



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY
TRADITIO ET EXCELLENTIA

Tradiție și Excelență prin
Cultură - Știință - Inovație din 1581



Facultatea de Chimie și Inginerie Chimică

Str. Arany János nr. 11
Cluj-Napoca, cod poștal 400028
Tel.: 0264-59.38.33
Fax: 0264-59.08.18

secretariat.chem@ubbcluj.ro
www.chem.ubbcluj.ro

FIȘA DISCIPLINEI

Caracterizare avansată pentru nanostructuri

Anul universitar 2026-2027

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj Napoca
1.2. Facultatea	Chimie și Inginerie Chimică
1.3. Departamentul	Inginerie Chimică
1.4. Domeniul de studii	ȘTIINȚE INGINEREȘTI APLICATE
1.5. Ciclul de studii	Licență
1.6. Programul de studii / Calificarea	NANOȘTIINȚE/ Inginer
1.7. Forma de învățământ	Învățământ cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Caracterizare avansată pentru nanostructuri			Codul disciplinei	CLR1062
2.2. Titularul activităților de curs	Lector dr. ing. Raluca Anca Mereu				
2.3. Titularul activităților de seminar	Lector dr. ing. Raluca Anca Mereu				
2.4. Anul de studiu	IV	2.5. Semestrul	8	2.6. Tipul de evaluare	E
				2.7. Regimul disciplinei	DS/Opt

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. seminar/ laborator/ proiect	2
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					4
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					15
Tutoriat (consiliere profesională)					3
Examinări					2
Alte activități					0
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				44	
3.8. Total ore pe semestru				100	
3.9. Numărul de credite				4	

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	• Orice comportament perturbator va fi sancționat în mod corespunzător.
--------------------------------	---



	Nicio componentă a cursului (materiale tipărite și on-line, prelegeri, laboratoare, sesiuni de discuții, etc.) nu poate fi înregistrată (audio sau video), difuzată sau re-publicată fără acordul scris al responsabilului de curs.
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	- Prezența la seminar/laborator este obligatorie și se va face prezența. - Studentii se vor prezenta la seminar cu telefoanele mobile închise. - Studentii se vor prezenta în laborator cu halat, manșuri, cârpă de laborator. - Orice comportament perturbator va fi sancționat în mod corespunzător. - Referatele de laborator trebuie să fie realizate la timp de către fiecare student în parte. - Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi.

6.1. Competențele specifice acumulate¹

Competențe profesionale/esențiale	- Aplicarea criteriilor și metodelor moderne de evaluare pentru aprecierea calității, avantajelor și limitelor proceselor de obținere și caracterizare avansată a nanostructurilor oxidice. - Descrierea și utilizarea metodelor avansate de caracterizare (microscopie electronică, spectroscopie, difracție de raze X etc.) pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice și chimice ale nanostructurilor. - Interpretarea integrată a analizelor experimentale prin raportare la parametri tehnologici de fabricație și la influența structurii nanometrice asupra performanței materialelor. - Identificarea, analiza critică și soluționarea problemelor tehnologice complexe, prin intervenții fundamentate științific în diferitele etape ale fluxului tehnologic de obținere și caracterizare a nanostructurilor. - Evaluarea comparativă a materialelor oxidice și nanostructurate, prin utilizarea criteriilor standard și a metodelor avansate, în concordanță cu proprietățile și aplicațiile acestora. - Valorificarea principiilor și metodelor avansate prin elaborarea de proiecte și studii aplicative vizând realizarea și optimizarea nanomaterialelor cu caracteristici funcționale corespunzătoare pentru aplicații de vârf.
Competențe transversale	- Studentul planifică și execută activități de cercetare și caracterizare avansată a nanostructurilor, respectând cerințele tehnice, termenele impuse și normele de etică profesională, cu un grad ridicat de autonomie și responsabilitate. - Studentul coordonează și integrează activități în cadrul unui grup de lucru interdisciplinar, distribuind sarcini și monitorizând progresul pentru atingerea obiectivelor generale, demonstrând capacități de leadership și colaborare. - Studentul se informează și se documentează permanent în domeniul nanostructurilor și al tehnicilor de caracterizare specifice, utilizând literatura de specialitate în limba română și într-o limbă de circulație internațională, aplicând metode moderne de informare, comunicare și diseminare a rezultatelor științifice. - Studentul valorifică cunoștințele dobândite pentru a propune soluții inovative și pentru a selecta metode de caracterizare adecvate în probleme complexe din practică și cercetare.

¹ Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY
TRADITIO ET EXCELLENTIA

Tradiție și Excelență prin
Cultură - Știință - Inovație din 1581



Facultatea de Chimie și Inginerie Chimică

Str. Arany János nr. 11
Cluj-Napoca, cod poștal 400028
Tel.: 0264-59.38.33
Fax: 0264-59.08.18

secretariat.chem@ubbcluj.ro
www.chem.ubbcluj.ro

6.2. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Studentul aplică metode moderne de caracterizare (spectroscopie, microscopie electronică, difracție de raze X etc.) pentru investigarea proprietăților structurale, optice și mecanice ale nanostructurilor. Studentul analizează critic și comparativ date experimentale și modele teoretice, identificând relații între structura la scară nanometrică și performanța materialelor. Studentul elaborează soluții inovative pentru probleme practice, utilizând cunoștințe interdisciplinare și tehnici de caracterizare avansată.
Aptitudini	Studentul este capabil să identifice, măsoare, evalueze performanțele, diagnostichează și analizează fenomene și sisteme de complexitate mică/medie, corelații compoziție – metode de obținere – proprietăți – aplicații. Studentul este capabil să explice, să utilizează, să analizeze noțiunile fundamentale specifice disciplinei pentru a rezolva probleme de complexitate redusă și medie. Studentul este capabil să proiecteze experimente și să dezvolte un plan simplu pentru a caracteriza materialele și nanomaterialele specifice (selectarea metodelor specifice pentru aplicații simple).
Responsabilități și autonomie	Studentul are capacitatea de a lucra independent pentru a stabili un protocol de lucru pe baza literaturii de specialitate din limba engleză tehnică. Studentul are capacitatea de a utiliza informațiile dobândite pentru a corela aspectele compoziționale și proprietățile specifice cu aplicațiile specifice pentru caracterizarea materiale și nanomateriale simple.

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Obiectivul general al disciplinei este formarea unei înțelegeri solide și aplicate asupra conceptelor, metodelor și instrumentelor specifice domeniului, astfel încât studenții să poată analiza, interpreta și aplica cunoștințele în contexte reale și profesionale caracterizarea și proiectarea materialelor și nanomaterialelor.
---------------------------------------	---



7.2 Obiectivele specifice	• Executarea sarcinilor profesionale conform cerințelor precizate și în termenele impuse, cu respectarea normelor de etică profesională și de conduită morală, urmând un plan de lucru prestabilit și cu îndrumare calificată. • Rezolvarea sarcinilor profesionale în concordanță cu obiectivele generale stabilite prin integrarea în cadrul unui grup de lucru și distribuirea de sarcini pentru nivelurile subordonate • Aplicarea metodelor și instrumentelor specifice pentru rezolvarea unor probleme practice. • Explică conceptele fundamentale ale domeniului și relațiile dintre acestea și dezvoltarea unor soluții, proiecte sau strategii adaptate unor scenarii reale din domeniu. • Comunicarea eficientă a concluziilor și a rezultatelor oral și în scris. • Utilizeze resurse digitale, software sau tehnologice relevante. • Informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate în limba română și într-o limbă de circulație internațională, cu utilizarea metodelor moderne de informare și comunicare,
---	--

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Noțiuni introductive. Introducere în caracterizarea avansată a nanostructurilor și rolul materialelor cu proprietăți speciale în tehnologiile modern.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea;	
8.1.2. Introducere în metode moderne de caracterizare la scară nano (limitele rezoluției și principiile fundamentale de interacție sondă-material, noțiuni de reproducibilitate, erori, zgomot, calibrare) Prezentare generală: microscopie (SEM, TEM, AFM), spectroscopie (Raman, FTIR, XPS), tehnici de determinare structurală (XRD), caracterizare electrică.		
8.1.3. Difrakția de raze X (XRD) pentru materiale nano (legea Bragg Brentano, determinarea dimensiunii cristalitelor (formula Scherrer), difracție pentru filme subțiri și nanostructuri 2D)		
8.1.4. Microscopia electronică SEM (Interacția electronilor cu materia. Semnale: electroni secundari, electroni retro-împrăștiați, EDX. Rezoluție, moduri de operare, pregătirea probelor. Exemple: nanoparticule, filme subțiri, secțiuni).		
8.1.5. Microscopia electronică TEM și tehnici avansate (HRTEM, SAED, STEM) (formarea imaginii, difracție în TEM, imagistică atomică, analiză structurală nanometrică).		
8.1.6. Microscopia cu forță atomică (AFM) (moduri de operare, imagistică topografică și măsurători funcționale, moduri avansate: MFM, EFM, conductive AFM).		
8.1.7. Spectroscopia Raman și FTIR pentru nanomateriale (principii, moduri vibrationale, raman pentru grafen, nanotuburi, semiconductori 2D, aplicații).		
8.1.8. Caracterizare chimică: XPS, AES și TOF-SIMS (analiză de compoziție și stări de oxidare, sensibilitate chimică și spațială).		
8.1.9. Spectroscopia UV-Vis și PL pentru nanostructuri semiconductoare (benzile interzise, spectre de absorbție, emisie, lifetime).		



8.1.10. Tehnici de caracterizare electrică la scară nano (Van der Pauw, 4 puncte, noise spectroscopy, măsurători de conductivitate la scară nano cu AFM)		
8.1.11. I. Caracterizare termică și calorimetrie pentru nanomateriale (TG, DTA, DSC, proprietăți termice ale materialelor 2D și nanocompozitelor).		
8.1.12. II. Caracterizare termică și calorimetrie pentru nanomateriale (TG, DTA, DSC, proprietăți termice ale materialelor 2D și nanocompozitelor).		
8.1.13. Prelucrarea și interpretarea datelor		
8.1.14. Efectele compoziției chimice, atomice, moleculare, supramoleculare și reorganizarea acestora în raport cu structura și proprietățile acestora. Designul nanostructurilor		
Bibliografie 1. Munaweera, Imalka, and Madhusa, M.L. Chamalki. Characterization Techniques for Nanomaterials. United States, CRC Press, 2023. 2. M. Aluș, S. Simon, Metode experimentale avansate pentru studiul și analiza bio-nano-sistemelor, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2012, ISBN 978-606-17-0115-5. 3. D.Becherescu, V.cristea, F. Marx, I. Menessy, F.Winter, Metode fizice in chimia silicailor, Editura stiintifica si enciclopedica , Bucuresti 1987. 4. V.Pop, I. Chicinas, N. Jumate, Fizica materialelor. Metode experimentale. Presa Universitara Clujeana, 2001. 3.M.Lahmani, C.Brechignac, P.Houdy, Le nanosciences. Nanomateriaux et nanochimie, Editura Belin, Paris, 2006, ISBN 1635-8414. 5. Lucia Gagea, Ceramică de laborator. Lucrări și probleme, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2003, BCU, Biblioteca de Chimie, Biblioteca catedrei 6. 5.Ardelean, Raluca Ciceo-Lucăcel, "Fizica și tehnologia materialelor oxidice. Lucrări practice", Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, 2000. 7. 7. F.Goga, Tehnici de analiză a materialelor oxidice, Editura Presa Universitară Clujeană, 2006. 8. A.L.Ghirișan, Separarea fizico-mecanică a sistemelor eterogene solid-lichid, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 2005, ISBN973-686-662-9. 9 9. I.Lazău, C. Păcurariu, Y. Ecsedi, R.Ianoș. Metode neconvenționale utilizate în sinteza compușilor oxidici, Editura Politehnica, Timișoara 2006, ISBN (10)973-625-365-1; ISBN (13)978-973-625-365-2 10.T.Dippong, F.Goga, Tehnici avansate de analiza instrumentala. Metode termice, Editura Risoprint, Cluj napoca 2016, ISBN 978-973-53-1796-6. 10. Articole științifice a căror conținut să fie în acord cu tematica cursului și a laboratorului.		
8.2 Laborator	Metode de predare	Observații
8.2.1. Protecția muncii. Prezentarea lucrărilor de laborator și a cerințelor.		2 h
8.2.2. Analiza XRD Determinarea dimensiunii cristalitelor. Identificare faze. Debye-Scherrer + software de analiză (Match). (<i>Laborator Raze-X - FCIC sau Fac. de Fizică – UBB</i>)	Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea;	2 h
8.2.2-3. SEM + EDX Obținerea imaginilor și analiză morfologică Cartografiere elementală. Identificarea compoziției nanoparticulelor. <i>Vizită</i>		4 h
8.2.4-5. AFM: imagistică topografică Scanare, calibrare. Rugozitate și analiza suprafeței. (<i>Institutul de Chimie R. Ripan UBB</i>)		4 h
8.2.6-7. FTIR pentru polimeri și nanocompozite Identificarea grupărilor. Interpretarea spectrelor.		2 h
8.2.8. UV-Vis și PL pentru nanostructuri și structuri oxidice Determinarea benzii interzise.		2 h



8.2.9-11. Analiza termică a materialelor (stabilitate termică, descompunerea precursorilor, interpretare analiză) Studii de caz		6 h
8.2.12. Procesare date (Clasificarea nanoparticulelor din imagini)		2 h
8.2.13-14. Mini-proiect final de caracterizare Fiecare student analizează un set complet de date (seturi de date cu și fără: SEM + FT-IR + AFM + XRD) pentru o nanostructură primită.		4 h
Bibliografie 1. Munaweera, Imalka, and Madhusa, M.L. Chamalki. Characterization Techniques for Nanomaterials. United States, CRC Press, 2023. 2. D.Becherescu, V. Cristea, F. Marx, I. Menessy, F. Winter, Metode fizice in chimia silicatilor, Editura stiintifica si enciclopedica, Bucuresti 1987. 3. Munaweera, Imalka, and Madhusa, M. L. Chamalki. Smart Nanomaterials. United States, CRC Press, 2023. 4. V.Pop, I. Chicinas, N. Jumate, Fizica materialelor. Metode experimentale. Presa Universitara Clujeana, 2001. 5. M.Lahmani, C.Brechignac, P.Houdy, Le nanosciences. Nanomateriaux et nanochimie, Editura Belin, Paris, 2006, ISBN 1635-8414. 6. Lucia Gagea, CERAMICĂ de laborator. Lucrări și probleme, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2003, BCU, Biblioteca de Chimie, Biblioteca catedrei. 7. Ardelean, Raluca Ciceo-Lucăcel, "Fizica și tehnologia materialelor oxidice. Lucrări practice", Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, 2000. 8. F.Goga, Tehnici de analiză a materialelor oxidice, Editura Presa Universitară Clujeană, 2006. 9. A.L.Ghirișan, Separarea fizico-mecanică a sistemelor eterogene solid-lichid, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 2005, ISBN973-686-662-9. 10. T.Dippong, F.Goga, Tehnici avansate de analiza instrumentala. Metode termice, Editura Risoprint, Cluj napoca 2016, ISBN 978-973-53-1796-6. 11. Articole științifice a căror conținut să fie în acord cu tematica cursului și a laboratorului.		

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, studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă și calificările din ANC.
- Pregătirea conținutului cursului a fost efectuată inițial prin referire la elemente prezentate în cursuri similare la universități naționale și internaționale.

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 problematicei tratate la curs	Examen scris – accesul la examen este condiționat de prezența la laboratoare. Accesul este condiționat de susținerea cunoștințelor de laborator și prezentarea referatelor de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice.	50%
	Capacitatea de particulariza metodele de caracterizare optime pentru a putea caracteriza o nanostructură specifică	Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB	



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY
TRADITIO ET EXCELLENTIA

Tradiție și Excelență prin
Cultură - Știință - Inovație din 1581



Facultatea de Chimie și Inginerie Chimică

Str. Arany János nr. 11
Cluj-Napoca, cod poștal 400028
Tel.: 0264-59.38.33
Fax: 0264-59.08.18

secretariat.chem@ubbcluj.ro
www.chem.ubbcluj.ro

		Mini-proiect final de caracterizare	20%
10.5 Laborator	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar/laborator Prezentarea și susținerea proiectului, corectitudinea și originalitatea lui. Calitatea referatelor pregătite. Activitatea desfășurată în laborator	Referatele de laborator corespunzătoare lucrărilor practice se predau în săptămâna imediat următoare celei în care s-a efectuat lucrarea. Testul de laborator se susține în ultima săptămână de activitate didactică.	30%
10.6 Standard minim de performanță			
Condiție minimă de promovare a examenului: nota 6 la testul de laborator și proiect și nota 5 la examenul scris. Cunoașterea noțiunilor introductive și a tehnicilor de caracterizare specifice pentru nanomateriale.			

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)²



Data completării:
26 Ianuarie 2025

Semnătura titularului de curs
Lector dr. ing. Raluca Anca Mereu

Semnătura titularului de curs
Lector dr. ing. Raluca Anca Mereu

Data avizării în departament:
27.01.2025

Semnătura directorului de departament
Prof. habil. dr. ing. Graziella L. Turdean

² Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "Nu se aplică".