

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București
1.2 Facultatea	Facultatea de Inginerie Chimică și Biotehnologii
1.3 Departamentul	Bioresurse și Știința Polimerilor
1.4 Domeniul de studii universitare	Inginerie Chimică
1.5 Programul de studii universitare	Știința și Ingineria Polimerilor (SIPOL)
1.6 Ciclul de studii universitare	Licență
1.7 Limba de predare	Română
1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor	București

2. Date despre disciplină

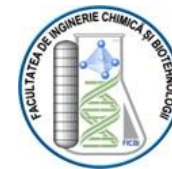
2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Termodinamică chimică Chemical Thermodynamics						
2.2 Titularul/ii activităților de curs	Prof. univ. habil. dr. dipl.-ing. Catinca Secuianu						
2.3 Titularul/ii activităților de laborator	Ș.l. dr. ing. Sergiu Sima, Ș.l. dr. ing. Adrian Crișciu, Ș.l. dr. ing. Cezar Comănescu						
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Statutul disciplinei	Ob
2.8 Categoria formativă	F		2.9 Codul disciplinei	UPB.11.F.03.Ob.003			

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	6	Din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	4
3.4 Total ore din planul de învățământ	84	Din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator	56
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					56
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					4
Examinări					6
Alte activități (dacă există):					-
3.7 Total ore studiu individual					66
3.8 Total ore pe semestru					150
3.9 Numărul de credite					6

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matematică</li><li>• Fizică</li></ul>
4.2 de rezultate ale învățării	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizarea computerului și a calculatorului științific de buzunar;</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cunoașterea pachetului MS Office;</li><li>• Abilitatea de a lucra individual și în echipă;</li><li>• Cunoștințe de informare-documentare</li><li>• Cunoștințe despre sticlărie și ustensile de laborator</li></ul>
--	--

### 5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu tablă și/sau pad, videoproiector, computer și acces la internet.</li></ul>
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studenții se vor prezenta la laborator cu calculatoare științifice sau laptopuri/tablete</li><li>• Studenții se vor prezenta în laborator cu echipament de protecție (halat, ochelari)</li><li>• Studenții nu pot lăsa nesupravegheată o instalație în funcțiune</li></ul>

### 6. Obiectiv general

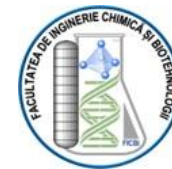
Disciplina *Termodinamică Chimică* prezintă elementele de bază dintr-un capitol foarte important al Chimiei Fizice, necesare în instruirea viitorului inginer chimist, biochimist, de proces, de mediu și de știința materialelor. Chimia Fizică constituie o abordare matematică a sistemelor chimice, ca urmare îmbinarea noțiunilor fizico-chimice cu formalismul matematic asociat acestora este esențială. Conform cu manualele universitare moderne, există trei părți majore ale disciplinei, dar granițele acestora nu sunt rigide, fiecare parte având elemente de suport în celelalte:

- Echilibrul în sisteme fizico-chimice;
- Structura moleculară a sistemelor fizico-chimice;
- Transformarea (procesul) în sisteme fizico-chimice.

Prima parte (semestrul 3) este domeniul Termodinamicii chimice cu aplicare la echilibre de faze și chimice. Prezentarea teoretică este însoțită de exemple practice și de calcule ale unor mărimi de bază.

### 7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	<p><i>După parcurgerea disciplinei, studenții vor putea:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• să definească noțiuni abstracte precum funcții termodinamice (de ex.: energie internă, entropie, căldură, lucru mecanic, etc);</li><li>• să definească și să înțeleagă concepte complexe și legătura dintre acestea specifice Termodinamicii chimice;</li><li>• să cunoască principiile teoretice fundamentale și să folosească aparatul matematic specific;</li><li>• să analizeze și să interpreteze datele experimentale măsurate și să le compare cu rezultate/modele teoretice</li><li>• să înțeleagă legătura cu alte discipline studiate și cum să aplice/combine noțiunile acumulate în cadrul disciplinei (de ex.: în cursuri de inginerie, materiale, etc.)</li></ul>
------------	--



<b>Abilități</b>	<p><i>După parcurgerea disciplinei, studenții își vor îmbunătăți:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• abilitățile în evaluarea și interpretarea informațiilor și datelor științifice;</li><li>• abilitățile de prezentare a materialelor și argumentelor științifice;</li><li>• abilitățile de calcul, demonstrații și rezolvarea de aplicații specifice ingineriei chimice pe baza cunoștințelor de Chimie Fizică;</li><li>• capacitatea de planificare a cercetării experimentale și de analiza a datelor măsurate;</li><li>• capacitatea de a utiliza aparatura de laborator și de prelucrare a datelor experimentale achiziționate;</li></ul> <p>abilitatea de a extinde și a aplica cunoștințele acumulate în înțelegerea și soluționarea unor provocări similare.</p>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>După parcurgerea disciplinei, studenții își vor îmbunătăți capacitatea de a:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• selecta sursele bibliografice potrivite și de a le analiza;</li><li>• respecta principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate;</li><li>• demonstra receptivitate pentru contexte noi de învățare;</li><li>• manifesta colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice;</li><li>• demonstra autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat;</li><li>• manifesta responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică;</li><li>• contribui prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li></ul>

## 8. Metode de predare

Procesul de predare, pe baza analizei caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, explorează metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

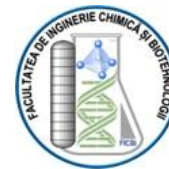
În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. În plus, exerciții sunt rezolvate cu ajutorul unui pad, astfel încât studenții să vadă concret cum trebuie să aplice noțiunile studiate. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

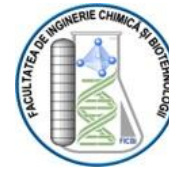
Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.



## 9. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	<b>NOȚIUNI DE BAZĂ</b> Sisteme termodinamice. Temperatura. Proprietăți fizico-chimice. Sistemul internațional de unități. Procese și stări la sisteme simple închise	2
2	<b>SISTEME SIMPLE ÎNCHISE. PRINCIPIUL I</b> Principiul I pentru sisteme simple închise. Energia internă. Entalpia. Capacitatea calorică. Variația de entalpie la încălzirea izobară. Relația generală între $C_P$ și $C_V$ . Coeficienți (constante) de material. Aplicații la gazul ideal.	4
3	<b>EXTINDEREA PRINCIPIULUI I LA SISTEME ÎNCHISE CU REACȚII CHIMICE ȘI TRANSFORMĂRI DE FAZĂ</b> Sistem multicomponent omogen. Reacția chimică. Avansarea reacției. Funcții termodinamice de reacție (FTR). Funcții termodinamice de reacție standard (FTRS). Relația între entalpia de reacție și energia internă de reacție. Legea lui Hess. Dependența entalpiei de reacție de temperatură. Legea lui Kirchhoff. Aplicarea principiului I la sisteme cu transformări de fază.	4
4	<b>SISTEME SIMPLE ÎNCHISE. PRINCIPIUL al II – lea</b> Axiomele principiului al II-lea pentru sisteme simple. Consecințe referitoare la ciclul Carnot. Utilizarea entropiei la sisteme simple în procese reversibile. Potențiale termodinamice. Funcțiile energie liberă și entalpie liberă. Ecuatii Gibbs-Helmholtz. Aplicații la gazul ideal. Aplicații la gazul real. Efectul Joule-Thomson. Energie utilă. Exergie.	2
5	<b>SISTEME DESCHISE. ECUAȚII FUNDAMENTALE GIBBS. FUNCȚII PARȚIAL MOLARE</b> Ecuatii fundamentale Gibbs. Potențialul chimic. Funcții omogene. Teorema lui Euler. Funcții molare ale amestecurilor. Ecuatii Gibbs-Duhem. Relații de legătură între funcții parțial molare (FPM). Calculul proprietăților parțial molare la amestecuri. Funcții termodinamice de amestecare (FTA).	1
6	<b>EXTINDEREA PRINCIPIULUI al II-lea LA SISTEME ÎNCHISE CU REACȚII CHIMICE ȘI TRANSFORMĂRI DE FAZĂ</b> Extinderea axiomelor. Expresii diferențiale pentru sisteme cu reacții chimice. Funcții termodinamice de reacție (FTR). Funcții termodinamice de reacție standard (FTRS). Funcții termodinamice pentru transformări de fază (FTTF). Entropia absolută. Principiul al III-lea	1
7	<b>ECHILIBRUL TERMODINAMIC. CRITERII DE ECHILIBRU</b> Criteriul entropiei. Criteriul energiei interne. Criteriul energiei libere. Criteriul entalpiei libere.	1
8	<b>CONDIȚII DE ECHILIBRU ÎNTRE FAZE. LEGEA FAZELOR</b> Condiții de echilibru termic, mecanic și chimic între faze. Legea fazelor.	1
9	<b>ECHILIBRUL ÎNTRE FAZE ÎN SISTEME CU UN COMPONENT. ECUAȚIA CLAUDIUS-CLAPEYRON. DIAGRAMA DE FAZE CU PUNCT TRIPLU4</b> Ecuatia Clausius-Clapeyron. Echilibrul lichid-vapori. Echilibrul solid-vapori (de sublimare). Echilibrul solid-lichid și solid-solid. Transformări de fază de ordinul al II-	4



	lea. Diagrame de faze cu punct triplu. Tratarea echilibrului lichid-vapori pe baza ecuației de stare.	
10	<b>ECHILIBRE ÎNTRE FAZE ÎN SISTEME MULTICOMPONENTE IDEALE</b> Potențialul chimic în sisteme ideale. Potențialul chimic standard. Amestecuri ideale. Condiții de echilibru între faze în sisteme ideale. Echilibrul lichid-vapori în sisteme ideale. Legea lui Raoult. Diagrame de faze lichid-vapori $P-X-Y$ și $T-X-Y$ . Calculul echilibrului lichid-vapori în sisteme multicomponente. Echilibrul lichid-gaz în sisteme ideale. Legea lui Henry. Echilibrul solid-lichid în sisteme ideale. Ecuația Schröder-van Laar. Diagrame de faze solid-lichid în sisteme ideale. Ecuațiile limită crioscopică și ebulioscopică. Echilibrul osmotic.	4
11	<b>ECHILIBRUL ÎNTRE FAZE ÎN SISTEME REALE</b> Potențialul chimic al gazului real. Fugacitatea. Potențialul chimic în soluții reale. Activitatea. Funcții termodinamice de exces. Echilibrul lichid-vapori în sisteme reale. Extinderea legii lui Raoult. Echilibrul lichid-gaz în sisteme reale. Extinderea legii lui Henry. Diagrame de faze lichid - vapori $P-X-Y$ și $T-X-Y$ în sisteme reale. Echilibrul solid-lichid în sisteme reale. Extinderea ecuației Schröder-van Laar. Diagrame de faze lichid-solid în sisteme reale. Echilibre lichid-lichid. Echilibrul lichid-lichid-vapori. Echilibre solid-solid și solid-solid-lichid. Echilibre solid-gaz.	4
	<b>Total:</b>	<b>28</b>

**Bibliografie:**

1. C. Secuianu, *Termodinamică Chimică, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro>
2. V. Feroiu, *Chimie Fizică*, note de curs, 2018.
3. C. Secuianu, S. Sima, *Phase Equilibria for Carbon Capture & Storage in Carbon Capture*, S.A. R. Khan (Editor), Ed. IntechOpen Ltd, ISBN 978-1-78985-853-2, 2020.
4. P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler, *Atkins' PHYSICAL CHEMISTRY*, 11<sup>th</sup> Ed., Oxford University Press, 2018.
5. D. Geană, *Termodinamică Chimică. Teoria echilibrului de faze și chimic*, Ed. Politehnica Press, București, 2008.
6. V. Feroiu, D. Geană, *Proprietăți fizico-chimice ale fluidelor pure. Exemple de calcul și Proprietăți fizico-chimice ale amestecurilor de fluide. Exemple de calcul*, Litografia Universității „Politehnica“ București, 2000.
7. V. Feroiu, *Chimie coloidală. Aplicații în procesarea alimentelor.*, Editura Printech, București, 2009.
8. D. Geană, V. Feroiu, *Ecuații de stare. Aplicații la echilibre de faze*, Ed. Tehnică, București, 2000.

**LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1.	Introducere și noțiuni de protecția muncii și PSI în laboratorul de chimie fizică. Echipamente și aparatură de măsură, sticlărie de laborator, manipularea substanțelor chimice în laborator. Achiziția datelor experimentale și prelucrarea acestora prin metode analitice și grafice. Precizie și acuratețe. Cifre semnificative și erori de măsurare. Raportarea și interpretarea rezultatelor experimentale. Întocmirea referatelor de laborator	2
2.	Tensiunea superficială (metoda stalagmometrică). Proprietăți fizico-chimice ale materialelor	2
3.	Măsurarea viscozității lichidelor (metoda corpului cazator). Proprietăți fizico-chimice ale materialelor	4



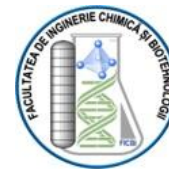
4.	Determinarea masei molare a unui lichid. Legile gazelor	4
5.	Legea lui Charles Sisteme simple închise. Principiul I, energia internă, entalpia	4
6.	Solubilitatea unui solid. Calculul căldurii de dizolvare (metoda titrimetrică) Sisteme simple închise. Principiul I, energia internă, entalpia	4
7.	Volumul parțial molar. Sisteme deschise. Funcții parțial molare	4
8.	Regula lui Trouton Sisteme simple închise. Principiul al II-lea, entropia, energia liberă	4
9.	Căldura de dizolvare a unui solid (metoda curbelor de răcire) Sisteme simple închise. Principiul al II-lea, entropia, energia liberă	4
10.	Căldura integrală de dizolvare (metoda calorimetrică) Aplicații termodinamice la sisteme închise cu reacții chimice și transformări de fază	4
11.	Determinarea entalpiei de neutralizare Aplicații termodinamice la sisteme închise cu reacții chimice și transformări de fază	4
12.	Curba de echilibru lichid-vapori și entalpia de vaporizare Echilibrul între faze în sisteme cu un component. Ecuația Clausius-Clapeyron. Diagrame de faze cu punct triplu	4
13.	Sistem binar. Echilibrul lichid-lichid Echilibre între faze în sisteme multicomponente: diagrame de faze (LV, SL, LL)	4
<b>Total:</b>		<b>56</b>

**Bibliografie:**

1. **C. Secuianu**, *Chimie Fizică Aplicată I: Termodinamică Chimică, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro/2022/course/view.php?id=8370>
2. **S. Sima, A.V. Crișciu, A. Cotârță, O. Istrate, M. Mihaly, L. Pilan, C. Secuianu, E.M. Ungureanu, A.C. Manea, V. Feroiu**, *Lucrări practice de laborator pentru chimie fizică*, Ed. Politehnica Press, București, 2017.
3. **P.W. Atkins, C.A. Trapp**, *Exerciții și probleme rezolvate de Chimie Fizică*, Editura Tehnică, București, 1997.
4. **O. Landauer, D. Geană, O. Iulian**, *Probleme de chimie fizică*, Editura Didactică, București, 1982.
5. **A. Crișciu, V. Feroiu, D. Geană**, *Aplicații numerice în cinetica chimică\*\**. Programul de calcul Kinetic: îndrumător de laborator. București, Universitatea Politehnica din București, 2002.
6. **P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler**, *Atkins' PHYSICAL CHEMISTRY*, 11<sup>th</sup> Ed., Oxford University Press, 2018.

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	<ul style="list-style-type: none"><li>• gradul de acoperire al problematicii solicitate de subiecte.</li><li>• utilizarea corectă a termenilor, noțiunilor și conceptelor;</li><li>• capacitatea de a opera cu cunoștințele asimilate, coerența logică.</li></ul>	Examen scris	50%
		Teste, activitate în timpul cursului	10%



10.5 Laborator	<ul style="list-style-type: none"><li>capacitatea de a opera cu cunoștințele asimilate, coerența logică;</li><li>capacitatea de aplicare în practică a cunoștințelor învățate.</li></ul>	Teste scrise	15%
		Predare referate /lucrări/activitatea în timpul laboratorului	25%
10.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none"><li>Obținerea a minimum 50% din punctajul total.</li></ul>			

Data completării  
03.03.2025

Titular de curs

Prof.habil.dr.dipl.-ing. Catinca Secuianu

Titulari de aplicații

Ș.l.dr.ing. Adrian Crișciu  
Ș.l.dr.ing. Sergiu Sima  
Ș.l.dr.ing. Cezar Comănescu

Data avizării în  
departament  
03.06.2025

Director de departament  
Prof. dr. ing. Cătălin ZAHARIA

Data aprobării în  
Consiliul Facultății  
04.07.2025

Decan  
Prof. dr. ing. Cristina ORBECI