**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 Aerospațială** |
| 1.3 Departamentul | **ŞTIINŢE AEROSPAŢIALE „ELIE CARAFOLI”** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare | Inginerie Aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare | Sisteme de Propulsie |
| 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/ | | | **Teoria combustiei eterogene** | | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | | | | |  | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator/proiect | | | | |  | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 4 | 2.5 Semestrul | | II | | 2.6. Tipul de evaluare | Verificare | | 2.7 Statutul disciplinei | Ob  p |
| 2.8 Categoria formativă | | DS | | 2.9 Codul disciplinei | | | | UPB.09.S.08.A.004 | | |

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | | Din care: 1 - curs | | 2 |  | 28 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | | Din care: 1 – Laborator/proiect | | 2 |  | 28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | | | 56- ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire proiect, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | | | 40 |
| Tutorat | | | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | | | 2 |
| Alte activități (dacă există): | | | | | | |  |
| **3.7 Total ore studiu individual** | | **44** | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | **100** | |
| 3.9 Numărul de credite | | **4** | |

**4. Precondiții** (acolo unde este cazul)

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Termodinamica, Mecanica fluidelor, Ecuatii generale ale dinamicii gazelor |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Aplică ecuațiile de conservare în procesele de ardere; determină compoziția gazelor de ardere și temperatura de ardere adiabatică pentru combustibili eterogeni; compară particularitățile arderii pentru combustibili solizi, lichizi și gazoși și alege ipotezele de modelare; utilizează noțiuni de termochimie și cinetică pentru modelarea numerică de bază a arderii/gazificării; evaluează formarea poluanților (NOx, SOx, CO) și propune măsuri de reducere; elaborează un proiect aplicat și prezintă argumentat soluțiile. |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 5.1 de desfășurare a cursului | Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer. |
| 5.2 de desfășurare a proiectului | Seminarul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer. |

**6. Obiectiv general**

Disciplina urmărește formarea competențelor necesare înțelegerii, evaluării și modelării proceselor de ardere și gazificare pentru combustibili eterogeni (solizi, lichizi, gazoși), pe întregul flux: de la proprietățile combustibililor și termochimia reacțiilor, la aplicarea ecuațiilor de conservare, estimarea temperaturii de ardere și analiza emisiilor poluante, până la selecția metodelor de control al arderii și validarea rezultatelor prin proiecte și aplicații. Cursul oferă studenților o viziune integrată asupra relației „combustibil–proces de ardere–produși–impact ambiental”, în context aerospațial.

Obiective specifice:

* Termochimie și cinetică: fundamente (entalpii de formare, călduri de reacție, mecanisme și viteze de reacție) necesare descrierii cantitative a arderii.
* Ecuații de conservare: aplicarea conservării masei, impulsului și energiei pentru fluide omogene și amestecuri reactive; bilanțuri pe volum de control.
* Combustibili eterogeni: proprietăți, compoziție, PCI/PCS; particularități de aprindere și ardere pentru solizi, lichizi și gazoși.
* Procese de ardere: arderea în oxidant/aer; calculul compoziției gazelor de ardere și al temperaturii de ardere adiabatică; regimuri de ardere (completă/incompletă).
* Emisii și control: mecanisme de formare pentru NOx, SOx, CO; metode de reducere prin managementul amestecului, temperaturii și timpului de ședere.
* Modelare numerică de bază: setarea ipotezelor și a parametrilor, interpretarea rezultatelor și limitărilor modelelor pentru ardere/gazificare.
* Măsurare și verificare: utilizarea indicatorilor cantitativi (randament, exces de aer, conversie), verificări simple de laborator/seminar și trasabilitatea calculelor.
* Sustenabilitate și siguranță: evaluarea impactului asupra mediului și a riscurilor operaționale, noțiuni introductive de mitigare.
* Tehnologii emergente: concepte actuale pentru ardere cu emisii reduse (MILD, oxi-combustie, amestecuri cu H₂/biogaz) și direcții de cercetare.

La final, studentul este capabil să conceapă, să evalueze și să argumenteze un set coerent de calcule pentru un caz de ardere/gazificare, să elaboreze documentația aferentă (ipoteze, formule, rezultate, interpretare) și să comunice soluțiile tehnice cu rigoare științifică.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | • Enumeră mărimile termochimice esențiale (entalpii de formare, PCI/PCS, călduri de reacție).  • Explică ecuațiile de conservare (masă, impuls, energie) pentru fluide omogene și amestecuri reactive.  • Recunoaște tipurile de combustibili (solizi, lichizi, gazoși) și particularitățile arderii lor.  • Răspunde la întrebări privind temperatura de ardere adiabatică, excesul de aer și compoziția gazelor de ardere.  • Compară mecanismele de formare a poluanților (NOx, SOx, CO) și distinge condițiile care le favorizează. |
| **Abilități** | • Selectează și grupează datele de intrare (compoziții, proprietăți, condiții inițiale) și planifică calculele.  • Aplică bilanțurile de masă și energie pentru a calcula compoziția produșilor și temperatura de ardere adiabatică.  • Identifică soluții și propune planuri de reducere a emisiilor (managementul amestecului, temperaturii, timpului de ședere).  • Modelează procese de ardere/gazificare și adaptează ipotezele la datele disponibile.  • Formulează puncte de vedere asupra limitărilor modelului și compilează rezultatele într-un raport tehnic.  • Exemplifică prin studiu de caz arderea carbonului (completă/incompletă) și dezvoltă o fișă de calcul trasabilă. |
| **Responsabilitate și autonomie** | • Selectează surse bibliografice relevante și analizează critic metodologiile de calcul.  • Verifică corectitudinea calculelor (închideri de bilanț, analize de sensibilitate) și validează ipotezele.  • Argumentează impactul ambiental al soluțiilor (NOx, SOx, CO) și prioritizează măsuri de control.  • Aplică principii de etică și siguranță (manipularea combustibililor/oxidanților, risc de aprindere) și interpretează cerințe de conformitate.  • Demonstrează autonomie în organizarea proiectului (plan de lucru, versiuni, trasabilitate) și formulează concluzii susținute de date. |

**8. Metode de predare**

Pornind de la analiza inițială a nevoilor și stilurilor de învățare ale studenților (chestionar de diagnostic, discuții introductive), predarea va combina metode expozitive (prelegere, expunere) cu metode conversative-interactive și de învățare prin descoperire (experiment/demonstrație, modelare, simulări), precum și metode bazate pe acțiune (exerciții aplicative, activități practice, rezolvare de probleme). În cadrul cursului se vor utiliza prezentări PowerPoint, animații și scurte materiale video; fiecare întâlnire începe cu o recapitulare a noțiunilor cheie din sesiunea anterioară și cu clarificarea „punctelor neclare” semnalate de studenți.

**9. Conținuturi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CURS** | | |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1 | Introducere | **2** |
| 2 | Combustibili solizi | **2** |
| 3 | Combustibili lichizi | **2** |
| 4 | Combustibili gazosi | **2** |
| 5 | Ecuatiile de conservare pentru  1 Fluid omogen  2 Amestec | **4** |
| 6 | Noțiuni de termochimie  1 Generalităţi;  2 Mechanisme de reactie  3 Viteza de reactie | **4** |
| 7 | Arderea combustibililor  1 Arderea in oxiden  2 Arderea in aer  3 Puterea calorica  4 Temperatura de ardere adiabatica | **4** |
| 8 | Arderea combustibililor solizi | **2** |
| 9 | Arderea combustibililor lichizi | **2** |
| 10 | |  | | --- | | Poluarea produsa prin ardere  1 Formarea oxizilor de azot | | 2 Oxizii de sulf | | 3. Monoxidul de carbom | | 4. Metode de reducere a poluarii | | **4** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie**  F.A. Williams, Combustion Theory,ISBN 0-8053-9801-5, 1985  C.K. Law, Combustion physics, ISBN 978-0-521-87052-8, 2006  I. Glassman, R. Yetter, Combustion, 978-0-12-088573-2, 2008  T.Poinsot, D. Veynante, Theoretical and Numerical Combustion, 1-930217-10-2,2005  A.Bejan,Termodinamica avansata,973-31-0994-0, 1996  G. Baranescu, Calculul proceselor de ardere, Editura Academiei R.P.R.,1955  C.Berbente,V.N.Constantinescu,dimanica gazelor II,UPB,1985 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proiect** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Definirea problemei și obiectivelor proiectului | 1 |
| 2. | Date de intrare și caracterizarea combustibilului/oxidantului | 2 |
| 3 | Modelul conceptual și bilanțurile | 2 |
| 4 | Calcule de bază: compoziția produșilor și temperatura de ardere adiabatică | 3 |
| 5 | Estimarea emisiilor și propuneri de reducere | 2 |
| 6 | Analiză de sensibilitate și incertitudine | 2 |
| 7 | Raport tehnic și prezentare | 2 |
|  | **Total:** | **14** |
| **Bibliografie**  F.A. Williams, Combustion Theory,ISBN 0-8053-9801-5, 1985  C.K. Law, Combustion physics, ISBN 978-0-521-87052-8, 2006  I. Glassman, R. Yetter, Combustion, 978-0-12-088573-2, 2008  T.Poinsot, D. Veynante, Theoretical and Numerical Combustion, 1-930217-10-2,2005  A.Bejan,Termodinamica avansata,973-31-0994-0, 1996  G. Baranescu, Calculul proceselor de ardere, Editura Academiei R.P.R.,1955  C.Berbente,V.N.Constantinescu,dimanica gazelor II,UPB,1985 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Seminar** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Aplicatii amestecuri, entalpia de formare, caldura de reactie | 2 |
| 2. | Temperatura de arderea adiabatica | 2 |
| 3 | Aplicatii la arderea carbonului   * ardere completa * ardere incompleta   calculul produsilor de ardere | 4 |
| 4 | Aplicatii mechanisme de formare   * oxizi de azot * oxizi de sulf   monoxid de carbon | 6 |
|  | **Total:** | **14** |
| **Bibliografie**  F.A. Williams, Combustion Theory,ISBN 0-8053-9801-5, 1985  C.K. Law, Combustion physics, ISBN 978-0-521-87052-8, 2006  I. Glassman, R. Yetter, Combustion, 978-0-12-088573-2, 2008  T.Poinsot, D. Veynante, Theoretical and Numerical Combustion, 1-930217-10-2,2005  A.Bejan,Termodinamica avansata,973-31-0994-0, 1996  G. Baranescu, Calculul proceselor de ardere, Editura Academiei R.P.R.,1955  C.Berbente,V.N.Constantinescu,dimanica gazelor II,UPB,1985 | | |

**10. Evaluare**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
| 10.4 Curs | Rezolvarea subiectelor de examen | Colocviu | 20 % |
|  |  |  |
|  |  |
| 10.5 Laborator și Evaluare pe parcurs – Teme de casă | Realizarea lucrărilor exemplificate la Laborator si proiect | Evaluare Lucrări si proiect pe parcurs | 80% |
|  |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare | | | |
| Obținerea a 50 % din punctajul total. | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  19.06.2025 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament | Director de Departament - Prof. Marius Stoia  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | |
|  |  | |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. Daniel-Eugeniu CRUNTEANU | |