

## 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 chimica
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Chimie Alimentară și Tehnologii Biochimice; 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 / Inginer chimist

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>Termodinamica - CLR 2024</b>						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Graziella Liana Turdean						
2.3 Titularul activităților de seminar	Lect. dr. ing. Lucian-Cristian Pop (seminar/laborator) + vacant						
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DD/Obl

DD = disciplina de domeniu

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1/2
3.4 Total ore din planul de învățământ	70	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14/28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					15
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					15
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate					18
Tutoriat					4
Examinări					3
Alte activități: nu este cazul					
3.7 Total ore studiu individual	55				
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise</li> <li>• Nu va fi acceptată întârzierea</li> </ul>
5.2 De desfășurare a laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenții se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise</li> <li>• Studenții se vor prezenta în laborator cu halat, mănuși, 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>
5.3 De desfășurare a seminarului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La începutul fiecărui seminar se vor verifica cunoștințele dobândite pe parcursul seminariilor precedente folosind o aplicație online</li> <li>• Predarea temelor se va face la începutul seminarului următor, pentru predarea cu întârziere nu se acordă punctul din oficiu</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recunoașterea și descrierea conceptelor, abordărilor, teoriilor, metodelor și modelelor elementare privitoare la termodinamică și reactivitatea compușilor chimici și utilizarea lor în inginerie;</li> <li>• Utilizarea cunoștințelor de bază din domeniul termodinamicii pentru explicarea și interpretarea fenomenelor ingineresti;</li> <li>• Aplicarea noțiunilor fundamentale pentru rezolvarea problemelor asociate termodinamicii și reactivității compușilor chimici în condiții industriale;</li> <li>• Analiza critică a modelelor și teoriilor existente cu privire la termodinamica și reactivitatea compușilor chimici pentru evaluarea cantitativă și calitativă a proceselor;</li> <li>• Identificarea conceptelor, teoriilor, metodelor, modelelor și procedurilor elementare folosite în sinteza chimică;</li> <li>• Explicarea și interpretarea conceptelor, teoriilor, modelelor, metodelor și procedurilor elementare folosite în sinteza chimică industrială;</li> <li>• Aplicarea cunoștințelor specifice domeniului pentru rezolvarea unor probleme practice de sinteza a compușilor chimici în ingineria chimică și biochimică;</li> <li>• Analiza critică a metodelor și procedurilor folosite în sinteza chimică și a rezultatelor obținute;</li> <li>• Formularea, dezvoltarea și implementarea creativă de soluții pentru probleme specifice, în contexte bine definite, asociate sintezei unor compuși chimici.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației și deontologiei specifice domeniului sub asistență calificată;</li> <li>• Realizarea unor activități în echipă multidisciplinară utilizând abilități de comunicare interpersonală pentru îndeplinirea obiectivelor propuse;</li> <li>• Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată, atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională.</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizarea cu unele concepte și principii fundamentale ale termodinamicii chimice care sunt folosite în tehnologia și ingineria chimică, cu problematica soluțiilor, a transformărilor fizice și a echilibrului chimic</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobândirea cunoștințelor teoretice de bază ale termodinamicii sistemelor chimice;</li> <li>• Dobândirea abilității de a le aplica în cazul sistemelor mono- și policomponente, cu și fără reacții chimice;</li> <li>• Dobândirea cunoștințelor referitoare la etapele ce trebuie parcurse pentru calcularea conversiei de echilibru a unui sistem cu reacții chimice, din mărimi termodinamice.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
----------	-------------------	------------

8.1.1. Conceptele și principiile fundamentale ale termodinamicii fenomenologice. Sistem termodinamic. Funcții și variabile de stare. Proces termodinamic.	Prelegerea Explicația Conversația Descrierea	
8.1.2. Parametrii de stare. Principiul 0 al termodinamicii - temperatura. Proprietățile gazelor. Ecuații de stare pentru gazul perfect și gazele reale: ecuația van der Waals, ecuații viriale.	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.3. Diferentiale/derivate parțiale ale V și p. Relații între parametrii de stare în sisteme policomponente. Transferul de energie în sisteme termodinamice. Lucrul mecanic, căldura, capacități calorice.	Prelegerea Explicația Conversația Problematizarea	
8.1.4. Principiul I al termodinamicii. Enunțuri. Energia liberă. Entalpia. Derivatele parțiale și diferențialele energiei libere și entalpiei.	Prelegerea. Explicația Conversația Exercițiul	
8.1.5. Principiul I al termodinamicii (cont.). Relația Robert-Mayer. Schimbul de căldură al substanțelor pure. Aplicații ale principiului I în procese termodinamice cu gaze perfecte.	Prelegerea. Explicația Conversația Exercițiul	
8.1.6. Aplicații ale principiului I în procese termodinamice la reacții chimice. Căldură de reacție. Tipuri de efecte termice (călduri de formare, de combustie, de amestecare/dizolvare/neutralizare/hidratare și energii de legătură). Efecte termice în reacții chimice. Legile termochimiei: legea Lavoisier-Laplace, legea lui Hess, legea lui Kirchhoff. Calculul căldurii de reacție la diferite temperaturi.	Prelegerea Explicația Conversația Problematizarea	
8.1.7. Principiul II al termodinamicii. Limitări ale principiului I. Enunțuri. Ciclul Carnot și randamentul mașinilor termice. Entropia – definiție. Entropia în sisteme reversibile. Entropia în sisteme ireversibile. Criterii de evoluție și echilibru.	Prelegerea Explicația Problematizarea Demonstrația Descrierea	
8.1.8. Variația entropiei în procese termodinamice (variația cu variabile de stare, entropia gazului perfect, entropia transformărilor de fază, entropia de amestecare). Căldura necompensată, entropia creată. Potențiale termodinamice.	Prelegerea Explicația Conversația Demonstrația Descrierea	
8.1.9. Diferentiale și derivate parțiale ale potențialelor termodinamice. entalpie liberă; energie liberă. Ecuațiile Maxwell. Efectul Joule-Thomson. Ecuația Gibbs-Helmholtz. Fugacitate. Potențiale termodinamice în sisteme deschise - potențialul chimic.	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.10. Potențialul chimic – criteriu de evoluție și echilibru. Dependența potențialului chimic de compoziție - activitatea. Potențialul chimic în amestecuri de gaze perfecte/reale în soluții lichide. Sisteme cu reacții chimice - afinitatea chimică. Principiul III al termodinamicii. Teorema căldurii a lui Nernst. Postulatul lui Planck. Aplicații - calculul entropiei absolute sau entropiei de reacție.	Prelegerea. Explicația Conversația Exercițiul	
8.1.11. Echilibrul chimic. Legea acțiunii maselor. Echilibrul chimic în gaze perfecte - izoterma de reacție van't Hoff. Constanta de echilibru: $K_p$ , $K_x$ , $K_n$ , $K_c$ . Echilibrul chimic în gaze reale ( $K_f$ ). Calculul compoziției de echilibru. Echilibru în sisteme omogene lichide.	Prelegerea Explicația Conversația Problematizarea	
8.1.12. Echilibrul chimic în sisteme eterogene. Izoterma de reacție - Criteriul de evoluție și echilibru. Deplasarea echilibrului chimic - principiul lui Le Chatelier. Echilibrul fizic (definiții, diagrama de fază, legea fazelor). Echilibrul fizic în sisteme monocomponente (ecuația Clausius-Clapeyron, exemple).	Prelegerea. Explicația Conversația Exercițiul	
8.1.13. Proprietăți termodinamice ale soluțiilor (legea lui Raoult, marimi	Prelegerea	

coligative). Echilibrul fizic în sisteme policomponente - sisteme binare. Soluții ideale (regula parghiei, distilarea).	Explicația Conversația Descrierea Exercițiul	
8.1.14. Soluții neideale (amestecuri azeotrope). Amestecuri de lichide nemiscibile. Sisteme binare solide. Echilibre fizice în sisteme policomponente - sisteme ternare	Prelegerea Explicația Conversația Problematizarea Exercițiul	
<b>Bibliografie</b>  1. Z. Andrei, <i>Chimie fizică. Termodinamica chimică</i> , lito UBB, 1989. 2. I. Cadariu, <i>Chimie Fizică: Starile de Agregare și Termodinamica Chimică</i> , Ed. Didactica și Pedagogica, București, 1971. 3. S. Sternberg, O. Landauer, C. Mateescu, D. Geana, T. Visan, <i>Chimie-Fizică</i> , Ed. Didactica și Pedagogica, București, 1981. 4. I.G. Murgulescu, R. Vâlcu, <i>Introducere în chimia fizică. Termodinamica chimică</i> , vol III, Ed. Academiei, 1982. 5. R.Vâlcu, <i>Termodinamică chimică</i> , Ed.Tehnică, București, 1994. 6. D. Sandulescu, <i>Chimie Fizică</i> , Vol. 1, Ed stiintifica si enciclopedica, Bucuresti, 1979. 7. P. W. Atkins, <i>Tratat de chimie fizică</i> , Ed.Tehnica, 1996. 8. G.L. Turdean, Suport de curs (prezentari PowerPoint), 2021.		
<b>8.2 Laborator</b>	Metode de predare	Observații
8.2.1. Norme de protecția muncii la lucrările practice de termodinamică chimică. Metode de prelucrare și interpretare a datelor experimentale: notarea datelor experimentale, prezentare grafică, programe de calculator pentru reprezentarea grafică a datelor, prelucrarea datelor experimentale, calculul erorilor.	Explicația Conversația	4 ore
8.2.2. a) Determinarea exponentului adiabatic al aerului, b) Verificarea legii gazelor ideale la temperatura constantă și la presiune constantă. c) Distribuția acidului benzoic între apă și toluen	Explicația Conversația Problematizarea Experimentul	4 ore
8.2.3. a) Determinarea căldurii de vaporizare a apei, b) Determinarea volumelor molare parțiale - <i>lucrare teoretică</i>	Explicația Conversația Problematizarea Experimentul	4 ore
8.2.4. a) Determinarea căldurii de hidratare a $\text{CuSO}_4$ , b) Curba de miscibilitate a amestecului ternar: $\text{CHCl}_3\text{-H}_2\text{O-CH}_3\text{COOH}$	Explicația Conversația Problematizarea Experimentul	4 ore
8.2.5. Diagrama de faze a unui amestec acetona-toluen	Explicația Conversația Problematizarea Experimentul	4 ore
8.2.6. a) Determinarea constantei de stabilitate a unui complex folosind metode spectrofotometrice, b) Echilibrul de formare a ionului complex $\text{I}_3^-$ - <i>lucrare teoretică</i>	Explicația Conversația Problematizarea Experimentul	4 ore
8.2.7. Marimi coligative. Determinarea masei moleculare prin metoda scaderii crioscopice sau cresterii ebullioscopice.	Explicația Conversația Problematizarea Experimentul	4 ore
<b>Bibliografie</b> 1. Z. Andrei, I. Zsako, L. D. Bobos, și col., <i>Lucrari practice de termodinamică și structură chimică</i> , Ed.		

UBB, Cluj-Napoca, 1995.

2. G. Niac, V. Voiculescu, I. Bâldea, M. Preda, *Formule, tabele, probleme de Chimie fizică*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1984.

8.3 Seminar	Metode de predare	Observații
8.3.1. Termodinamică – recapitulare/introducere. Sistem termodinamic. Variabile de stare. Funcțiile de stare. Gaze reale. Ecuația de stare a gazelor perfecte. Ecuația de stare van der Waals pentru gaze reale. Aplicații numerice.	Explicația Conversația	2 ore
8.3.2. Principiul zero al termodinamicii. Principiul I al termodinamicii (căldura și lucrul mecanic, căldura specifică, căldura molară, energia internă, entalpia). Aplicații numerice.	Explicația Conversația	2 ore
8.3.3. Principiul I al termodinamicii. Aplicații numerice: Calculul căldurii și a lucrului mecanic în condiții izobare/izocore/izoterme/adiabatice.	Explicația Conversația	2 ore
8.3.4. Termochimia. Entalpii standard ale unor reacții chimice și procese fizice. Căldura de formare. Căldura de combustie. Determinarea căldurii de combustie. Căldura de atomizare. Legile termochimiei (Legea Lavoisier-Laplace, Legea lui Hess - Aplicații ale legii lui Hess, Legea lui Kirchhoff). Aplicații numerice.	Explicația Conversația	2 ore
8.3.5. Principiul al II-lea al termodinamicii. Ciclul Carnot. Entropia (variația de entropia în procese reversibile, variația entropiei de topire și fierbere, variația entropiei de amestecare, variația entropiei la încălzire). Aplicații numerice.	Explicația Conversația	2 ore
8.3.6. Potențiale termodinamice (energia liberă Helmholtz, energia liberă Gibbs). Mărimi coligative (reducerea presiunii vaporilor, ebulioscopie, crioscopie, osmoza). Aplicații numerice.	Explicația Conversația	2 ore
8.3.7. Echilibrul chimic. Legea acțiunii maselor. Deplasarea echilibrului chimic (principiul lui Le Châtelier). Relația energia liberă Gibbs - constantă de echilibru. Echilibrul fizic. Echilibrul de faze în sisteme monocomponente. Echilibrul lichid-vapori. Echilibrul solid-vapori. Echilibrul solid-lichid. Diagrama de fază p-T a unei substanțe chimic pure. Aplicații numerice.	Explicația Conversația	2 ore
<b>Bibliografie</b> 1. Atkins P.W., Trapp C.A., <i>Exerciții și probleme rezolvate de chimie fizică</i> , Ed. Tehnică, București, 1997. 2. P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler, <i>Atkins' Physical Chemistry</i> , 11th edition, Oxford University Press, 2018, 3. Lucian C. Pop, Suport de seminar, prezentare PowerPoint, 2020.		

## 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 *Termodinamica*, studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diploma 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	<p>Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la curs</p> <p>Rezolvarea corectă a problemelor</p>	<p><b><u>Metoda examinare on site sau on-line:</u></b></p> <p>Examenul scris consta in rezolvarea subiectelor teoretice/exercitiilor propuse de titularul de curs, la data programata.</p> <p>Accesul la examen este condiționat de prezentarea referatelor de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice.</p> <p>Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examinare si prin exmatriculare conform regulamentului ECST-UBB.</p>	70%
10.5 Seminar/laborator	<p>Activitatea desfasurata in laborator</p> <p>Calitatea referatelor prezentate</p> <p>Rezultatele la testele de rezolvare de probleme</p>	<p><b><u>Metoda de evaluare on-site sau on-line</u></b></p> <p>Referatele de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice se predau după fiecare activitate de laborator.</p> <p>Se vor susține două teste la seminar, cuprinzând rezolvări de probleme.</p> <p>Intenția de fraudă/plagiat a referatelor va conditiona accesul la examenul scris.</p>	10% (L) + 20% (S)
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoașterea noțiunilor teoretice de bază, citirea și interpretarea unei diagrame de faze, discutarea unui echilibru chimic și calcularea conversiei pornind de la compoziția inițială a sistemului și tabele de date termodinamice.</li> <li>Nota 5 (cinci) atât la activitățile de seminar, cât și la examenul scris (teorie + exercitii) .</li> </ul>			

Data completării

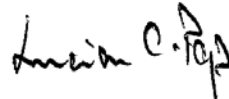
Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

8 aprilie 2021

Prof. dr. ing. Graziella Liana Turdean

Lect. dr. ing. Lucian-Cristian Pop

Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament

8 aprilie 2021.

Prof. dr. ing. Graziella Liana Turdean

