

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	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Chimia și Ingineria Substanțelor Organice, Petrochimie și Carbochimie / Inginerie Biochimică / Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice / Ingineria Substanțelor Anorganice și Protecția Mediului / Știința și Ingineria Materialelor Oxidice și Nanomateriale / Chimie Alimentară și Tehnologii Biochimice / Inginer chimist

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Ingineria reacțiilor chimice cu aplicații în tehnologia organică - CRL2184						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoș						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoș						
2.4 Anul de studiu	IV	2.5 Semestrul	7	2.6. Tipul de evaluare	VP	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 seminar	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					14
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					10
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					25
Tutoriat					3
Examinări					3
Alte activități:					-
3.7 Total ore studiu individual		55			
3.8 Total ore pe semestru		125			
3.9 Numărul de credite		4			

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

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

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> Studentii se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise Nu va fi acceptată întârzierea
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> Studentii se vor prezenta la seminar cu telefoanele mobile închise Studentii se vor prezenta în laborator cu halat și manusi. Studentii nu pot lăsa nesupravegheată o instalație în funcțiune Predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a lucrării

- Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale

- Identificarea și utilizarea adecvată a limbajului, conceptelor, abordărilor, teoriilor, modelelor și metodelor elementare pentru: monitorizarea procesului, automatizarea clasică și cea bazată pe sisteme de calcul a proceselor (bio)chimice
- Explicarea și interpretarea modului de funcționare a sistemelor de monitorizare și automatizare procese (bio)chimice, cu și fără sistem de calcul
- Rezolvarea problemelor de exploatare și operare a ansamblului integrat: sistem de monitorizare, sistem de automatizare, sistem de calcul și proces (bio)chimic
- Evaluarea și analiza performanțelor sistemelor de automatizare (traductoare, elemente de execuție, reglatoare, sisteme de protecție) și monitorizare (software și hardware) în ansamblul integrat proces-sistem de monitorizare/automatizare, în scopul identificării de soluții pentru îmbunătățirea performanțelor acestora
- Implementarea de soluții hardware/software pentru probleme tipice și elementare de îmbunătățire a sistemelor de monitorizare și automatizare procese (introducerea de sisteme de măsură, reglare, monitorizare, prelucrare de date)
- Utilizarea limbajului, conceptelor de modelare matematică și a tehnicilor de programare utilizând limbaje de programare de uz general și specific ingineriei chimice și de proces
- Explicarea funcționării aparatelor, utilajelor și proceselor de bază din industriile de proces pe baza mediilor software care descriu comportarea acestora prin modele matematice simple (staționare) și prin prelucrări statistice de date de proces
- Dezvoltarea de modele matematice simple (dinamice) pentru aparatele, utilajele și procesele din industriile de proces și implementarea acestora în simulatoare utilizate la predicția evoluției principalelor mărimi de proces în scopul asigurării exploatarei la parametrii de regim nominal și pentru instruirea operatorilor
- Dezvoltarea de modele matematice simple staționare sau dinamice pentru aparatele, utilajele și procesele din industriile de proces și implementarea acestora în simulatoare utilizate la evaluarea performanțelor proceselor pentru identificarea unor soluții de operare prezentând avantaje economice, eficiență energetică mărită, siguranță sporită în exploatare și impact redus asupra mediului
- Adaptarea și utilizarea modelelor matematice pentru proiectarea tehnologică și implementarea acestora în sisteme de conducere automată cu scopul obținerii unor soluții optime prezentând avantaje economice, eficiență energetică mărită, siguranță sporită în exploatare și impact redus asupra mediului
- Utilizarea limbajului și cunoștințelor elementare de inginerie mecanică, electrică, ingineria sistemelor, dezvoltare durabilă, management și marketing asociate celor de comunicare precum și utilizarea mijloacelor informatice de prezentare/informare
- Explicarea și interpretarea bazată pe analiza sistemică a problemelor complexe prezente într-un proces (bio)chimic pentru înțelegerea interdependențelor dintre sistemele chimice, mecanice, electrice și de management-marketing, care concură la manifestarea sa ca întreg
- Gestionarea interdisciplinară, sistemică și din perspectiva dezvoltării durabile a problematicii de conducere a unor procese (bio)chimice consacrate pentru rezolvarea problemelor de dificultate medie, în contexte bine definite; sesizarea curenților tehnici și manageriale provenind din lipsa de coordonare și evidențierea posibilităților de corecție
- Evaluarea și analiza critic-constructivă a metodelor și practicilor elementare cu referire la sistemele de conducere și de management și marketing, în principal cu privire la metode, principii, clasificare, comparare produse, compararea piețelor, identificarea disfuncționalităților și a neîncadrărilor în restricțiile legislative, inclusiv din perspectiva dezvoltării durabile
- Formularea, dezvoltarea și implementarea sistemică, de soluții pentru probleme tipice și elementare de organizare, promovare de produse, promovare de imagine, reorganizare, adaptare, cooperare și asociere reciproc avantajoasă pentru procese de producție tipice, utilizând instrumente informatice de prezentare/informare

Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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 (de ex. prezentare PowerPoint, utilizare resurse informaționale în format electronic etc.)
--------------------------------	---

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> • Să familiarizeze studenții cu noțiunile de bază, conceptele, teoriile și modelele de bază din domeniul ingineriei reacțiilor chimice (reactoare eterogene gaz-solid catalitice și necatalitice, reactoare gaz-lichid, reactoare trifazice etc.) cu aplicații în diverse procese de sinteză organice, anorganice și biochimice
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> • Dobândirea cunoștințelor teoretice de bază pentru analiza reacțiilor chimice în sistem eterogen, a reactoarelor chimice eterogene în diferite cazuri (G-S catalitice și necatalitice, G-L, G-L-S) • Dobândirea cunoștințelor referitoare la întocmirea bilanțurilor de masă, energie și impuls pentru reactoarele chimice eterogene (cu aplicații în diverse procese de sinteză organice, anorganice și biochimice) și deducerea ecuațiilor caracteristice • Dobândirea cunoștințelor referitoare la etapele ce trebuie parcurse la proiectarea unui reactor chimic eterogen și noțiuni de modelare matematică și simulare a acestora

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Introducere în ingineria reacțiilor chimice eterogene. Clasificarea reacțiilor chimice eterogene. Definirea vitezei procesului eterogen. Regimurile de desfășurare a proceselor eterogene. Modul de contactare a fazelor.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	
8.1.2. Reacții eterogene gaz – solid necatalitice. Exemple de procese industriale gaz – solid necatalitice. Etapele procesului eterogen gaz – solid necatalitic. Clasificarea proceselor gaz – solid necatalitice. Modele folosite pentru caracterizarea procesului eterogen gaz – solid necatalitic: modelul cu miez nereacționat și modelul omogen. Cinetica procesului gaz – solid necatalitic.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.3. Reacții eterogene gaz – solid necatalitice. Identificarea etapei determinante de viteză. Duratele de conversie totală a granulelor de solid. Deducerea expresiilor conversie – timp pentru diferite geometrii ale granulelor de solid (sferică, cilindrică, plană). Modelul cu miez nereacționat. Modelul omogen. Modelul general al procesului gaz – solid necatalitic.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.4. Reacții eterogene gaz – solid necatalitice. Reactoare folosite pentru procese gaz – solid necatalitice. Regimul termic al reactoarelor gaz – solid	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	

necatalitice. Exemple de reactoare industriale gaz – solid necatalitice. Dimensionarea reactoarelor gaz – solid necatalitice în diferite situații: circulație D a solidului și granulație uniformă a solidului, circulație D a solidului și granule de dimensiuni diferite, circulație R a solidului și granulație uniformă, circulație R a solidului și granule de dimensiuni diferite.	Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.5. Reacții eterogene în sistem fluid - fluid. Reacții eterogene gaz – lichid. Exemple de procese industriale gaz – lichid. Modele fizice pentru descrierea procesului eterogen gaz – lichid: modelul stratului dublu, modelul penetrației, modelul reînnoirii suprafeței, model mixt film – penetrare. Profilele de concentrații ale reactanților la interfață. Interacțiunea dintre reacția chimică și transferul de masă în cazul proceselor eterogene gaz – lichid. Factor de amplificare. Factor de utilizare a fazei lichide. Absorbția fizică.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.6. Reacții eterogene gaz – lichid. Cinetica procesului eterogen gaz - lichid. Ecuația de bilanț de masă. Deducerea expresiilor matematice ale procesului în următoarele cazuri ale proceselor eterogene gaz - lichid: reacție chimică instantanee, reacție ireversibilă de pseudo-ordin unu, reacție chimică lentă și reacție chimică foarte lentă. Modulul lui Hatta.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.7. Reacții eterogene gaz - lichid. Reactoare eterogene gaz – lichid. Clasificare și criterii de selecție a tipului de reactor. Dimensionarea reactoarelor eterogene gaz – lichid cu umplutură udă în diferite situații: reacție chimică instantanee (reacție la interfață, reacție în filmul de lichid și modelul combinat) și reacție chimică rapidă.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.8. Reacții eterogene gaz – lichid. Dimensionarea reactoarelor eterogene gaz – lichid cu talere, cu barbotare și a celor cu agitare mecanică. Reactoare eterogene lichid – lichid.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.9. Reacții eterogene gaz – solid catalitice. Exemple de procese industriale eterogene gaz – solid catalitice. Proprietățile catalizatorilor. Constituenții structurali ai unui catalizator. Cinetica proceselor gaz – solid catalitice. Etapele procesului eterogen gaz – solid catalitic. Difuzia externă și difuzia internă. Adsorbția fizică și adsorbție chimică (chemosorbția). Izoterme de adsorbție: izoterma Langmuir, izoterma Freundlich și izoterma Temkin.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.10. Reacții eterogene gaz – solid catalitice. Modele cinetice ale proceselor eterogene gaz – solid catalitice pe catalizatori poroși: modelul Langmuir – Hinshelwood – Houghton – Watson (LHHW), modelul Rideal – Eley (RE). Procese de transport prin pori. Factorul de eficacitate intern (izoterm și neizoterm). Procese de transport prin filmul de gaz. Factor de eficacitate extern	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	

8.1.11. Reacții eterogene gaz – solid catalitice. Cinetica procesului eterogen gaz –solid catalitic pe catalizatori neporoși. Dezactivarea catalizatorilor. Reactoare catalitice gaz – solid. Dimensionarea reactoarelor catalitice gaz – solid. Reactoare catalitice cu strat fix. Reactoare catalitice multistrat. Reactoare catalitice monolit. Reactoare catalitice cu strat fluidizat. Reactoare catalitice cu strat circulant de catalizator.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.12. Modelarea matematică a reactoarelor catalitice cu strat fix și strat fluidizat de catalizator. Ecuații de dimensionare. Ecuațiile de bilanț de masă, energie și impuls. Regimul termic al reactoarelor catalitice. Reacții eterogene în sistem trifazic gaz – lichid – solid. Cinetica procesului trifazic. Reactoare eterogene în sistem trifazic.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea	
8.1.13. Tendințe noi în ingineria reacțiilor chimice. Separări reactive (distilarea reactivă). Computational Fluid Dynamics (CFD). Microreactoare.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	
8.1.14. Aspecte de optimizare a reactoarelor chimice. Reglarea reactoarelor chimice. Integrarea reactorului chimic în ansamblul instalației.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	
Bibliografie: 1. E. Gavrilă, s.a., Ingineria reacțiilor chimice. Utilaj specific, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj – Napoca, vol. II, 1988. 2. G. Bozga, O. Muntean, Reactoare chimice, vol. II, Editura Tehnică, București, 2001. 3. O. Levenspiel, Chemical reaction engineering, John Wiley & Sons, New York, 1999. 4. M. Olea, Ingineria reacțiilor chimice și utilaj specific. Culegere de probleme, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj – Napoca, 1995. 5. E. Gavrilă, A. Ozunu, Ingineria reacțiilor chimice. Îndrumar de lucrări practice și proiect, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj – Napoca, 1996. 6. C. Cormos, Decarbonizarea combustibililor fosili solizi prin gazeificare, Presa Universitară Clujeană, 2008. 7. C.C. Cormos, Ingineria reacțiilor chimice - Aplicații practice pentru studiul reactoarelor omogene și eterogene gaz-lichid, Presa Universitară Clujeană, 2014. 8. C.C. Cormos, Ingineria reacțiilor chimice, suport de curs, 2021.		
8.2 Seminar	Metode de predare	Observații
8.2.1. Elemente de termodinamică chimică. Aplicații numerice pentru calcularea efectului termic al reacțiilor chimice. Ciclul lui Hess. Calcularea variației entropiei și entalpiei libere Gibbs. Echilibrul chimic. Calculul conversiei de echilibru din date termodinamice. Ecuația lui Berthelot. Factori care influențează echilibrul chimic.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.2. Echilibrul chimic. Calculul conversiei de echilibru din date termodinamice. Ecuația lui Berthelot. Factori care influențează echilibrul chimic.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.3. Aplicații numerice pentru procese eterogene gaz – solid necatalitice în diverse procese de sinteză organice, anorganice și biochimice. Determinarea etapei determinante de viteză a procesului eterogen. Calcularea timpului de conversie totală a granulei în diferite domenii de lucru (difuzional, cinetic).	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.4. Aplicații numerice pentru procese eterogene gaz	Explicația;	

– solid necatalitice. Calcule de dimensionare a reactoarelor eterogene gaz – solid necatalitice (curgere D și granulație uniformă a solidului, curgere D și distribuție granulometrică a solidului, curgere R și granulație uniformă a solidului, curgere R și distribuție granulometrică a solidului).	Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.5. Aplicații numerice pentru procese eterogene gaz – solid necatalitice. Calcule de dimensionare a reactoarelor eterogene gaz – solid necatalitice (curgere D și granulație uniformă a solidului, curgere D și distribuție granulometrică a solidului, curgere R și granulație uniformă a solidului, curgere R și distribuție granulometrică a solidului). Aplicații numerice pentru procese gaz - lichid. Absorbția fizică.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.6. Aplicații numerice pentru procese gaz - lichid. Absorbția fizică. Calcularea coeficienților de transfer de masă, modulului lui Hatta, factorului de amplificare și factorului de utilizare a fazei lichide.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.7. Aplicații numerice pentru procese gaz - lichid cu aplicații în diverse procese organice. Calcule de dimensionare a reactoarelor eterogene gaz – lichid (umplură udă, talere) pentru diferite domenii de lucru: reacție chimică la interfață, reacție chimică în filmul de lichid etc.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.8. Calcule de bilanț și de dimensionare a reactoarelor eterogene gaz – lichid (coloane cu umplură udă) pentru diferite domenii de lucru: reacție chimică la interfață, reacție chimică în filmul de lichid etc. Compararea rezultatelor de calcul cu cele experimentale (utilizarea kitului de absorbție Armfield UOP 7).	Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.9. Calcule de determinare a vitezei procesului de absorbție cu particularizarea pentru absorbția dioxidului de carbon în apă (absorbție fizică) și în soluție de hidroxid de sodiu sau alcanolamine (absorbție chimică). Compararea rezultatelor de calcul cu cele experimentale (utilizarea kitului de absorbție Armfield UOP 7).	Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.10. Calcule de determinare a coeficientului total de transfer de masă în coloane de absorbție gaz-lichid cu talere și umplură. Compararea rezultatelor de calcul cu cele experimentale (utilizarea kitului de absorbție Armfield UOP 7).	Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.11. Calcule de determinare a pierderii de presiune pe coloanele de absorbție gaz-lichid cu umplură udă și cu talere. Compararea rezultatelor de calcul cu cele experimentale (utilizarea kitului de absorbție Armfield UOP 7).	Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.12. Aplicații numerice pentru procese eterogene gaz – solid catalitice. Cinetica proceselor gaz – solid catalitice. Etapele procesului eterogen gaz – solid catalitic. Difuzia externă și difuzia internă. Adsorbția fizică și adsorbție chimică (chemosorbția). Izoterme de adsorbție Langmuir. Modele cinetice ale proceselor eterogene gaz – solid catalitice pe catalizatori poroși:	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	

modelul Langmuir – Hinshelwood – Hougen – Watson (LHHW), modelul Rideal – Eley (RE).		
8.2.13. Aplicații numerice pentru procese eterogene gaz – solid catalitice în diverse procese de sinteză organice, anorganice și biochimice. Modelarea matematică a reactoarelor catalitice cu strat fix și strat fluidizat de catalizator. Ecuații de dimensionare. Ecuațiile de bilanț de masă, energie și impuls. Regimul termic al reactoarelor gaz – solid catalitice.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.14. Aplicații numerice pentru procese eterogene gaz – solid catalitice. Modelarea matematică a reactoarelor catalitice cu strat fix și strat fluidizat de catalizator. Ecuații de dimensionare. Ecuațiile de bilanț de masă, energie și impuls. Regimul termic al reactoarelor gaz – solid catalitice.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
Bibliografie: 1. E. Gavrilă, s.a., Ingineria reacțiilor chimice. Utilaj specific, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj – Napoca, vol. II, 1988. 2. G. Bozga, O. Muntean, Reactoare chimice, vol. II, Editura Tehnică, București, 2001. 3. O. Levenspiel, Chemical reaction engineering, John Wiley & Sons, New York, 1999. 4. M. Olea, Ingineria reacțiilor chimice și utilaj specific. Culegere de probleme, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj – Napoca, 1995. 5. E. Gavrilă, A. Ozunu, Ingineria reacțiilor chimice. Îndrumar de lucrări practice și proiect, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj – Napoca, 1996. 6. C. Cormos, Decarbonizarea combustibililor fosili solizi prin gazeificare, Presa Universitară Clujană, 2008. 7. C.C. Cormos, Ingineria reacțiilor chimice. Aplicații practice pentru studiul reactoarelor omogene și eterogene gaz-lichid, Presa Universitară Clujană, 2014. 8. C.C. Cormos, Ingineria reacțiilor chimice, suport de curs, 2021.		

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

<ul style="list-style-type: none"> Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordarea aspectelor practice incluse în disciplina Ingineriei Reacțiilor Chimice (IRC) 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 problematicei tratate la curs Rezolvarea corectă a problemelor	Examen scris online – accesul la verificarea pe parcurs este condiționat de prezența la seminar și prezentarea referatelor de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB	85 %

10.5 Seminar	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar/laborator	Referatele de calcul ale aplicațiilor numerice rezolvate se verifică în fiecare ședință de seminar	15 %
	Calitatea referatelor și proiectelor pregătite		
	Activitatea desfășurată în laborator/seminar/proiect		
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none">• Nota 5 (cinci) atât la colocviul de laborator/proiect cât și la examen conform baremului.• Cunoașterea noțiunilor introductive cu privire la reactoarele chimice eterogene; însușirea corectă a ecuațiilor de bilanț de proprietate pe reactor și ecuațiile caracteristice, rezolvarea aplicațiilor numerice pentru calculul și proiectarea reactoarelor eterogene (gaz-solid catalitice și necatalitice, gaz-lichid, gaz-lichid-solid etc.).			

Data completării

05.04.2021

Semnătura titularului de curs

Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoș



Semnătura titularului de seminar

Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoș



Data avizării în departament

21 aprilie 2021

Semnătura directorului de departament



Prof. univ. dr. ing. Graziella Turdean

