarea cunoștințelor de specialitate pentru stabilirea strategiei cercetării; realizării experimentelor și interpretarea rezultatelor</p> <p><b>C5.3</b> Utilizarea aparatului conceptual și metodologic de cercetare pentru abordări teoretice noi în sinteza de materiale și tehnologii de depoluare</p> <p><b>C5.4</b> Selectarea și utilizarea adecvată a metodelor de cercetare pentru o interpretare corectă a rezultatelor și formularea de concluzii pertinente</p> <p><b>C5.5</b> Utilizarea conceptelor fundamentale și aplicative în dezvoltarea de proiecte de cercetare</p>
<b>Competențe transversale</b>	

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Familiarizarea studenților cu principiile și importanța analizei de speciere chimică, respectiv tehnologiile analitice de înaltă performanță nedistructive utilizate în imagistica elementelor și speciilor chimice în probe biologice și de mediu. Cursul cuprinde metode de ultimă generație utilizate în studiul proteinelor, peptidelor și oligonucleotide, respectiv ADN (genetică).
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarea studenților cu metodele speciale de prelevare și preparare a probelor pentru analiza de speciere chimică și imagistică elementală</li> <li>Familiarizarea studenților cu metodele de speciere prin extracție secvențială sau leaching, a metodelor combinate utilizate la probe de mediu și biologice</li> <li>Familiarizarea studenților cu metodele nedistructive de imagistică moleculară și elementală la nivel subcelular, celular sau țesut</li> <li>Cunoașterea de către studenți a performanțelor analitice ale tehnicilor de speciere și imagistică a elementelor toxice și esențiale în vederea alegerii metodelor adecvate de speciere și imagistică</li> <li>Cunoașterea de către studenți a aplicațiilor metodelor de speciere și imagistică la probe de mediu și biologice</li> <li>Dezvoltarea aptitudinilor studenților de utilizare a aparaturii utilizate în analiza de speciere și imagistică, respectiv dezvoltarea de aplicații specifice.</li> <li>Interpretarea corectă de către studenți a rezultatelor analitice prin teste de prelucrare statistică</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
<b>8.1.1 Aspecte generale ale metodelor de speciere chimică. Tipuri de metode analitice. Metode spectrale de înaltă sensibilitate utilizate în analiza de speciere chimică a elementelor.</b> Analiza de urme și analiza de speciere. Caracteristicile analizei de urme și analizei de speciere. Domenii de interes pentru analiza de speciere. Importanța analizei de speciere. Prelevare probe pentru speciere. Spectrometria de emisie atomică și de masă în plasmă cuplată inductiv (ICP-AES și ICP-MS). Performanțele analitice.	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore</b>
<b>8.1.2. Metode moderne de prelucrare a probelor utilizate în speciere.</b> Tehnici de derivatizare în analiza de speciere, generare de hidruri, alchilare și vapori reci și detecție prin spectrometrie de emisie atomică în plasmă și spectrometrie de absorbție atomică în flacără, cuptor de grafit și de cuarț. Cuplajul generatorului de hidrură cu metodele ICP-AES și ICP-MS.	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore</b>
<b>8.1.3. Tipuri de metode de speciere</b> Metode bazate pe extracție secvențială din probe solide. Metode de speciere a elementelor bazate pe tehnici cuplate. Cromatografia de lichide de înaltă performanță și spectrometrie de emisie și de masă în plasmă cuplată inductiv (HPLC-ICP-AES, HPLC-ICP-MS). Cromatografia de gaze și spectrometrie de emisie și de masă în plasmă cuplată inductiv (GC-ICP-AES, GC-ICP-MS). Derivatizarea la hidrură post și precoloana (HPLC-HG-ICP-AES, HPLC-HG-ICP-MS). Cromatografia de fluide supercritice și spectrometrie de emisie și de masă în plasmă cuplată inductiv (SEC-ICP-MS).	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore</b>
<b>8.1.4. Aplicațiile analizei de speciere. Specierea metalelor din sol prin extracție simplă și secvențială după schema Tessier și BCR.</b> Fraționarea metalelor în sol. Specierea Cd, Cu, Cr, Ni, Pb și Zn din sol. Factori care influențează mobilitatea metalelor în sol. Biodisponibilitate.	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore</b>
<b>8.1.5. Aplicațiile analizei de speciere. Specierea As și Se din probe de mediu și biologice.</b> Toxicitatea compușilor cu As și Se. Distribuția în sol și apă a speciilor de As și Se. Metode de preparare a probelor în specierea As și Se. Compuși cu Se și importanța biologică. Metode de speciere As și Se prin derivatizare la hidrură și vapori reci din probe de apă, sol, pești și moluște.	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore.</b>
<b>8.1.6. Aplicațiile analizei de speciere. Specierea Pb sub formă de specii organometalice din probe de mediu.</b> Toxicitatea compușilor cu plumb. Specierea Pb din aer, praf urban, apa de ploaie și apa de drenare din orașe, zăpadă și gheață, vinuri și probe biologice. Metode de prelucrare și speciere a compușilor cu Pb. Metode bazate pe alchilare și derivatizare la hidrură.	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore</b>
<b>8.1.7. Aplicațiile analizei de speciere. Specierea Hg din probe de mediu și biologice.</b> Toxicitatea compușilor cu Hg. Specii ale Hg și stabilitatea lor. Metode de prelucrare probe de mediu și biologice și metode speciere necromatografice și cuplate la Hg.	Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>2 ore</b>

<p><b>8.1.8. Tehnici de imagistică elementală în urme în materiale biologice. Principiul și clasificarea tehnicilor de imagistică elementală.</b> Elemente esențiale și benefice. Elemente toxice. Profil de suprafață și adâncime. Principiul tehnicilor de imagistică. Clasificarea tehnicilor de imagistică elementală. Domenii de aplicații specifice.</p> <p><b>Imagistica elementelor la rezoluție celulară și subcelulară.</b> Clasificarea și caracteristicile tehnicilor de imagistică celulară și subcelulară. Rezoluție spațială. Microsonda electronică, microsonda cu fascicul de ioni, spectrometria de masă cu ioni secundari, microsonda de analiză cu radiație sincrotronă și absorbție sau fluorescență de raze X, ablația cu laser și detecție cu spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv.</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>
<p><b>8.1.9. Analiza imagistică elementală la nivel celular și subcelular cu microsonda electronică (EDS).</b> Principiul EDS, emisia spectrului de raze X, serii spectrale K, L, M ale elementelor, instrumentație EDS. Elementele componente ale EDS (tunul de electroni, sistemul de deviație electroni, spectrometrul de raze X cu dispersie după energie (EDX), detector cu analizor de pulsuri după energie). Aplicații ale microsondei EDS în imagistica probelor biologice.</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>
<p><b>8.1.10. Analiza imagistică elementală la nivel celular și subcelular cu microsonda cu fascicul de ioni.</b> Principiul microsondei cu fascicul de ioni. Microanaliza imagistică cu emisie de raze X indusă cu fascicul de protoni (<math>\mu</math>-PIXE). Spectrometria de retroîmprăștiere Rutherford (RBS). Instrumentație PIXE și RBS. Aplicații la studiul acumulării metalelor în celule canceroase, studiul medicamentelor anticancerigene.</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>
<p><b>8.1.11. Analiza imagistică elementală la nivel celular și subcelular cu microsonda de fluorescență de raze X și radiație sincronă (<math>\mu</math>-XRF).</b> Spectrului de fluorescență de raze X. Principiul microanalizei XRF și comparație cu <math>\mu</math>-PIXE. Analiza multielementală XRF pe microarii. Aplicații specifice pentru probe biologice.</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>
<p><b>8.1.12. Analiza imagistică elementală la nivel celular și subcelular prin spectrometrie de masă cu ioni secundari (SIMS).</b> Principiul SIMS. Moduri de analiză (modul SIMS dinamic și static). Instrumentație. Aplicații la probe biologice.</p> <p><b>Analiza imagistică elementală la nivel celular și subcelular cu microsonda laser și spectrometrie de masă în plasma cuplată inductiv (<math>\mu</math>-LA-ICP-MS).</b> Principiul ablației cu laser. Analiza pe microarii cu LA-ICP-MS. Caracteristicile metodei. Aplicații la probe biologice.</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>
<p><b>8.1.13. Analiza imagistica la nivel macro în probe biologice. Analiza prin desorbția și ionizarea matricii asistate de laser (MALDI).</b> Principiul tehnicii MALDI cu spectrometru de masă cu timp de zbor (TOF). Semnificația acronimului MALDI. Etape în prepararea probelor. Matrici și solvenți pentru probe. Cerințe pentru matrici și solvenți, alegerea matricii și solventului. Purificarea probelor. Înregistrarea și interpretarea spectrului MALDI-TOF. Aplicații în biochimie (secvența peptidelor și proteinelor), chimia organică, biopolimeri.</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>
<p><b>8.1.14. Metode combinate de speciere prin tehnici cuplate în extracte biologice. Electroforeza capilară și electroforeză pe gel cuplată cu spectrometria de masă în plasma cuplată inductiv (CE-ICP-MS).</b> Principiul și caracteristicile electroforezei capilare. Cuplajul cu ICP-MS. Aplicații (specierea metaloproteinelor, determinarea stoechiometriei complexilor</p>	<p>Prelegerea;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea</p>	<p><b>2 ore</b></p>

metal-proteină).		
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Bazele analizei de speciere chimică</i>, T. Frențiu, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2014.</li> <li>2. <i>Metode instrumentale de analiză - aplicații</i>, T. Frențiu, A. C. Moț, E. Covaci, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2019</li> <li>3. <i>Metode de imagistică elementală și moleculară</i>, T. Frențiu, D. Casoni, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2019, ISBN, 978-606-37-0584-7.</li> <li>4. <i>Suport de curs electronic</i></li> <li>5. <i>Method performance studies for speciation analysis</i>, P. Quevauviller, The Royal Society of Chemistry, 1998, Cambridge, CAP. IX (pag. 155 - 169).</li> <li>6. <i>Elemental speciation new approaches for trace element analysis</i> J.A Caruso, K.L.Sutton, K.L. Akley, Elsevier, 2000.</li> <li>7. <i>Principles of Instrumental Analysis</i>, Douglas A. Skoog, F. James Holler, Timothy A. Nieman fifth edition, Saunders College Publishing, 1998 (cadru didactic)</li> <li>8. <i>Spectrometrie atomică analitică cu surse de plasmă</i>, E. Cordoș, T. Frențiu, M. Ponta, M. Șenilă, C. Tănăsela, INOE 2007, 2007, ISBN 978-973-88109-1-4.</li> <li>9. <i>Imaging and speciation of trace elements in biological environment</i>, R. Lobinski, C. Moulin, R. Ortega, Biochimie, 88, 2006, 1591 – 1604</li> </ol>		
8.2 Laborator	Metode de predare	Observații
<b>8.2.1. Specierea metalelor din sol prin extracție secvențială după shema BCR.</b> Extracție secvențială. Scheme de fracționare. Schema BCR.	Experimentul;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>4 ore</b>
<b>8.2.2. Specierea metalelor din sol prin extracție secvențială după shema BCR.</b> Efectuare analize extracte prin ICP-AES.	Experimentul;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>4 ore</b>
<b>8.2.3. Interpretarea rezultatelor analizei de speciere prin extracție secvențială după schema BCR.</b>	Experimentul;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>4 ore</b>
<b>8.2.4. Specierea arsenului din probe de apă prin derivatizare selectivă la hidrură și detecție prin spectrometrie de emisie atomică în plasma cuplată inductiv. Prepararea probelor</b>	Experimentul;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>4 ore</b>
<b>8.2.5. Specierea arsenului din probe de apă prin derivatizare selectivă la hidrură și detecție prin spectrometrie de emisie optică în plasma cuplată inductiv. Analiza chimică prin ICP-AES</b>	Experimentul;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>4 ore</b>
<b>8.2.6. Analiza imagistică cu microsonda electronică (EDS) din bio-/materiale</b>	Experimentul;Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	<b>4 ore</b>
<b>8.2.7. Test verificare aptitudini practice.</b> Fiecare student efectuează aplicații practice. Intocmire referat aplicație.	Lucru individual; Experimentul; conversația; Problematizarea	<b>4 ore</b>
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Bazele analizei de speciere chimică</i>, T. Frențiu, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2014.</li> <li>2. <i>Metode instrumentale de analiză - aplicații</i>, T. Frențiu, A. C. Moț, E. Covaci, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2019</li> <li>3. Referate existente în laborator. Carte tehnică instrumente.</li> </ol>		

### 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 **Tehnici analitice în speciere și imagistică chimică** studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă 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	Examen scris – accesul la examen este condiționat de prezentarea referatelor de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice și de prezenta la seminarii și laboratoare în proporție de 90%. 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 laborator Activitatea desfășurată în laborator Calitatea referatelor pregătite	Referatele de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice – se predau în ultima săptămână de activitate didactică	20 %
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"><li>Nota 5 (cinci) atât la examen, laborator și întocmire referate, cât și media finală conform baremului.</li><li>Cunoasterea aspectelor concrete legate de analiza de speciere și imagistică chimică a probelor de mediu, biologice și materiale; abilitatea de a evalua caracteristicile de performanțe ale metodelor de speciere și imagistică, alegerea corectă a metodei de speciere și imagistică a probelor.</li></ul>			

Data completării

23.03.2022

Semnătura titularului de curs

Prof. Dr. Tiberiu FRENȚIU



Semnătura titularului de seminar

Prof. Dr. Tiberiu FRENȚIU



Lect. dr. Dorina CASONI



Data avizării în departament

28.04.2022

Semnătura directorului de departament

Acad. Prof. Dr. Cristian Silvestru



