

## 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	Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice / Inginer chimist

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Transfer Termic și Aparate Termice – <b>CLR2062</b>						
2.2 Titularul activităților de curs	Lect. Dr. Ing. FOGARASI Szabolcs						
2.3 Titularul activităților de seminar	Lect. Dr. Ing. FOGARASI Szabolcs						
2.4 Anul de studiu	III	2.5 Semestrul	6	2.6. Tipul de evaluare	VP	2.7 Regimul disciplinei	DD

### 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					25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					11
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					14
Tutoriat					2
Examinări					4
Alte activități: .....					-
3.7. Total ore studiu individual		56			
3.8. Total ore pe semestru		126			
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>• Condițiile normale, (clasice), de prezență la activitățile didactice conform regulamentului UBB</li> <li>• Studenții se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezența obligatorie la lucrările practice/seminar</li> <li>• Studenții se vor prezenta la laborator cu telefoanele mobile închise</li> <li>• Studenții se vor prezenta în laborator cu halat;</li> <li>• Studenții se vor prezenta în laborator cu referatele lucrărilor care urmează a fi efectuate, conspectate și însușite;</li> <li>• Obligativitatea prezentării referatului de calcule și grafice a doua ședință după cea de prelevare a datelor. Se penalizează întârzierea prezentării rezultatelor</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definirea noțiunilor, conceptelor, teoriilor și modelelor de bază din domeniul ingineriei și utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională legate de energia termică</li> <li>Utilizarea cunoștințelor generale de bază pentru explicarea și interpretarea fenomenelor ingineresti legate de deplasarea căldurii</li> <li>Identificarea și aplicarea conceptelor, metodelor, teoriilor și formulelor de calcul pentru rezolvarea problemelor tipice ingineriei termotehnice în condiții de asistență calificată</li> <li>Analiza critică și utilizarea principiilor, metodelor și tehnicilor de lucru pentru evaluarea cantitativă și calitativă a proceselor din inginerie legate direct de transmiterea căldurii</li> <li>Aplicarea conceptelor și teoriilor de bază pentru elaborarea de proiecte profesionale dirijate în direcția valorificării și conservării energiei termice</li> <li>Explicarea și interpretarea principiilor și metodelor utilizate în exploatarea proceselor și instalațiilor industriale legate de energia termică</li> <li>Evaluarea critică a proceselor, echipamentelor, procedurilor termice și a produselor din industrie prin prisma exergiei și anergie</li> <li>Elaborarea unor proiecte profesionale pentru tehnologiile din domeniul ingineriei legate de transportul și transferul căldurii</li> <li>Abilitatea de a rezolva probleme de bilanț termic și de materiale asociate proceselor industriale</li> <li>Abilitatea de a utiliza noțiunile însușite pentru a stabili structura unui proces industrial, a fluxului tehnologic, a subsistemelor de separare și epurare, folosirea sistemului de "pinch analysis" în vederea optimizării fluxurilor și proceselor tehnologice</li> <li>Abilitatea de a utiliza instalațiile de laborator pentru culegerea datelor necesare întocmirii datelor de proces, a utilizării experimentale a sistemelor analoge de investigare a transportului de proprietate</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Executarea sarcinilor solicitate conform cerințelor precizate și în termenele impuse, cu respectarea normelor de etică profesională și de conduită morală, urmând un plan de lucru prestabilit de conducător de echipă, (proiect)</li> <li>Rezolvarea sarcinilor solicitate în concordanță cu obiectivele generale stabilite prin activitate individuală sau integrarea într-un grup de lucru</li> <li>Informarea și documentarea permanentă în domeniul de activitate</li> <li>Înțelegerea interdependențelor fenomenologice preluate de la alte discipline și a legăturilor dintre acestea</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 ingineriei referitoare la transportul și transmiterea căldurii</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobândirea cunoștințelor fenomenologice și teoretice de bază pentru înțelegerea transportului și transferului termic conductiv, convectiv și radiant</li> <li>Dobândirea cunoștințelor referitoare la întocmirea bilanșurilor termice legate direct de cele de masă</li> <li>Dobândirea cunoștințelor referitoare la utilizarea tabelelor cu proprietăți fizico-chimice, a diagramelor de calcul și formulelor necesare dimensionării utilajelor și aparaturii termice</li> <li>Calculul operațiilor termice prin analogia electrică sau hidraulică</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Introducere. Căldura. Temperatura. Dispozitive pentru măsurarea temperaturii. Conductivitatea termică a solidelor, lichidelor gazelor și a materialelor Bilanț termic în regim termic adiabat, izoterm și	Prelegerea Explicația Conversația	Referiri la disciplina "Ecuatiile Generale de Transport și Transfer" anterior studiată

politrop.		
8.1.2. Transmiterea căldurii prin conducție. Conducția termică în regim staționar prin pereți plani cu $\lambda$ constant și variabil, formați dintr-unul sau mai multe straturi. Expresia câmpului de temperatură, a fluxului termic și a cantității de căldură	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.3. Conducția termică în regim staționar prin pereți cilindrici și sferici. Expresia câmpului termic, a fluxului caloric și cantității de căldură pentru pereți singolari sau formați din mai multe straturi.	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.4. Conducția termică în regim staționar prin pereți plani, cilindrici și sferici CU surse interioare, având $\lambda$ constant sau variabil. Expresia câmpului termic, a fluxului termic și cantității de căldură transmisă	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.5. Conducția termică în regim staționar prin pereți plani, cilindrici și sferici, cu sau fără surse interioare de căldură scăldați de fluide. Expresia câmpului de temperatură, a fluxului termic și a cantității de căldură transmisă	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.6. Conducția termică în regim staționar prin suprafețe extinse. Ipoteze de lucru. Expresia generală de calcul. Bară lungă cu secțiune constantă. Bară scurtă cu secțiune redusă. Bară scurtă cu secțiune mare. Bară cu secțiune optimă. Expresia câmpului de temperatură, a fluxului termic și cantității de căldură	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.7. Conducția termică în regim nestaționar. Regimul tranzitoriu. Corpuri cu rezistență termică interioară redusă. Corpuri cu rezistență termică de suprafață redusă. Corpuri cu rezistență termică de suprafață finită. Numerele Fourier, Fo, Biot, Bi, și factorul de formă, G. Diagramele termice.	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.8. Transmiterea căldurii prin convecție. Aspecte generale. Strat limită termic. Coeficientul parțial de transfer termic $\alpha$ . Relații criteriale. Influențe asupra lui $\alpha$ convectiv. Evaluarea lui $\alpha$ .	Prelegerea Explicația Conversația	Prezentarea se bazează pe cunoștințele dobândite de la "Ecuatiile Generale de Transport și Transfer"
8.1.9. Procedee de încălzire-răcire. Încălzirea cu gaze, lichide, vapori. Sisteme speciale. Încălzirea electrică. Avantaje. Dezavantaje. Poluarea termică.	Prelegerea Explicația Conversația	
8.1.10. Schimbătoare de căldură. Clasificare. Schimbătoare de căldură de tip recuperativ și regenerativ. Tipuri. Construcție. Funcționare. Schițe. Detalii constructive. Avantaje. Dezavantaje. Algoritm general de calcul	Prelegerea Explicația Conversația	Se utilizează procedee vizuale de prezentare a tipurilor de schimbătoare dublate de copii xerox a detaliilor constructive
8.1.11. Transfer termic cu schimbarea stării de agregare. Condensarea. Fenomenologie. Stabilirea criteriilor de similitudine la condensare. Modelul Nusselt la condensarea peliculară. Influențe asupra lui $\alpha$ la condensare. Condensarea nucleică. Condensatoare de suprafață și de amestec. Funcționare. Construcție. Avantaje. Dezavantaje. Dispozitive pentru evacuarea condensului. Funcționare. Construcție. Avantaje. Dezavantaje. Fierberea. Fenomenologie. Diagrama Nukiyama. Fierberea în spații înguste. Forța motrice la fierberea lichidelor. $\Delta T_{util}$ .	Prelegerea Explicația Conversația	La prezentarea aparaturii se utilizează procedee vizuale de prezentare a tipurilor de schimbătoare dublate de copii xerox a detaliilor constructive

8.1.12. Vaporizatoare. Model matematic al vaporizatorului continuu. Vaporizarea cu efect multiplu. Scheme de circulație a fluxurilor de materiale. Tipuri constructive de vaporizatoare. Funcționare. Schițe. Avantaje. Dezavantaje. Tubul termic. Construcție. Funcționare.	Prelegerea Explicația Conversația	La prezentarea aparaturii și a instalațiilor se utilizează procedee vizuale de prezentare a tipurilor de vaporizatoare, dublate de copii xerox a detaliilor constructive
8.1.13. Răcirea în industria chimică. Amestecuri răcitoare. Turnuri de răcire. Construcție. Funcționare. Relația Merkel. Răcirea moderată. Mașini frigorifice. Principiul de operare. Mașini frigorifice cu vapori umezi și uscați, cu funcționare în trepte sau în cascadă. Mașini frigorifice “cu absorbție”. Răcirea avansată. Pompe de căldură. Funcționare. Utilizări industriale. Turbionatorul frigorific. Saturatorul adiabatic. Instalații de climatizare.	Prelegerea Explicația Conversația	La prezentarea aparaturii și a instalațiilor se utilizează procedee vizuale de prezentare a tipurilor de sisteme de răcire, schemele în diagrama T-S, dublate de copii xerox a detaliilor constructive sau a caracteristicilor sistemelor răcitoare
8.1.14. Transferul termic prin radiație. Corpul negru. Corpul cenușiu. Relațiile Planck, Wien, Lambert, Kirchhoff, Stefan – Boltzmann. Schimbul termic prin radiație în prezența ecranelor.	Prelegerea Explicația Conversația	E o prezentare succintă, pe baza ecuațiilor fizice și a determinării unităților de măsură a constantelor fundamentale universale
Bibliografie [1] Bratu E.A.; Operații unitare în ingineria chimică, vol II; Ed Tehnică; București; 1984. [2] Kasatkin A.G.; Procese și operații principale în industria chimică; Ed Tehnică; București; 1963. [3] Popa B., Vintilă C.; Transfer de căldură în procesele industriale; Ed Dacia; Cluj – Napoca; 1975. [4] Popa B., Theil H.T., Mădărașan T.; Schimbătoare de căldură; Ed Tehnică; București; 1977. [5] Kubașievici A.; Evaporatoare. Construcție și funcționare; Ed Tehnică; București; 1980. [6] Radcenko V.S. și colab.; Instalații de pompe de căldură; Ed Tehnică; București; 1985.		
8.2. Laborator	Metode de predare	Observații
8.2.1. Modelarea hidraulică a transferului termic de tip conductiv în regim nestaționar printr-un perete plan	Experimental Modele matematice Simulare numerică	Se efectuează determinări experimentale pe modelele de laborator și se fac modelări numerice pe baza datelor ridicate.
8.2.2. Determinarea coeficientului total de transfer termic în regim nestaționar, (răcirea reactoarelor)	Experimental	
8.2.3. Transferul termic în convecție naturală printr-un sistem cu suprafețe extinse, (calorifer)	Experimental	
8.2.4. Transferul termic în convecție forțată la gaze	Experimental	
8.2.5. Studiul comportării lichidelor la încălzire, fierbere și răcire. Bilanțul termic.	Experimental	
8.2.6. Determinarea coeficientului total de transfer termic pentru schimbătoare de căldură tip „țeavă în țevă”	Experimental	
8.2.7. Analogia termoelectrică la condensarea vaporilor	Experimental Studiu de caz	
8.2.8. Calculul transferului termic în regim nestaționar în reactoarele chimice	Model matematic Studii de caz	Se compară rezultatele experimentale cu cele date de modelarea numerică
8.2.9. Transferul termic la condensarea vaporilor cu gaze necondensabile	Model matematic Studii de caz	Se generează modelul matematic și se simulează numeric influența parametrilor

8.2.10. Transferul termic la fierberea lichidelor	Model matematic Studii de caz	Se generează modelul matematic și se simulează numeric influența parametrilor
8.2.11. Diagrame termice. Rezistența depunerilor	Model matematic Studii de caz	Se simulează pe fondul diagramelor termice influența diferitelor depuneri de materiale
8.2.12. Calculul vaporizatoarelor și al condensatoarelor. Forța motrice la vaporizare. Suprafața de schimb termic. Temperatura apei din bazinul colector	Model matematic Studii de caz	Se determină temperatura de fierbere a soluțiilor anorganice la diferite concentrații și presiuni
8.2.13. Calculul succint al instalațiilor frigorifice cu vapori. Pompe de căldură	Model matematic Studii de caz	Se utilizează diagrama T-S pentru reprezentarea ciclurilor de răcire și calculul eficienței frigorifice
8.2.14. Calculul ecranelor de radiații termice	Model matematic Studii de caz	Se analizează cazul corpului introdus într-un cuptor cu suprafață mai mare
<b>Bibliografie</b> [1] Mișca B.R.H., Fogarasi Sz.; Indrumător pentru lucrări practice la disciplina Transfer Termic și Aparate Termice, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2015 [2] Mișca B.R.H.; Caiet pentru seminarul de TTAT, Ed. Presa Universitară clujeană, 2015 [3] Mișca B.R.H., Ajtai N.; Caiet de seminar pentru disciplina Fenomene de Transfer și Operații Unitare în Ingineria Mediului, Ed. EFES, 2015 [4] Mișca B.R.H., Manciula D., Ozunu A.; Caiet de lucrări practice pentru Ingineria Mediului, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2009 [5] Pavlov C.F., Romankov P.G., Noskov A.A.; Procese și operații principale în industria chimică; Exerciții și probleme; Ed Tehnică; București; 1981.		
8.2. Seminar	Metode de predare	Observații
8.2.1. Tematica. Să se proiecteze un schimbător de căldură multitubular pentru răcirea vaporilor cu apă de turn. Să se predimensioneze, apoi să se calculeze exact prin simulare numerică, schimbătorul Fenomenologia, studiul de amplasament, aranjarea circulației fluidelor, diagrama termică, ecuațiile generale de transport de căldură	Prezentarea tematicii Modele matematice posibile Simulare numerică	Se prezintă un studiu complex de caz pentru proiectarea unui schimbător de căldură multifuncțional cu detaliile de calcul de simulare și optimizare
8.2.2. Bilanț termic global. Calculul căldurii pe secțiuni fenomenologice. Calculul forțelor motrice pe secțiuni. Estimarea coeficienților totali de transfer termic. Calculul estimativ a suprafeței de transfer. Alegerea aparatului	Model matematic	
8.2.3. Calculul lui K din datele reale ale aparatului. Determinarea rezistenței peretelui și a rezistențelor depunerilor. Simulare numerică.	Model matematic	Se compară cu datele prelevate din literatură
8.2.4. Calculul coeficientului parțial de transfer termic de partea apei de răcire, (fază unifazică, lichidă)	Model matematic	
8.2.5. Calculul coeficientului parțial de transfer termic de partea vaporilor, (fază unifazică, gazoasă). Calculul coeficientului parțial de transfer termic de partea vaporilor, (la condensare)	Model matematic	
8.2.6. Recalcularea ariei totale de transfer. Optimizarea dimensiunilor și a fluxurilor de materiale.	Model matematic	

Standardizarea		
8.2.7. Calculul succint al unui vaporizator sub vid	Model matematic	

#### Bibliografie

- [1] Pavlov C.F., Romankov P.G., Noskov A.A.; Procese și operații principale în industria chimică; Exerciții și probleme; Ed Tehnică; București; 1981.
- [2] Mișca B.R.H., Caiet pentru seminarul de TTAT, Ed. Presa Universitară Clujeană, 2015
- [3] Ozunu A., Mișca B.R.H.; Introducere în proiectarea instalațiilor chimice; Ed. Genesis, Cluj - Napoca; 1995.
- [4] Barbu Radu Horațiu Mișca, Szabolcs Fogarasi, Îndrumător pentru lucrări practice la disciplina transfer termic și aparate termice, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2015.

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

Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordare a aspectelor practice incluse în disciplina Transfer Termic și Aparate Termice studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent privind fenomenologia, prevederea și calculul deplasării energiei termice.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2. Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4. Curs	<p>a) Corectitudinea răspunsurilor</p> <p>Însușirea și înțelegerea corectă a problematicei tratate la curs. Înțelegerea corectă a funcționării aparatelor termice</p> <p>b) Rezolvarea corectă a problemei prezentate. La rezolvarea problemei este acceptată și permisă utilizarea bibliografiei specifice în formă printată respectiv a notițelor de curs și seminar.</p>	<p><b>Verificare pe parcurs</b></p> <p>Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examinare și prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB</p>	<p>50 [%]</p> <p>40 [%]</p>
10.5. Seminar/laborator	<p>Calitatea referatelor</p> <p>Activitatea din timpul semestrului</p>	Referatele de laborator corespunzătoare lucrărilor practice se prezintă la proxima întâlnire de laborator	10 [%]

#### 10.6. Standard minim de performanță

- Disciplina se consideră promovată dacă studentul obține cel puțin nota 5 la fiecare examinare respectiv acumulează 50 % din punctajul aferent fiecărui subiect la verificarea pe parcurs.
- Cunoașterea noțiunilor introductive, a fenomenologiei proceselor, schițele aparaturii, descrierea minimă a modului de funcționare, formarea bilanțurilor de materiale și termice, culegerea datelor din tabelele cu proprietățile fizico-chimice, formarea graficelor, operarea cu diagrame de calcul, alegerea corectă a formulelor de calcul pentru coeficienții parțiali de transfer termic

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

13.04.2022

Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament

26.04.2022