

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

| | |
|-----------------------------------|---|
| Instituția de învățământ superior | Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava |
| Facultatea | Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor |
| Departamentul | Electrotehnică |
| Domeniul de studii | Ingineria autovehiculelor |
| Ciclul de studii | Licență |
| Programul de studii | Echipeamente și sisteme de comandă și control pentru autovehicule |

2. Date despre disciplină

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------|---|-------------------|--------|
| Denumirea disciplinei | TERMOTEHNICĂ | | | | |
| Titularul activităților de curs | Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI | | | | |
| Titularul activităților aplicative | Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI | | | | |
| Anul de studiu | II | Semestrul | 4 | Tipul de evaluare | Examen |
| Regimul disciplinei | Categorica formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară | | | | DD |
| | Categorica de opționalitate a disciplinei: DI - impusă, DO - opțională, DF - facultativă | | | | DI |

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|----|---------|----|----------------------------|----|---------|---|
| I a) Număr de ore pe săptămână | 4 | Curs | 2 | Seminar | 1 | Laborator/lucrări practice | 1 | Proiect | 0 |
| I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ | 56 | Curs | 28 | Seminar | 14 | Laborator/lucrări practice | 14 | Proiect | 0 |

| | |
|--|-----|
| II Distribuția fondului de timp pe semestru: | ore |
| II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | 21 |
| II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | 6 |
| II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | 14 |
| II d) Tutoriat | - |
| III Examinări | 3 |
| IV Alte activități: pregătire examen și teste | - |

| | |
|--|-----|
| Total ore studiu individual II (a+b+c+d) | 41 |
| Total ore pe semestru (I+II+III+IV) | 100 |
| Numărul de credite | 4 |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|------------|---|
| Curriculum | <ul style="list-style-type: none"> • DF.O1.01 - Analiză matematică • DF.O2.10 - Algebră, geometrie analitică și diferențială • DF.O2.11 - Fizică |
|------------|---|

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"> • materiale didactice pentru seminarizare |
| | Laborator/lucrări practice | <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, ESI[tronic], Vag Com, SP107, Madur GA12, |
| | Proiect | <ul style="list-style-type: none"> • nu este cazul |

6. Competențe specifice acumulate

| | |
|-------------------------|---|
| Competențe profesionale | CP1 Operarea cu concepte fundamentale din domeniul științelor ingineresti CP2 Utilizarea adecvata a conceptelor fundamentale din domeniul ingineriei autovehiculelor |
| Competențe transversale | |

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

| | |
|-----------------------------------|--|
| Obiectivul general al disciplinei | Disciplina are ca obiectiv general cunoașterea și aplicarea în practică a principiilor fundamentale ale termodinamicii pentru utilizarea optimă a energiei disponibile. Sunt studiate și analizate transformările termodinamice și modalitățile de schimb de căldură care au aplicabilitate în tehnică. Cunoștințele dobândite pot fi utilizate în proiectarea sau exploatarea echipamentelor termice care includ cicluri termodinamice, transfer de căldură și de masă. |
|-----------------------------------|--|

8. **Conținuturi**

| Curs | Nr. ore | Metode de predare | Observații / Metode de învățare |
|--|---------|--|--|
| 1. BAZELE TERMODINAMICII TEHNICE 1.1. Obiect și metode de investigare. Metode generale de studiu 1.2. Sisteme termodinamice, mărimi de stare, interacțiunea dintre sistem și mediu. 1.3. Postulatele termodinamicii | 2 | | <i>Cunoașterea scopului disciplinei</i> |
| 2. BILANȚ ENERGETIC. PRIMUL PRINCIPIU AL TERMODINAMICII 2.1. Introducere. Bilanțul energetic al transformărilor de stare în sisteme închise. Energia internă, lucrul mecanic, căldura, 2.2. Bilanțul energetic al transformărilor de stare în sisteme deschise: entalpia. 2.3. Bilanțul energetic pe baza entalpiei transformărilor de stare în sisteme închise și deschise 2.4. Formulările primului principiu al termodinamicii 2.5. Exprimarea matematică a primului principiu 2.6. Aplicarea primului principiu la procese elementare | 2 | Prelegerea participativă, dezbaterea, expunerea, problematizarea, demonstrația | <i>Obișnuința de a înțelege diversele forme ale energiei</i> |
| 3. AGENTI DE LUCRU: GAZE SI AMESTECURI DE GAZE 3.1 Legile simple ale gazelor ideale 3.2 Capacitatea termică specifică a gazelor ideale 3.3 Amestecuri de gaze ideale | 2 | | <i>Diferențierea gazelor ideale de cele reale</i> |
| 4. TRANSFORMARI DE STARE ALE GAZELOR SI ALE AMESTECURILOR DE GAZE 4.1. Transformări izocoră 4.2. Transformarea izobară 4.3. Transformarea izotermică 4.4. Transformarea adiabatică 4.5. Transformarea politropică | 2 | | <i>Înțelegerea legilor simple ale gazelor perfecte</i> |
| 5. TRANSFORMAREA ENERGIEI: PRINCIPIUL AL DOILEA AL TERMODINAMICII 5.1. Procese ciclice. Ciclul Carnot. Randamentul termic 5.2. Tratări fenomenologice și formulările principiului doi al termodinamicii 5.3. Entropia proceselor reversibile și ireversibile 5.4. Calculul entropiei 5.5. Reprezentarea proceselor în diagramele entropice. | 2 | | <i>Explicarea și înțelegerea proceselor termice repetitive</i> |
| 6. PROCESE IN MASINI TERMICE PENTRU AUTOMOBILE 6.1. Metodele termodinamicii, introducere 6.2. Metoda ciclurilor. Ciclurile motoarelor termice 6.3. Ciclurile instalațiilor de climatizare și ale pompelor de căldură 6.4. Metoda potențialelor termodinamice 6.5. Metoda energetică | 2 | Prelegerea participativă, dezbaterea, expunerea, problematizarea, demonstrația | <i>Stabilirea resurselor energetice în baza categoriilor de potențiale</i> |
| 7. GAZE REALE 7.1. Proprietățile gazelor reale 7.2. Ecuatiile termice de stare ale gazelor reale 7.3. Mărimi de stare ale gazelor reale 7.4. Laminarea gazelor reale. Efectul Joule-Thompson | 2 | | <i>Cunoașterea aplicațiilor gazelor reale</i> |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8. AGENTI DE LUCRU: VAPORI SI AMESTECURI GAZ-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>Aprecierea cantitativă și calitativă a energiei generate de mașinile cu vapori</i> |
| 9. DINAMICA GAZELOR 9.1. Noțiuni introductive 9.2. Ecuațiile fundamentale ale curgerii: <ul style="list-style-type: none"> ● Ecuația continuității ● Ecuația conservării energiei ● Ecuația impulsului ● Ecuația conservării momentului 9.3. Curgerea fluidelor prin ajutaje: <ul style="list-style-type: none"> ● Curgerea fără frecare prin ajutaje ● Curgerea cu frecare prin ajutaje 9.4. Ajutajul convergent 9.5. Ajutajul convergent-divergent | 2 | | <i>Înțelegerea ecuațiilor fundamentale ale curgerii și a fenomenelor din ajutaje</i> |
| 10. TERMODINAMICA ARDERII 10.1 . Combustibili 10.2 . Amestecuri aer-combustibil 10.3 . Puteri calorice 10.4 . Calculul proceselor de ardere 10.5 . Desfășurarea reacțiilor de ardere 10.6 . Procesele de ardere din motoarele cu aprindere prin scânteie și prin comprimare | 2 | | <i>Cunoașterea combustibililor și a principiilor arderii</i> |
| 11. TRANSMITEREA CĂLDURII 11.1 Noțiuni fundamentale de transfer de căldură 11.1.1. Moduri elementare de transfer de căldură 11.1.2. Mărimile caracteristice ale transferului de căldură 11.2. Transferul de căldură prin conducție termică 11.2.1. Fenomenul fizic al transferului de căldură prin conducție termică 11.2.2. Legea lui Fourier pentru fluxul termic conductiv 11.2.3. Ecuația Fourier. Integrarea ecuațiilor Fourier, Laplace, Poisson 11.3. Transferul de căldură conductiv în regim permanent, unidirecțional fără surse interne de căldură <ul style="list-style-type: none"> ● Pereți plan paraleli simpli și stratificați ● Pereți cilindrici simpli și stratificați ● Pereți sferici simpli și stratificați | 2 | | <i>Deprinderea de a distinge modurile de transmitere a căldurii</i> |
| 12. TRANSFERUL DE CĂLDURĂ CONVECTIV ȘI RADIATIV 12.1. Transferul de căldură convectiv fără schimbarea stării de agregare 12.1.1. Legile transferului de căldură convectiv 12.1.2. Determinarea coeficientului de căldură convectiv prin metoda similitudinii 12.2. Transferul de căldură prin radiație termică 12.2.1. Legile radiației 12.2.2. Transferul de căldură prin radiație între două suprafețe solide | 2 | Prelegerea participativă, dezbateră, expunerea, problematizarea, demonstrația | <i>Aplicații ale transferului de căldură conductiv</i> |
| 13. MĂSURAREA MĂRIMILOR TERMODINAMICE 13.1. Mărimi termodinamice în ingineria automobilelor 13.2. Măsurarea parametrilor de stare ai agenților de lucru 13.3. Determinarea transformărilor de stare | 2 | | <i>Utilizarea noțiunilor de specialitate la automobile</i> |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 14. ELEMENTE DE BAZA ȘI APLICAȚII DE SIMULARE A PROCESELOR | | | |
| 14.1. Introducere | 2 | | <i>Deprinderea de a simula numeric procese specifice m.a.i.</i> |
| 14.2. Modelarea cu ajutorul simulării numerice | | | |
| 14.3. Exemple de simulare numerică a proceselor într-un motor cu piston | | | |
| Bibliografie CURS | | | |
| 1. Hutter K., Wang Y., <i>Termodinamică și mecanica fluidelor - Volumul 2: Mecanica Fluidelor Avansate și fundamentele termodinamicii</i> , ISBN 978-3-319-33635-0 ISBN 978-3-319-33636-7 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-33636-7, Springer, 633 pag., 2016. | | | |
| 2. Kondepudi D., Prigogine I., <i>Termodinamică modernă – De la motoarele termice la structuri disipative</i> , Second edition, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom, 523 pag., 2015. | | | |
| 3. Mihai I. <i>Termodinamica și transmiterea căldurii</i> , Editura Universității din Suceava, 1996. - 212 p, - 25 ex. revizuit în format electronic 2019. | | | |
| 4. Mihai I. <i>Mașini și instalații termice</i> , Editura Universității din Suceava, 2004 (25 ex.). | | | |
| 5. Šesták J., Hubík P., Mareš J.J., <i>Termodinamică fizică și analiză termică – Subiecte la zi privind calorimetria și analiza termică: De la Macro la Micro, în Termodinamică, Cinetică și Nanomateriale</i> , Springer, ISSN 1571-3105 ISSN 2542-4505 (electronic), DOI 10.1007/978-3-319-45899-1, 567 pag., 2017. | | | |
| 6. Uzuneanu K., <i>Elemente fundamentale de termotehnică</i> , “Dunărea de Jos” University of Galați, ISBN 978-606-696-094-6, CD-ROM, 2018. | | | |
| Bibliografie minimală CURS | | | |
| 1. Mihai I. <i>Termodinamica și transmiterea căldurii</i> , Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, (25 ex.) revizuit electronic în 2019. | | | |
| 2. Uzuneanu K., <i>Elemente fundamentale de termotehnică</i> , “Dunărea de Jos” University of Galați, ISBN 978-606-696-094-6, CD-ROM, 2018. | | | |

| Aplicații (Seminar / laborator / lucrări practice / proiect) | Nr. ore | Metode de predare | Observații |
|--|---------|-------------------------|---|
| TEMATICĂ SEMINAR | | | |
| 1. Prezentare tematică seminar. Trasarea ciclurilor motoare folosind transformări simple de stare. Trasarea ciclurilor termodinamice inversate folosind transformări simple de stare | 2 | Evaluarea cunoștințelor | Cunoașterea succesiunii logice a transformărilor simple de stare. Distingerea diferențelor dintre ciclurile directe și cele inversate |
| 2. Trasarea în coordonate pV, pT, VT a unor transformări simple de stare. Probleme specifice primului principiu al termodinamicii | 2 | Evaluarea cunoștințelor | Posibilitatea de a schimba coordonatele. Înțelegerea primului principiu al TD |
| 3. Ciclul Carnot. Tematică de sinteză a transformărilor de stare | 2 | Test de sinteză | Cunoașterea parametrilor de eficiență. Calcul tabelar și reprezentări grafice |
| 4. Ciclul motor cu vapori – utilizarea tabele vaporilor și diagramelor pentru vapori | 2 | Evaluarea cunoștințelor | Lucrul cu tabelele și diagrame pentru vaporilor |
| 5. Curgerea gazelor prin ajutaje. Transferul de căldură prin conducție termică | 2 | | Stabilirea regimului de curgere în ajutaje. Efectuarea de aplicații în schimbul de căldură. |
| 6. Probleme de transfer global de căldură | 2 | Test de sinteză | Explicarea diferențelor între modelele matematice adoptate pentru schimbul de căldură în tehnică |
| 7. Determinarea parametrilor mașinilor termice | 2 | Evaluare finală | Cunoașterea parametrilor de eficiență specifici mașinilor termice |
| LISTA LUCRĂRILOR DE LABORATOR | | | |
| 1. Prezentarea tematicii laboratorului. Protecția muncii. Metode de determinare a temperaturii în tehnică | 2 | Lucrări practice | Înțelegerea principiilor care stau la baza măsurării temperaturii. |

| | | | |
|---|---|----------------------|--|
| 2. Determinarea experimentală a exponentului adiabatic al gazelor după metoda Clement & Desormes | 2 | Metode experimentale | Efectuarea unor determinări experimentale cu echipament specializat. |
| 3. Măsurarea debitelor de aer cu ajutorul diafragmei – efectuarea măsurătorilor și efectuarea calculelor | 2 | | Cunoașterea unei metode care să permită măsurarea debitului de fluid. |
| 4. Studiul proceselor de comprimare în ejector | 2 | | Stabilirea rolului zonelor funcționale ale ejectoarelor și determinarea parametrilor acestora |
| 5. Aplicații ale softului CyclePad la ciclul motor cu vapori – ciclul Rankine | 2 | | Utilizarea unui soft specializat în stabilirea ciclurilor și parametrilor vaporilor de apă |
| 6. Determinarea capacității calorice specifice a corpurilor solide și lichide. Măsurarea conductivității termice a corpurilor solide | 2 | | Determinarea cu precizie a capacității calorice și a conductivității termice |
| 7. Transmiterea căldurii între fluide separate de pereți cilindrici simpli sau stratificați. Predarea referatelor. Refacerea lucrărilor. Evaluare finală. | 2 | | Folosirea mediului de programare ARDUINO în la măsurarea temperaturii între straturile pereților cilindrici. |

Bibliografie minimală laborator

1. **Mihai I.** - *Termodinamica și transmiterea căldurii – Îndrumar de laborator*, Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, 10 ex. revizuit electronic 2020
2. **Socaciu I., Giurgiu O.** – *Termotehnică – Sinteză lucrări de laborator*, UTPRESS Cluj-Napoca, 2017 ISBN 978-606-737-227-4 – 1 ex. format electronic.

Bibliografie minimală seminar

1. **Mihai I.** – *Termotehnică și mașini termice: - Culegere de probleme:* format electronic, 106 p., 2020.
2. **Mădălina Călbureanu Raluca Malciu,** – *Termotehnică și mașini termice: - Culegere de probleme și aplicații*, Ed. UNIVERSITARIA Craiova, 2017

9. **Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor 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 | <p><i>Criterii generale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - gradul de asimilare a limbajului de specialitate și capacitatea de comunicare (CP1); - completitudinea și corectitudinea cunoștințelor (CP1); - coerența logică, fluența, expresivitatea, forța de argumentare (CP1); - capacitatea de a opera cu cunoștințele asimilate în activități intelectuale complexe (CP2); <p><i>Criterii specifice de evaluare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - înțelegerea principiilor de funcționare și a proceselor din mașinile și instalațiile termice (CP2); - abilități de lucru cu diagrame și de interpretare fenomenologică (CP2). <p><i>Criterii comportamentale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - participarea activă și frecvența la cursuri; - conștiinciozitatea, interesul pentru studiul individual. | Evaluare orală inițială, continuă (formativă - pe parcursul semestrului) și sumativă | 60% |
| Aplicații | <p><i>Criterii generale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - capacitatea de aplicare în practică, în contexte diferite, a cunoștințelor învățate (CP1); - capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea (CP2). <p><i>Criterii specifice de evaluare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - abilități în efectuarea unor lucrări practice, în culegerea și interpretarea datelor experimentale (CP2); - abilități de lucru cu softuri specializate precum ANSYS, Matlab, MathCad, C++ etc. (CP2) - modul de transpunere a cunoștințelor acumulate la curs, în activitățile de seminar sau laborator (CP2); - modul de susținere, argumentare și justificare a soluțiilor adoptate în urma calculelor de la seminar sau laborator (CP2). <p><i>Criterii comportamentale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - participarea activă și frecvența la aplicații; - conștiinciozitatea, interesul pentru studiul individual. | | |

Standard minim de performanță

10.1. Standard minim de performanță evaluare la curs

Standarde minime pentru nota 5:

- tratarea a minimum două subiecte din cele trei ale biletului de examen;
- cunoașterea terminologia specifică disciplinei;
- cunoașterea problemelor de bază din domeniul termotehnicii;
- identificarea principalelor transformări ale unui ciclu termodinamic;
- recunoașterea principiilor care stau la baza termotehnicii;
- cunoașterea noțiunilor fundamentale pentru cel de-al treilea subiect, fără să poată să dezvolte în detaliu ;

Standarde minime pentru nota 10:

- abilități, cunoștințe certe și profund argumentate privind cunoștințe de termotehnică și termodinamică;
- însușirea principalelor noțiuni, idei, teorii specifice termotehnicii;
- cunoașterea rolului și a modului de funcționare a instalațiilor termice;
- cunoașterea metodologiei de calcul a transferului de căldură;
- să dovedească un mod personal de abordare și interpretare a cunoștințelor care necesită un studiu mai aprofundat;


10.2. Standard minim de performanță evaluare la activitatea aplicativă

Standarde minime pentru nota 5:

- prezentarea referatelor pentru fiecare lucrare;

Standarde minime pentru nota 10:

- participarea activă la fiecare lucrare de laborator;
- prezentarea corectă a problematicii abordate la lucrări;
- redarea corectă în referat a principalelor noțiuni, idei, teorii specifice lucrărilor de laborator.

| Data completării | Semnătura titularului de curs | Semnătura titularului de aplicație |
|------------------|-------------------------------|---|
| 16.09.2024 | |  |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Data avizării | Semnătura responsabilului de program |
| 17.09.2024 | |
| Data avizării în departament | Semnătura directorului de departament |
| 26.09.2024 | |
| Data aprobării în consiliul facultății | Semnătura decanului |
| 27.09.2024 | |