

## 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	Master
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Inginerie Chimică Avansată de Proces / master

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei			<b>Integrarea termică și tehnologia pinch – CMR7333</b>					
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	II	2.5 Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DF/Obl.	

### 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 (inclusiv în format electronic), bibliografie și notițe					25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					20
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					15
Tutoriat					6
Examinări					3
Alte activități: .....					-
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	<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 se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise</li> <li>Nu va fi acceptată întârzierea</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studentii se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise</li> <li>Studentii se vor prezenta în laborator cu halat, manusi, cârpă de laborator.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții nu pot 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> </ul>
--	--

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Explicarea și interpretarea modului de funcționare a sistemelor de monitorizare și automatizare procese (bio)chimice, cu și fără sistem de calcul</li> <li>• Rezolvarea problemelor de exploatare și operare a ansamblului integrat: sistem de monitorizare, sistem de automatizare, sistem de calcul și proces (bio)chimic</li> <li>• 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</li> <li>• Implementarea de soluții hardware/software pentru probleme tipice și elementare de îmbunătățire a sistemelor de monitorizare și automatizare procese (îmbunătățirea/introducerea de sisteme de măsură, reglare, monitorizare, prelucrare de date on/off-line)</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Evaluarea și analiza critic-constructivă a metodelor și practicilor elementare cu referire la sistemele 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</li> <li>• 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</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executarea sarcinilor profesionale conform cerințelor precizate și în termenele impuse (cu accent pe tehnicile moderne de lucru cu ajutorul calculatorului și a prezentării PowerPoint a diferitelor variante tehnologice evaluate), cu respectarea normelor de etică profesională și de conduită morală, urmând un plan de lucru prestabilit și cu îndrumare calificată</li> <li>• Rezolvarea sarcinilor profesionale în concordanță cu obiectivele generale stabilite prin integrarea în cadrul unui grup de lucru și distribuirea de sarcini pentru nivelurile subordonate</li> <li>• 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</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"><li>Să familiarizeze studenții cu noțiunile de bază, conceptele, teoriile și modelele de bază din domeniul integrării termice și analizei pinch aplicate proceselor chimice și de conversie a energiei</li></ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"><li>Dobândirea cunoștințelor teoretice de bază privind integrarea termică a proceselor</li><li>Dobândirea cunoștințelor referitoare la managementul energetic al proceselor industriale, realizarea analizei pinch, evaluarea aspectelor de consum energetic și costuri de capital</li><li>Dobândirea cunoștințelor referitoare la cele mai importante sisteme de conversie a energiei, captarea și stocarea dioxidului de carbon, modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei și a diferitelor procese chimice</li></ul>

## 8. Conținut

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Noțiuni recapitulative de modelare și simulare a proceselor chimice. Proiectarea conceptuală a proceselor chimice. Importanță și metodologie, metoda inginerescă. Ierarhia deciziilor în proiectarea unei instalații chimice. Date necesare în proiectare.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.2. Elemente de inginerie economică. Costuri de capital și costuri de operare. Metode de estimare a costurilor. Amortizarea echipamentelor, modalități de calcul, valoarea prezentă și viitoare a banilor, calculul cash – flow. Indici de măsură a rentabilității și profitabilității unui proces tehnologic. Potențialul economic al procesului.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.3. Date necesare în proiectarea sistemelor chimice și de conversie a energiei. Metode de decarbonizare a sistemelor de conversie a energiei. Cuantificarea impactului asupra mediului a sistemelor de conversie a energiei. Elemente de bază privind evaluarea economică a unei instalații de conversie a energiei. Costuri de capital și costuri de operare, calcularea prețului unitar al vectorului energetic produs. Indici de măsură a rentabilității și profitabilității unui proces.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.4. Integrarea energetică a schemei tehnologice. Introducere în analiza pinch: importanță, principii de bază, stabilirea necesarului minim de încălzire și răcire a procesului tehnologic, construirea diagramelor cascade, a diagramei temperatură – entalpie și a curbelor grand composite, regulile analizei pinch. Aplicații informatice pentru realizarea analizei pinch.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.5. Integrarea energetică a schemei tehnologice. Stabilirea targeturilor energetice pentru o instalație chimică (rețea de schimbătoare de căldură). Aplicații informatice pentru realizarea analizei pinch, prelucrarea datelor de simulare obținute prin programele ChemCAD și Aspen pentru realizarea unui studiu de integrare energetică a instalației.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.6. Integrarea energetică a schemei tehnologice. Stabilirea costurilor de capital pentru o rețea de	Prelegerea; Explicația Conversația;	

schimbătoare de căldură. Costurile totale ale rețelei de schimbătoare de căldură (capital și energie). Optimizarea rețelei de schimbătoare de căldură.	Descrierea; Dezbaterea	
8.1.7. Proiectarea rețelei de schimbătoare de căldură. Integrarea energetică a procesului. Determinarea numărului de schimbătoare de căldură și estimarea ariilor de transfer termic. Estimarea costurilor de capital pentru rețeaua de schimbătoare de căldură.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.8. Proiectarea rețelei de schimbătoare de căldură. Integrarea energetică a schemei tehnologice. Proiectarea deasupra punctului de pinch. Proiectarea dedesuptul punctului de pinch. Combinații fezabile. Cicluri și căi. Reguli pentru ruperea unui ciclu și restaurarea diferenței minime de temperatură. Reducerea numărului de schimbătoare de căldură. Avantajele și dezavantajele analizei pinch, analiza economică a rețelei de schimbătoare de căldură, controlabilitatea unui proces chimic integrat termic.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.9. Noțiuni de modelare și simulare a proceselor chimice, termo-chimice și electro-chimice (combustie, gazeificare, reformare catalitică, pile de combustie etc.). Caracterizarea chimică și termo-chimică a combustibililor. Proiectarea conceptuală a proceselor de conversie a energiei. Eficiența energetică și exergetică a sistemelor de conversie a energiei. Cicluri termodinamice de bază (Rankine și Brayton).	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.10. Integrarea căldurii și puterii într-o instalație industrială. Sisteme de conversie a energiei pentru combustibili fosili: centralele termice pe gaz metan / cărbune / lignit, gazeificarea cărbunilor, reformarea catalitică a hidrocarburilor. Noțiuni de termo-tehnică. Ciclurile termodinamice Brayton și Rankin, mijloace de creșterea a eficienței energetice. Turbinele de gaz și turbinele de abur.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.11. Proiectarea sistemului de generare abur într-o centrală termică (Heat Recovery Steam Generator - HRSG). Studiul de integrare a căldurii și puterii în cazul gazeificării cărbunilor. Sisteme de conversie a energiei (cazul gazeificării cărbunilor / lignitului) cuplate cu procese chimice (sinteza hidrogenului, metanolului, amoniacului / uree). Decarbonizarea combustibililor fosili. Captarea și stocarea CO <sub>2</sub> : pre-combustion și post-combustion capture. Solvenți folosiți pentru captarea CO <sub>2</sub> .	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.12. Decarbonizarea combustibililor fosili. Tehnologii de captare și stocare a carbonului: pre-combustia, post-combustia. Solvenți folosiți pentru captarea CO <sub>2</sub> .	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.13. Procese de combustie și oxi-combustie. Termocentrale în regim sub și super-critic. Desulfurarea și denitrificarea gazelor de ardere. Evaluări tehnico-economice ale termocentralelor.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea; Dezbaterea	
8.1.14. Sisteme de conversie a energiei regenerabile (soare, eoliene, cicluri termo-chimice). Lanțul energetic al hidrogenului. Metode de producere și	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea;	

utilizare a hidrogenului.	Dezbaterea	
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J.M. Douglas, Conceptual design of chemical processes, McGraw-Hill Book Company, New York, U.S.A, 1988.</li> <li>2. R. Smith, Chemical process: Design and integration, 2-nd edition, John Wiley / Sons, 2016.</li> <li>3. W. D. Seider, J. D. Seader, D. R. Lewin, Product &amp; process design principles, John Wiley / Sons, 2004.</li> <li>4. A. Dimian, Integrated design and simulation of chemical processes, Elsevier, 2003.</li> <li>5. C. Higman, M. Van der Burgt, Gasification, 2-nd edition, Gulf Professional Publishing, 2008.</li> <li>6. C.C. Cormos, Decarbonizarea combustibililor fosili solizi prin gazeificare, Presa Universitara Clujana, 2008.</li> <li>7. C.C. Cormos, Integrarea termică și tehnologia pinch, suport de curs, 2021.</li> </ol>		
<b>8.2 Seminar</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>
8.2.1. Introducere în programe de modelare și simulare a proceselor chimice (ChemCAD, Aspen, HYSYS, Pro/II). Studii de caz: simularea proceselor în condiții staționare și nestaționare (exemplificare pentru distilarea discontinuă - batch).	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.2. Studii de caz: simularea proceselor chimice în condiții dinamice (folosind programele ChemCAD si Aspen), studii de senzitivitate parametrică, studii de controlabilitate.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.3. Aplicații numerice pentru integrarea energetică și analiza pinch a proceselor chimice. Determinarea necesarului minim de încălzire și răcire a procesului tehnologic, diagrame cascadă, diagrame temperatură – entalpie, curbe grand compozite. Aplicații Excel pentru realizarea analizei pinch.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.4. Proiectarea rețelei de schimbătoare de căldură, determinarea ariei de transfer termic și a numărului de schimbătoare de căldură. Estimarea costurilor de capital pentru o rețea de schimbătoare de căldură.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.5. Estimarea costurilor de capital și de operare pentru o rețea de schimbătoare de căldură. Controlabilitatea unei scheme tehnologice integrată termic.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.6. Integrarea căldurii și puterii într-o instalație industrială. Modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei pentru combustibili fosili: cazul centralelor termice pe gaz metan / cărbune / lignit. Ciclurile termodinamice Brayton și Rankin. Simularea Heat Recovery Steam Generator (HRSG).	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.7. Modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei în cazul combustibililor fosili (cărbune și lignit). Integrarea procesului de uscare a combustibilului prin procesul în strat fluidizat.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.8. Modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei pentru combustibili fosili: cazul gazeificării cărbunilor (studiu de caz: procesul Shell cu și fără captarea CO <sub>2</sub> ). Ciclu combinat gaze - abur.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.9. Modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei pentru combustibili fosili: cazul gazeificării cărbunilor (studiu de caz: procesul Shell cu și fără captarea CO <sub>2</sub> ). Ciclu combinat gaze - abur.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.10. Modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei pentru combustibili fosili: cazul gazeificării	Explicația; Conversația;	

cărbunilor (studiu de caz: procesul GE-Exaco cu și fără captarea CO <sub>2</sub> ). Ciclu combinat gaze - abur.	Descrierea; Problematizarea	
8.2.11. Modelarea și simularea sistemelor de conversie a energiei pentru combustibili fosili: cazul gazeificării cărbunilor (studiu de caz: procesul GE-Exaco cu și fără captarea CO <sub>2</sub> ). Ciclu combinat gaze - abur.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.12. Modelarea și simularea termocentralelor operate în regim super-critic cu și fără captarea CO <sub>2</sub> . Evaluarea diferitelor metode de captare post-combustie a CO <sub>2</sub> .	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.2.13. Modelarea și simularea termocentralelor operate în regim super-critic cu și fără captarea CO <sub>2</sub> . Calcularea performanțelor energetice și a elementelor de analiză economică	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
8.1.14. Modelarea și simularea gazeificării cărbunilor cuplate cu instalații chimice. Studii de caz: sinteza metanolului / amoniac / uree. Sisteme de poli-generare folosind procesul de gazeificare.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea	
<b>Bibliografie</b> 1. J.M. Douglas, Conceptual design of chemical processes, McGraw-Hill Book Company, New York, U.S.A, 1988. 2. R. Smith, Chemical process: Design and integration, 2-nd edition, John Wiley / Sons, 2016. 3. W. D. Seider, J. D. Seader, D. R. Lewin, Product & process design principles, John Wiley / Sons, 2004. 4. A. Dimian, Integrated design and simulation of chemical processes, Elsevier, 2003. 5. C. Higman, M. Van der Burgt, Gasification, 2-nd edition, Gulf Professional Publishing, 2008. 6. C.C. Cormos, Decarbonizarea combustibililor fosili solizi prin gazeificare, Presa Universitara Clujana, 2008. 7. C.C. Cormos, Integrarea termică și tehnologia pinch, 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"> <li>Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordarea aspectelor practice incluse în disciplina "Integrarea termică și tehnologia pinch", studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă și calificările din ANC.</li> </ul>
--

## 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 online – accesul la examen este condiționat de prezentarea temelor individuale de lucru de la seminar	80 %
	Rezolvarea corectă a problemelor	Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB	
10.5 Seminar / laborator / proiect	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și	Referatele corespunzătoare temelor individuale de lucru	20 %

	înțelegerea corectă a problematicei tratate la seminar/laborator	(realizate online în condițiile pandemiei) predau în ultima săptămână de activitate didactică	
	Calitatea referatelor și proiectelor pregătite		
	Activitatea desfășurată la seminar / proiect		
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Nota 5 (cinci) atât la activitatea de seminar cât și la examen conform baremului.</li><li>➤ Cunoașterea noțiunilor introductive cu privire la integrarea termică și tehnologia pinch, evaluarea tehnico-economică a rețelei de schimbătoare de căldură. sisteme de conversie a energiei și tehnologii de captare și stocare a dioxidului de carbon.</li></ul>			

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

25 aprilie 2021

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. ing. Graziella Liana Turdean