

FIȘA DISCIPLINEI

Materiale funcționale (curs predat în limba engleză) / Functional Materials (in English)

Anul universitar 2026-2027

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai (UBB), Cluj-Napoca, Romania, în parteneriat cu Technische Universität Chemnitz (TUC), Chemnitz, Germania
1.2. Facultatea	Chimie și Inginerie Chimică
1.3. Departamentul	Chimie
1.4. Domeniul de studii	Chimie
1.5. Ciclu de studii	Masterat
1.6. Programul de studii / Calificarea	Chimie avansată / Master în chimie
1.7. Forma de învățământ	cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Materiale funcționale (curs predat în limba engleză)			Codul disciplinei	CME6140
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Cristian SILVESTRU (UBB), Lect. Dr. ing. Lucian-Cristian POP (UBB) Prof. Dr. Michael MEHRING (TUC)				
2.3. Titularul activităților de seminar	Lect. Dr. ing. Lucian-Cristian POP (UBB) Lect. Dr. Ionuț-Tudor MORARU (UBB)				
2.4. Anul de studiu	2	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	Examen
2.7. Regimul disciplinei	Opțional		2.8. Tipul disciplinei	Disciplină de specializare (DS)	

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)					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					14
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					14
Tutoriat (consiliere profesională)					7
Examinări					4
Alte activități					0
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				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	Nivelul personal estimat de limba engleză folosind Cadrul european comun de referință pentru limbi (CEFR) ar trebui să fie minim B1.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none">• Studenții vor participa la cursuri având materialele (de ex. videoclipuri) puse la dispoziție înainte de fiecare curs.• Studenții se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise.
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	<ul style="list-style-type: none">• Studenții vor participa la seminar cu notele de curs referitoare la tema seminarului.• Studenții se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise.

6.1. Competențele dobândite în urma absolvirii programului de studii (se preiau din planul de învățământ)¹

Competențe profesionale	
Codul competenței	Competență
CP1	Dă dovadă de expertiză disciplinară <i>Demonstrate disciplinary expertise</i>
CP2	Efectuează cercetare științifică <i>Perform scientific research</i>
CP3	Aplică metode științifice <i>Apply scientific methods</i>
CP4	Gestionează procedurile de analiză chimică <i>Manage chemical testing procedures</i>
CP5	Interacționează profesional în mediile de cercetare și profesionale <i>Interact professionally in research and professional environments</i>
Competențe transversale	
Codul competenței	Competență
CT1	Lucrează independent <i>Work independently</i>
CT2	Lucrează în echipe <i>Work in teams</i>
CT3	Gândește critic <i>Think critically</i>

6.2. Rezultatele învățării specifice programului de studii (se preiau din planul de învățământ)²

Rezultatele învățării vizate prin disciplină		
Codul competenței	Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)	Abilități academice specifice (Specific academic skills)
CP1, CT3	Absolventul evaluează critic și integrează cunoștințe foarte specializate din chimie fizică, anorganică, organică, analitică și biochimie, inclusiv la granița dintre domenii, ca bază pentru raționament avansat. <i>The graduate critically evaluates and integrates highly specialised knowledge from physical, inorganic, organic, analytical chemistry and biochemistry, including at disciplinary boundaries, as a basis for advanced reasoning.</i>	Absolventul analizează concepte și dovezi științifice și sintetizează explicații coerente pentru sisteme chimice complexe, argumentând alegeri conceptuale. <i>The graduate analyses scientific concepts and evidence and synthesises coherent explanations for complex chemical systems, justifying conceptual choices.</i>
CP2, CT1	Absolventul demonstrează cunoștințe foarte specializate ca bază pentru gândire și/sau cercetare originală, incluzând conștientizarea critică a cunoștințelor de frontieră. <i>The graduate demonstrates highly specialised knowledge as a basis for original thinking and/or research, including critical awareness of frontier knowledge.</i>	Absolventul formulează întrebări/obiective de cercetare, proiectează și implementează un demers de investigare și evaluează critic rezultatele obținute. <i>The graduate formulates research questions/objectives, designs and implements an investigative approach, and critically evaluates the results obtained.</i>
CP3, CT3	Absolventul explică principiile, limitele și criteriile de validare pentru metode avansate de investigare și interpretare (experimentale și/sau computaționale), relevante în chimie avansată.	Absolventul aplică, compară și validează metode științifice pentru rezolvarea problemelor de tip cercetare și/sau inovare, integrând cunoștințe din subdomenii diferite.

¹ Se vor prelua din Planul de învățământ al programului de studii acele competențe profesionale și/sau transversale la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa disciplinei. Pentru fiecare competență se va prelua întregul enunț, inclusiv codul competenței, cu formularea care apare în planul de învățământ, fără modificări. Dacă nu se preia nici o competență din oricare din cele două categorii, se șterge linia din tabel aferentă acelei categorii.

² Se menționează rezultatele învățării specifice programului de studiu la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa. Enunțurile, preluate fără modificări din Planul de învățământ în funcție de tipul disciplinei (DF/DS/DC) se trec în dreptul competenței asociate.

	<i>The graduate explains principles, limitations and validation criteria for advanced investigation and interpretation methods (experimental and/or computational) relevant to advanced chemistry.</i>	<i>The graduate applies, compares and validates scientific methods to solve research and/or innovation problems, integrating knowledge across different subfields.</i>
CP3,CP4	Absolventul cunoaște criteriile de alegere, control și optimizare ale procedurilor de analiză chimică în funcție de scopul investigației, tipul de probă și cerințele de calitate. <i>The graduate understands the criteria for selecting, controlling and optimising chemical testing procedures according to investigation goals, sample type and quality requirements.</i>	Absolventul gestionează și optimizează proceduri de analiză chimică pentru investigații complexe, stabilind parametri, criterii de calitate și pași de interpretare pentru rezultate valide. <i>The graduate manages and optimises chemical testing procedures for complex investigations by setting parameters, quality criteria and interpretation steps to obtain valid results.</i>
CP5,CT2	Absolventul înțelege norme, roluri și practici de lucru specifice mediilor academice și profesionale de cercetare, inclusiv standarde de comunicare și colaborare. <i>The graduate understands norms, roles and working practices specific to academic and professional research environments, including communication and collaboration standards.</i>	Absolventul interacționează profesional în medii de cercetare și profesionale, oferă și utilizează feedback și își susține argumentat deciziile științifice în cadrul echipelor. <i>The graduate interacts professionally in research and professional environments, gives and uses feedback, and argues scientific decisions within teams.</i>
CP3,CT3	Absolventul înțelege criterii și standarde de calitate ale argumentării științifice (coerență, validitate, reproductibilitate, relevanță) utilizate în evaluarea concluziilor. <i>The graduate understands quality criteria and standards of scientific argumentation (coherence, validity, reproducibility, relevance) used to evaluate conclusions.</i>	Absolventul evaluează critic rezultate și interpretări și comunică argumentat concluzii și recomandări în contexte academice/profesionale, adaptând mesajul la interlocutori și scop. <i>The graduate critically evaluates results and interpretations and communicates well-argued conclusions and recommendations in academic/professional contexts, adapting the message to audiences and purpose.</i>

7. Rezultatele învățării specifice disciplinei

Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)
Studentul explică și compară relațiile dintre structură, compoziție și proprietăți în clase reprezentative de materiale funcționale, inclusiv perovskiti, spineli, polimeri de coordonare, MOF-uri și materiale 2D, argumentând rolul structurii cristaline în apariția proprietăților specifice ale materialului.
Studentul analizează principiile care stau la baza principalelor strategii de sinteză a materialelor funcționale, inclusiv reacții în stare solidă, procesul sol-gel, sinteza hidrotermală, sinteza asistată de microunde și polimerizarea „twin”, corelând metoda aleasă cu structura și proprietățile materialului obținut.
Studentul explică și evaluează critic mecanismele implicate în fotocataliză și nanocataliză și argumentează relevanța materialelor funcționale studiate pentru aplicații actuale în energie, mediu și materiale avansate.
Abilități academice specifice (Specific academic skills)
Studentul utilizează și integrează concepte de chimie a stării solide, chimie supramoleculară și știința materialelor pentru a interpreta critic exemple de materiale funcționale și pentru a justifica alegerea unor strategii sintetice adecvate.
Studentul aplică metode experimentale specifice pentru obținerea și procesarea materialelor funcționale, inclusiv sinteza Bi ₂ WO ₆ prin reacție în stare solidă, proces sol-gel, sinteză hidrotermală sau asistată de microunde, precum și tehnici de depunere pe suprafețe, și interpretează corect datele analitice rezultate.
Studentul analizează, compară și comunică argumentat, oral și în scris, date și studii de caz privind proprietățile, sinteza și aplicațiile materialelor funcționale, utilizând adecvat literatura de specialitate și susținând concluzii științifice coerente în contexte academice.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare - învățare	Observații ³
----------	------------------------------	-------------------------

³ De exemplu aspecte organizatorice, recomandări pentru studenți, aspecte specifice legate de curs/seminar cum ar fi invitarea unor practicieni în domeniu etc.

1. Introducere (inclusiv introducerea lectorilor). Fază, diagramă de fază, reacție în stare solidă vs reacție în soluție	Prezentare Explicație	1 oră
2-6. Chimia cristalelor I-V	Prezentare Explicație	5 ore
7. Compuși de tip perovskit – structuri, polimorfism, feroelectricitate	Prezentare Explicație	1 oră
8. Compuși de tip perovskit hibrid perovskites – structuri, compuși de tip perovskit pentru celule solare	Prezentare Explicație	1 oră
9. Compuși de tip spinel – structuri, magnetism	Prezentare Explicație	1 oră
10. Polimorfism – polimorfism, tranziție de fază	Prezentare Explicație	1 oră
11. Polimeri de coordinare I – blocuri de construcție, inclusiv linkeri și noduri organometalice	Prezentare Explicație	1 oră
12. Polimeri de coordinare II – strategii de sinteză	Prezentare Explicație	1 oră
13. MOF-uri – MOF-uri și materiale înrudite; aplicații	Prezentare Explicație	1 oră
14. Materiale 2D-materials I – grafene (introducere, cercetare fundamentală)	Prezentare Explicație	1 oră
15. Materiale 2D-materials II – grafene (producția, caracterizarea și aplicațiile grafenei și materialelor pe bază de grafen, inclusiv aspecte de mediu)	Prezentare Explicație	1 oră
16-19. Metode sintetice I-IV	Prezentare Explicație	4 ore
20-21. Procesul sol-gel I-II	Prezentare Explicație	2 ore
22. Polimerizare „twin”	Prezentare Explicație	1 oră
23-26. Fotocataliză I-IV	Prezentare Explicație	4 ore
27. Nanocataliză I – introducere; nanoparticule de metale tranzitionale utilizate în cataliză (dimensiune, structură, compoziție a suprafeței)	Prezentare Explicație	1 oră
28. Nanocataliză II – aplicații; studii de caz	Prezentare Explicație	1 oră

Bibliografie

1. Suport de curs (pdf) și videos – puse la dispoziție de coordonatorul cursului
2. A. R. West, *Solid State Chemistry and its Applications - Student Edition*, 2nd Ed., JohnWiley& Sons, Ltd, Chichester (UK), **2014**.
3. U. Schubert, N. Hüsing, *Synthesis of Inorganic Materials*, 4th Ed., Wiley-VCH, Weinheim (Germany), **2019**.
4. S. Kaskel (Ed), *The Chemistry of Metal–Organic Frameworks - Synthesis, Characterization and Applications* (2 vols.), Wiley-VCH, Weinheim (Germany), **2016**.
5. O. M. Yaghi, M. J. Kalmutzki, C. S. Diercks, *Introduction to Reticular Chemistry - Metal-Organic Frameworks and Covalent Organic Frameworks*, Wiley-VCH, Weinheim (Germany), **2019**.
6. S. R.Batten, S. M. Neville, D. R.Turner, *CoordinationPolymers - Design, AnalysisandApplication*, RSC Publishing, Cambridge (UK), **2009**.
7. O. L.Ortiz, L. D. Ramirez (Eds),*CoordinationPolymersandMetalOrganic Frameworks - Properties, TypesandApplications*, Nova Science Publishers, New York (USA), **2012**.
8. E. Hey-Hawkins, M. Hissler, *Smart Inorganic Polymers - Synthesis, Properties, and Emerging Applications in Materials and Life Sciences*,Wiley-VCH, Weinheim (Germany), **2019**.
9. A. C. Ferrari,*et al*,*Science and Technology Roadmap for Graphene, Related Two-Dimensional Crystals, and Hybrid Systems (Review Article)*,*Nanoscale*, **2015**, 7, 4598–4810.
10. P. Serp, K. Philippot (Eds), *Nanomaterials in Catalysis*, Wiley-VCH, Weinheim (Germany), **2012**.

11. Recenzii și articole din literatura științifică recentă (ACS, Wiley, Elsevier, RCS, etc.).		
8.2.1 Seminar	Metode de predare - învățare	Observații
1. Bloc seminar I - chimie cristalină; structuri de tip perovskit; structuri de tip perovskit hibrid; spinel; polimorfism (un subiect din fiecare)	Conversație; Învățarea prin descoperire; Rezolvarea problemelor	bloc de 4 ore – 5 teme de seminar
2. Bloc seminar II - polimeri de coordonare (2 teme); MOF-uri (2 subiecte); Materiale 2D – grafene (3 subiecte)	Conversație; Învățarea prin descoperire; Rezolvarea problemelor	bloc de 4 ore – 7 teme de seminar
3. Bloc seminar III - metode sintetice (2 teme); procedeul sol-gel (1 subiect); polimerizare dublă (1 subiect)	Conversație; Învățarea prin descoperire; Rezolvarea problemelor	bloc de 3 ore – 4 teme de seminar
4. Bloc seminar IV - fotocataliză (1 subiect); nanocataliză (3 subiecte)	Conversație; Învățarea prin descoperire; Rezolvarea problemelor	bloc de 3 ore – 4 teme de seminar
Bibliografie 1. Suport de curs (pdf) și cursuri înregistrate – puse la dispoziție de coordonatorul cursului. 2. Recenzii și articole științifice la alegere, dar nu mai vechi de 2020 (din reviste de specialitate ACS, RCS, Wiley, Elsevier, etc.).		
8.2.2 Laborator	Metode de predare - învățare	Observații
1. Degradarea fotocatalitică a unei soluții de colorant	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	1 oră
2. Sinteza Bi ₂ WO ₆ : reacție în stare solidă	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	1 oră
3. Sinteza Bi ₂ WO ₆ : proces sol gel	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	1 oră
4. Sinteza Bi ₂ WO ₆ : sinteza hidrotermală	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	1 oră
5. Acoperire prin pulverizare cu Bi ₂ WO ₆ prin tehnica <i>air brush</i>	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	1 oră
6. Sinteza Bi ₂ WO ₆ : sinteză asistată de microunde	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	1 oră
7. Discutarea lucrărilor practice și a datelor analitice	Experimente; Învățarea prin descoperire; Interpretarea datelor analitice	8 ore
Bibliografie 1. Note de suport de laborator (pdf) și video puse la dispoziție de coordonatorul cursului. 2. G. E. J. Poinern, <i>A Laboratory Course in Nanoscience and Nanotechnology</i> , Taylor and Francis Group, ISBN: 1482231034, 2014 .		

9. Evaluare

Tip activitate	9.1 Criterii de evaluare ⁴	9.2 Metode de evaluare ⁵	9.3 Pondere din nota finală
9.4 Curs	Corectitudinea răspunsurilor – înțelegerea și învățarea corespunzătoare a noțiunilor și conceptelor discutate în timpul prelegerilor;	Examen oral / scris. Frauda dovedită sau tentativa de	50%

⁴ Criteriile de evaluare trebuie să reflecte direct rezultatele învățării vizate la nivel de program de studii, respectiv la nivel de disciplină. Mai concret, se evaluează achizițiile de învățare menționate în rezultatele anticipate ale învățării.

⁵ Se recomandă stabilirea atât a metodelor de evaluare finală, cât și a strategiei de evaluare pe parcurs.

	utilizarea corectă a conceptului învățat în contexte noi.	fraudă se sancționează conform normelor ECST ale UBB.	
	Rezolvarea corectă a problemelor în cadrul materiilor de examen		
9.5.1 Seminar	Calitatea prezentării și discuții pe marginea temei	Prezentare <i>on-line</i>	25%
9.5.2. Laborator	Interpretarea corectă a datelor analitice și discuții	Raport de laborator - predat la finalul cursului practic.	25%
9.6 Standard minim de promovare			
• Obținerea notei 5 (cinci) la examenul final, la prezentarea de seminar și la raportul de laborator.			

10. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)⁶

		Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă						
								Nu se aplică nici o etichetă

Data completării:
17.04.2026

Semnătura titularului de curs
Prof. Dr. Cristian Silvestru

Semnătura titularului de seminar
Lect. Dr. ing. Lucian-Cristian Pop

Lect. Dr. ing. Lucian-Cristian Pop

Lector Dr. Ionuț-Tudor Moraru

Data avizării în departament:
24.04.2026

Semnătura directorului de departament
Prof. Dr. Monica Ioana Toșa

⁶ Selectați o singură etichetă, cea care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivește cel mai bine disciplinei. Dacă disciplina tratează tema dezvoltării durabile la modul general (de ex. prin prezentarea/introducerea cadrului general al dezvoltării durabile etc.) atunci se poate alocă eticheta generală de Dezvoltare Durabilă. Dacă niciuna dintre etichete nu descrie disciplina, selectați ultima opțiune: „Nu se aplică nici o etichetă”.