

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Departamentul de Electrotehnică
Domeniul de studii	Inginerie Energetică
Ciclul de studii	Licență
Programul de studii/calificarea	Managementul energiei / inginer

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	TERMOTEHNICĂ				
Titularul activităților de curs	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI				
Titularul activităților de seminar	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI				
Anul de studiu	II	Semestrul	4	Tipul de evaluare	EXAMEN
Regimul disciplinei	Categoría formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară				DD
	Categoría de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DO

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

Număr de ore pe săptămână	3	Curs	2	Seminar	0	Laborator	1	Proiect	0
I Totalul de ore din planul de învățământ	42	Curs	28	Seminar	0	Laborator	14	Proiect	0

II Distribuția fondului de timp pe semestru:	ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	12
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	7
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	11
II d) Tutoriat	
III Examinări	3
IV Alte activități:	0

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	30
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	75
Numărul de credite	3

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	Analiză matematică, Algebră liniară, geometrie analitică și ecuații diferențiale, Fizică I, Fizică II
Competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> • calculator portabil, videoproiector, note de curs în format editat, prezentări animații specifice termotehnicii 	
Desfășurare aplicații	Seminar	<ul style="list-style-type: none"> • nu este cazul
	Laborator	<ul style="list-style-type: none"> • îndrumar de laborator, referate de laborator în format editat și în format electronic, standuri experimentale, desktopuri - 10 buc. Software specializat: CoolPack, Cycle Pad, Matlab, Labview, SP107, Madur GA12
	Proiect	<ul style="list-style-type: none"> • nu este cazul

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C1 Utilizarea cunoștințelor privind principiile de funcționare și impactul asupra mediului aferente sistemelor de producere, transport și distribuție a energiei electrice și termice – 2 credite C3. Rezolvarea problemelor de dimensionare, funcționare și mentenanță aferente echipamentelor și instalațiilor energetice – 1 credit
Competențe	

transversale	
--------------	--

7. **Obiectivele disciplinei** (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea postulatelor, principiilor și transformărilor termodinamicii care stau la baza utilizării optime a energiei disponibile și conexiunea acestora cu energetica. Cunoștințele dobândite pot fi aplicate în proiectarea sau exploatarea echipamentelor energetice industriale.
Obiectivele specifice	<p>CURS:</p> <p>1. Cognitive (<i>cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor disciplinei</i>)</p> <p>a. Cunoaștere și înțelegere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cunoașterea și înțelegerea postulatelor termodinamicii; - stabilirea limitelor privind utilizarea energiei stabilite de principiile termodinamicii; - definirea conceptelor specifice termotehnicii și termodinamicii cum ar fi <i>căldura, lucrul mecanic, energia internă, entropia, exergia, anergia</i>. - deprinderea de a utiliza corect termenii de specialitate axați pe analiza termo-energetică și de a înțelege rolul și sensul ciclurilor termodinamice; - înțelegerea principiilor de funcționare specifice a mașinilor și instalațiilor termo-energetice. <p>b. Explicare și interpretare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - stabilirea unor conexiuni între cunoașterea transformărilor generale și aplicațiile acestora la mașinile și instalațiile termice în concordanță cu ciclurile termodinamice; - obișnuirea studenților de a argumenta enunțurilor prin predare interactivă cu exemplificări video ale noțiunilor predate; - asigurarea capacității absolvenților de a analiza și sintetiza, de a generaliza, și în final de a concretiza prin soluții funcționale noțiunile disciplinei studiate. <p>Laborator:</p> <p>2. Tehnice / profesionale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - efectuarea de activități practice în cadrul lucrărilor de laborator axate pe un caracter interpretativ-demonstrativ; - dobândirea de abilități privind analiza termodinamică a fenomenelor specifice mașinilor și instalațiilor termo-energetice; - dezvoltarea de capacități privind descrierea stărilor termodinamice, proceselor de schimb de căldură, fenomenelor de transfer; - capacitatea de a transpune în practică informațiile dobândite; - dezvoltarea unor abilități de cercetare și creativitate; - atragerea studenților către activități de proiecte și cercetare specifice termotehnicii.

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. NOTIUNI INTRODUCTIVE 1.1. Obiectul termodinamicii. Metode generale de studiu 1.2. Sisteme termodinamice, mărimi de stare 1.3. Postulatele termodinamicii	2		<i>Curs introductiv</i>
2. PRIMUL PRINCIPIU AL TERMODINAMICII 2.1. Energia internă 2.2. Lucrul mecanic 2.3. Căldura. Entalpia 2.4. Formulările primului principiu al termodinamicii 2.5. Explicarea matematică a primului principiu al termodinamicii 2.6. Ecuații calorice de stare	2	Resurse procedurale: • algoritimizare • problematizare, • studii de caz • brainstorming • explicații fenomenologice • lucru frontal cu studenții	<i>Cunoașterea mărimilor specifice energeticii</i>
3. GAZUL PERFECT 3.1. Legile simple ale gazelor perfecte 3.2. Căldura specifică a gazelor perfecte 3.3. Amestecuri de gaze perfecte	2		<i>Înțelegerea legilor care guvernează gazele ideale</i>
4. TRANSFORMARI DE STARE 4.1. Transformări izocoră	4		<i>Exprimarea matematică a</i>

4.2. Transformarea izobară 4.3. Transformarea izotermică 4.4. Transformarea adiabatică 4.5. Transformarea politropică			<i>evoluției parametrilor la transformările simple</i>
5. AL DOILEA PRINCIPIU AL TERMODINAMICII 5.1. Procese ciclice 5.2. Ciclul Carnot 5.3. Tratări fenomenologice și formulările principiului doi al termodinamicii 5.4. Interpretări statistice 5.5. Entropia gazelor perfecte 5.6. Diagrame entropice	4	Resurse procedurale: <ul style="list-style-type: none"> • algoritmizare, • problematizare • studii de caz • brainstorming • explicații fenomenologice • lucru frontal cu studenții 	<i>Analiza ciclurilor termodinamice. Noțiunea de entropie.</i>
6. ANALIZA UNOR FENOMENE IREVERSIBILE 6.1. Metodele termodinamicii, introducere 6.2. Metoda ciclurilor 6.3. Metoda potențialelor 6.4. Metoda energetică	2		<i>Utilizarea metodelor de analiză termodinamică.</i>
7. GAZE REALE 7.1. Proprietățile gazelor reale 7.2. Ecuațiile termice de stare ale gazelor reale 7.3. Mărimi de stare ale gazelor reale 7.4. Laminarea gazelor reale. Efectul Joule-Thompson	2	Resurse materiale: <ul style="list-style-type: none"> • videoproiector • cursuri în format electronic • animații video • softuri educaționale 	<i>Diferențierea ecuațiilor în cazul gazelor reale.</i>
8. VAPORI 8.1. Procesul de vaporizare 8.2. Mărimi de stare ale vaporilor 8.3. Diagramele termodinamice ale vaporilor 8.4. Procesele termodinamice ale vaporilor 8.5. Instalații termo - energetice cu vapori	2		<i>Noțiuni de vaporizare specifice energeticii.</i>
9. AERUL UMED 9.1. Proprietăți fizice 9.2. Temperatura 9.3. Umiditatea 9.4. Entalpia aerului umed 9.5. Volumul și densitatea 9.6. Diagrama I-x pentru aerul umed 9.6.1. Principiul de construcție al diagramei I-x 9.6.2. Modificări de stare în diagrama I-x 9.7. Transformări simple de stare ale aerului umed 9.7.1. Transformarea de stare cu conținut constant de umiditate 9.7.2. Transformarea la temperatură constantă 9.7.3. Transformarea la entalpie constantă 9.7.4. Amestecul a două cantități de aer cu stări diferite 9.7.5. Instalații de condiționare a aerului	2		<i>Cunoașterea parametrilor aerului umed și a transformărilor acestuia.</i>
10. DINAMICA GAZELOR 10.1. Noțiuni introductive 10.2. Ecuațiile fundamentale ale curgerii: • Ecuația continuității • Ecuația conservării energiei • Ecuația impulsului • Ecuația conservării momentului 10.3. Curgerea fluidelor prin ajutaje: • Curgerea fără frecare prin ajutaje • Curgerea cu frecare prin ajutaje 10.4. Ajutajul convergent 10.5. Ajutajul convergent-divergent 10.6. Amestecuri dinamice de fluide	2		<i>Prezentarea ecuațiilor pentru curgerea fluidelor prin ajutaje.</i>

<p>11. ARDEREA COMBUSTIBILILOR</p> <p>11.1. Combustibili</p> <p>11.2. Puterea calorică și energia combustibililor</p> <p>11.3. Exergia combustibililor</p> <p>11.4. Arderea combustibililor</p> <p>11.5. Determinarea cantității de aer necesară arderii</p> <p>11.5.1. Oxigenul teoretic necesar pentru arderea combustibililor</p> <p>11.5.2. Cantitatea teoretică de oxigen necesară arderii complete a unui combustibil gazos</p> <p>11.5.3. Cantitatea reală de aer necesară arderii</p> <p>11.6. Produsele arderii</p> <p>11.6.1. Volumul gazelor minim rezultate din arderea perfectă teoretică a combustibililor solizi și lichizi</p> <p>11.6.2. Volumul gazelor reale</p> <p>11.6.3. Volumul gazelor minim rezultate din arderea combustibililor gazoși</p> <p>11.7. Arderea imperfectă</p> <p>11.8. Temperatura gazelor de ardere</p> <p>11.8.1. Temperatura reală de ardere</p> <p>11.8.2. Temperatura teoretică de ardere</p> <p>11.9. Randamentul exergetic al procesului de ardere</p>	4	<p>Resurse procedurale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • algoritimizare, • problematizare • studii de caz • brainstorming • explicații fenomenologice • lucru frontal cu studenții <p>Resurse materiale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • videoproiector • cursuri în format electronic • animații video • softuri educaționale 	<p><i>Analiza procesului de ardere și a produselor arderii.</i></p>
<p>Bibliografie</p>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. C. ANCA, - <i>Termotehnică</i>, Constanța : Ovidius University Press, 2002 – 1 ex. 2. R. AMORFI, M. COVRIG, L.HOPULELE - <i>Fenomene de transfer</i>, Universitatea Galați, 1993 – 3 ex. 3. B. APAHIDEAN, I. GHIRAN, T. MADARASAN, I. TEBEREAN, - <i>Termotehnica și mașini termice : Lucrări de laborator</i>, Cluj-Napoca : Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2001 – 1 ex. 4. P. ATANASOAE - <i>Producerea energiei electrice și termice</i>, Editura Universității din Suceava, 2003 - 1 ex. 5. C. BOGDAN - <i>Termotehnică - Culegere de probleme</i>, Universitatea Galați, 1987 - 1ex. 6. F. CHIRIAC, A. LECA - <i>Procese de transfer de căldură și de masă în instalațiile industriale</i>, Editura Tehnică, București, 1982 - 4ex. 7. R. CĂLIMAN - <i>Termotehnică și mașini termice - Îndrumar de laborator</i>, Universitatea Bacău, 1993 - 1 ex. 8. ANETA HAZI - <i>Producerea energiei electrice și termice</i>, Editura Alma Mater, Bacău, 2002 – 1 ex. 9. R. ALEXANDRU, L. HOPULELE, M. COVRIG, L. GITIN - <i>Transferul complex de căldură : Probleme</i>, 2001 – 1 ex. 10. D. E. LAVRIC - <i>Schimbătoare de căldură de mare eficiență</i>, Matrix Rom, București 2000 – 2 ex. 11. N. LEONĂCHESCU - <i>Termodinamică</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981 - 3 ex. 12. MIHAI I.- <i>Termodinamică și transmiterea căldurii</i>, Editura Universității Suceava, - 212 p, (25 ex.) revizuit electronic în 2019. 13. I. MIHAI - <i>Mașini și instalații termice</i>, Editura Universității din Suceava, 2004, 19 ex. 14. T. MĂDĂRĂȘAN, B. APAHIDEAN - <i>Termodinamică și mașini termice</i>, Vol.1,2 Universitatea tehnică Cluj-Napoca, 1992 - 2ex. 15. G.C. MOISIL - <i>Termodinamică</i>, Editura Academiei, București, 1988 - 3ex. 16. M. ONCESCU - <i>Elemente de termodinamică</i>, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982 - 2 ex. 17. S. PETRESCU, V. PETRESCU - <i>Principiile termodinamicii</i>, Editura Tehnică, București, 1983 - 8 ex. 18. S. PETRESCU, V. PETRESCU - <i>Metode și modele în termodinamica tehnică</i>, Editura Tehnică, București, 1988 - 3 ex. 19. S. PETRESCU, V. PETRESCU - <i>Principiile termodinamicii și mașini termice</i>, Editura Tehnică, București, 1981 - 2 ex. 20. V. PIMSNER, C.A. VASILIU ș.a. - <i>Ireversibilitate, entropie, timp - Culegere de probleme</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982 - 4 ex. 21. M.G. POP, A. LECA, I. PRISECARU - <i>Îndrumar, tabele, nomograme și formule termotehnice</i>, Editura Tehnică, București, 1987 - 25 ex. 22. V. RADCENCO - <i>Termodinamică generalizată</i>, Editura Tehnică, București, 1994 - 4 ex. 23. M. ROȘCA - <i>Transferul de căldură</i>, Matrix Rom București, 2000 – 1 ex. 24. STOIAN, F. D., - <i>Termotehnică</i>, Ed. Politehnica Timișoara, 234. p., 2016. 25. D. ȘTEFĂNESCU, M. MARINESCU - <i>Termotehnică</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983 - 3 ex.. 26. D. ȘTEFĂNESCU, A. LECA, L. LUCA, A. BADEA - <i>Transfer de căldură și masă - teorie și aplicații</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983. 			

27. D. ȘTEFĂNESCU, M. MARINESCU, I. GANEA - <i>Termogazodinamică tehnică</i> , Editura Tehnică, București, 1985 - 4 ex.
28. S. ȚIȚEICA - <i>Termodinamică</i> , Editura Academiei, București, 1982 - 4 ex.
29. K. WARK - <i>Termodinamica, (L. engleză)</i> , San Francisco, 1983 - 1 ex.
Bibliografie minimală
1. MIHAI I. - <i>Termodinamică și transmiterea căldurii</i> , Editura Universității Suceava, - 212 p, (25 ex.) revizuit electronic în 2019.
2. I. MIHAI - <i>Mașini și instalații termice</i> , Editura Universității din Suceava, 2004, 19 ex.

Aplicații (Laborator)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Conținutul laboratorului			
1. Prezentarea tematicii laboratorului. Protecția muncii. Analiza unui ciclu termodinamic folosind softul Cycle Pad	2	Lucrări practice	Utilizarea unui soft specializat
2. Metode de determinare a temperaturii în tehnică	2	Metode experimentale	Determinări experimentale
3. Determinarea experimentală a exponentului adiabatic al gazelor după metoda Clement & Desormes	2		Determinări experimentale
4. Măsurarea debitelor de aer cu ajutorul diafragmei	2		Determinări experimentale
5. Studiul proceselor de comprimare în ejector	2		Determinări experimentale
6. Determinarea capacității calorice specifice a corpurilor solide și lichide	2		Utilizarea unui soft specializat
7. Aplicații ale softului CyclePad la ciclul motor cu vapori – ciclul Rankine	2		Determinări experimentale
Bibliografie			
1. I. MIHAI - <i>Termodinamica și transmiterea căldurii</i> , Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, 10 ex.			
2. D. ȘTEFĂNESCU, A. LECA, L. LUCA, A. BADEA - <i>Transfer de căldură și masă - teorie și aplicații</i> , Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.			
3. R. CĂLIMAN - <i>Termotehnică și mașini termice - Îndrumar de laborator</i> , Universitatea Bacău, 1993 - 1 ex.			
Bibliografie minimală			
1. MIHAI I., CRASI M. : „Mașini și Instalații Termice: îndrumar de laborator” Ed. Universității Suceava, CARTE publicată cu ISBN 978-973-666-285-0 (3 recenzori), 2008, 146 pag.;			
2. MIHAI I. : "Îndrumar de laborator de termodinamică și transmiterea căldurii" publicat - Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava, 1996, 58 pag.;			

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

Conținutul cursului și al laboratorului este în concordanță cu cerințele angajatorilor în ceea ce privește principiile de bază, exploatarea și alegerea echipamentelor termo-energetice. Studenții pot lucra în termocentrale, hidrocentrale, puncte termice, instalații de încălzire individuale (montare, exploatare, revizii, verificări noxe), izolarea instalațiilor industriale cât și în gestiunea energiei termice.

Compatibilitatea națională și internațională a disciplinei:

Conținutul materiei este similar cu cel al disciplinei cu denumire identică sau echivalentă predată la: Universitatea Politehnică București, Facultatea de Energetică, *Bazele termotehnicii tehnice*, Universitatea „Gh. Asachi” din Iași, Facultatea de Energetică, *Termotehnică*; Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Inginerie Electrică, Domeniul Inginerie Energetică, *Termotehnică și mașini termice*; „Universitatea Politehnică” din Timișoara, Facultatea de Electrotehnică și Electroenergetică, *Termotehnică și mașini termice*; Universitatea din Craiova, Facultatea de Electrotehnică, Specializarea: Ingineria sistemelor energetice, *Termotehnică*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, *Thermal fluids engineering I*. The University of Texas at San Antonio, *Thermodynamics I*.

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	<i>Criterii generale:</i> - gradul de asimilare a limbajului de specialitate și capacitatea de comunicare; - completitudinea și corectitudinea cunoștințelor; - coerența logică, fluența, expresivitatea, forța de argumentare; - capacitatea de a opera cu cunoștințele asimilate în activități intelectuale complexe;	Evaluare inițială Evaluare continuă	10% 10%
	<i>Criterii specifice de evaluare:</i> - înțelegerea principiilor de funcționare și a proceselor din mașinile și instalațiile termice; - abilități de lucru cu softuri specializate precum ANSYS, Matlab, MathCad, C++ etc. <i>Criterii comportamentale:</i> - participarea activă și frecvența la cursuri; - conștiințiozitatea, interesul pentru studiul individual.	Evaluare sumativă – examinare orală	40%
Laborator	<i>Criterii generale:</i> - capacitatea de aplicare în practică, în contexte diferite, a cunoștințelor învățate; - capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea.	Evaluare continuă	15%
	<i>Criterii specifice de evaluare:</i> - modul de transpunere în practică a cunoștințelor acumulate la laborator; - interpretarea rezultatelor obținute experimental și finalizarea referatelor de laborator. <i>Criterii comportamentale:</i> - participarea activă și frecvența la laborator; - conștiințiozitatea, interesul pentru studiul individual.	Evaluare sumativă	25%
Standard minim de performanță			
Standarde minime pentru nota 5: <ul style="list-style-type: none"> - predarea referatelor de laborator, cu rezultatele determinărilor și calcule efectuate corect; - tratarea a minim două subiecte din cele trei ale biletului de examen; - cunoașterea noțiunilor fundamentale pentru cel de-al treilea subiect, fără să poată dezvolta în detaliu; - prezență minimală la activitățile ne-obligatorii; Standarde minime pentru nota 10: <ul style="list-style-type: none"> - abilități, cunoștințe certe și profund argumentate privind cunoștințele de termotehnică; - să poată analiza și explica procesele privind funcționarea mașinilor și instalațiilor termice; - să dovedească un mod personal de abordare și interpretare a cunoștințelor care necesită un studiu mai aprofundat. 			

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
21.09.2020		

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
25.09.2020	

Data aprobării în Consiliul academic	Semnătura decanului
01.10.2020	