**fișa disciplinei**

**1. Date despre program**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București |
| 1.2 Facultatea | **Inginerie Aerospațială** |
| 1.3 Departamentul | **Științe Aerospațiale ‘Elie Carafoli’** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare  | Inginerie Aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare  | Construcții Aerospațiale, Sisteme de Propulsie, Echipamente şi Instalaţii de Aviaţie, Inginerie şi Management Aeronautic, Design aeronautic |
| 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  | **MECANICA FLUIDELOR** |
| 2.2 Titularul/ii activităților de curs | **CS II dr. ing. Alexandru Dumitrache** |
| 2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect | **As. drd. ing. Bogdan Suătean****As. drd. ing. Andrei Vlad Cojocea****As. drd. ing. Mihnea Gall** |
| 2.4 Anul de studiu/  | 2 | 2.5 Semestrul | I | 2.6. Tipul de evaluare | V | 2.7 Statutul disciplinei | Ob |
| 2.8 Categoria formativă | DS | 2.9 Codul disciplinei | **UPB.09.D.03.O.003** |

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | Din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator/proiect | 1/1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ  | 56 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator/proiect | 14/14 |
| Distribuția fondului de timp: | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițeDocumentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitatePregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | 121414 |
| 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 | * Parcurgerea si/sau promovarea urmatoarelor discipline: Bazele calcului diferenţial şi integral, Teoria funcţiilor, Algebră liniară şi geometrie analitică, Geometrie diferenţială, Medii de calcul ştiinţific, Limbaje de programare, Introducere în inginerie aerospaţială, Modulele de matematici speciale, Modulele de fizică, Mecanica.
 |
| 4.2 de rezultate ale învățării | * Nu este cazul
 |

**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 tablă, videoproiector și computer. Prelegeri la curs, unele exemple prezentate prin fişiere ppt cu proiectorul. On-line: platforma Moodle
 |
| 5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului/ proiectului | * Seminarul se va desfășura într-o sală cu tablă și bănci care permit gruparea studenților în echipe de lucru. Laboratorul se va desfășura în săli cu instalații de laborator specifice (tunele aerodinamice), precum și pe stații de calcul cu programe de calcul pentru simularea curgerilor.
 |

**6. Obiectiv general**

Cursul are ca obiectiv general înțelegerea fenomenelor si a conceptelor de bază in mecanica fluidelor. De asemenea, cursul pune accent pe recunoașterea principalelor tipuri de probleme ce implică statica sau curgerea fluidelor, precum și probleme inginerești întâlnite în mecanica fluidelor și modul de modelare și rezolvare sistematică a acestora. Activitatea de laborator are scop demonstrarea unor fenomene prezentate teoretic, precum și familizarizarea cu instalații experimentale de tip suflerie și cu achiziția și prelucrarea de date experimentale.

.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * Studentul dobândește cunoștințe fundamentale privind proprietățile fizice ale fluidelor, înțelegând diferențele dintre fluide perfecte și fluide reale, precum și influența vâscozității asupra comportamentului acestora. Asimilează noțiuni esențiale de termodinamică aplicate în contextul mecanicii fluidelor.
* Înțelege ecuațiile de bază care guvernează curgerea fluidelor, inclusiv ecuațiile de continuitate și ecuațiile de mișcare (Euler, Navier-Stokes), aplicabile în regimuri variate de curgere. Cunoaște condițiile în care pot fi neglijate forțele de inerție și recunoaște diferențele dintre regimurile de curgere laminară și turbulentă.
* Asimilează conceptele de hidrostatică și aerostatică, fiind capabil să analizeze echilibrul static și relativ al fluidelor și să înțeleagă distribuția presiunii în atmosferă.
* Dobândește cunoștințe privind cinematica fluidelor, inclusiv mișcările irotaționale, vârtejuri și distribuții de viteză, precum și modul de formulare și aplicare a ecuației presiunii în contexte variate.
* Înțelege aplicarea relațiilor integrale fundamentale asupra unui volum de control arbitrar, dezvoltând capacitatea de a evalua conservarea masei, impulsului și energiei într-un sistem fluid.
* Cunoaște teoria vârtejurilor, fiind capabil să analizeze circulația vitezei și câmpul de viteze indus de diverse configurații de curgere, cu aplicații relevante în aerodinamică și hidraulică.
* Înțelege curgerile axialsimetrice și plane, utilizând potențialul de viteză și funcția de curent pentru modelarea curgerilor inviscide, precum și potențialul complex pentru analiza mișcărilor bidimensionale.
* Dobândește cunoștințe privind utilizarea transformărilor conforme în studiul curgerii în jurul profilelor aerodinamice, în special reprezentarea pe cerc și determinarea caracteristicilor aerodinamice prin metode teoretice.
 |
| **Abilități** | * Identifică și măsoară corect proprietățile fizice ale fluidelor, utilizând instrumente precum micromanometrul pentru determinarea presiunii statice și diferențiale.
* Aplică ecuațiile fundamentale ale mecanicii fluidelor în contexte experimentale, fiind capabil să determine viteza curgerii cu ajutorul tubului Venturi și al tubului Pitot-Prandtl, interpretând corect relațiile dintre presiune și viteză.
* Rezolvă probleme de hidrostatica și aerostatica, evaluând acțiunea presiunii asupra pereților rezervoarelor și analizând condițiile de echilibru static și relativ pentru fluide.
* Utilizează ecuația lui Bernoulli în situații aplicative, analizând curgeri inviscide în regim staționar și calculând distribuții de presiune și energie în instalații simple.
* Aplică relațiile integrale, în special teorema impulsului, pentru determinarea forțelor exercitate de jeturi de fluid asupra suprafețelor solide, dezvoltând o înțelegere practică a interacțiunii fluid-structură.
* Calculează vitezele induse de diverse configurații de vârtejuri, utilizând concepte din teoria vârtejurilor și realizând observații vizuale ale curgerii cu ajutorul trasorilor de fum.
* Analizează rezistența la înaintare a corpurilor cu simetrie axială, cum ar fi sfera sau corpurile carenate, identificând influența formei asupra distribuției presiunii și a rezistenței totale.
* Rezolvă probleme legate de curgeri plane, determinând distribuția de presiune în jurul cilindrilor și interpretând comportamentul fluidului în regim inviscid bidimensional.
* Aplică transformări conforme pentru studierea curgerii în jurul profilelor aerodinamice, utilizând metode grafice sau analitice pentru a obține distribuții de viteză și presiune.
* Determină vâscozitatea unui lichid prin metode experimentale, înțelegând influența acestei proprietăți asupra regimului de curgere și fiind capabil să stabilească condițiile de trecere de la curgere laminară la turbulentă.
 |
| **Responsabilitate și autonomie** | * Dezvoltă autonomie în analiza fenomenelor din mecanica fluidelor și în selectarea metodelor de calcul adecvate pentru diverse probleme.
* Prezintă inițiativă în abordarea proiectelor și aplicațiilor practice, demonstrând capacitate de a interpreta corect rezultatele obținute și de a formula concluzii argumentate din punct de vedere științific și tehnic.
* Manifestă rigurozitate și responsabilitate în utilizarea modelelor teoretice și a relațiilor de calcul, fiind conștient de implicațiile tehnice ale analizelor efectuate, mai ales în contexte inginerești relevante pentru domeniul aerospațial și al mecanicii fluidelor.
* Este capabil să colaboreze eficient în activități de echipă și să participe activ la discuții tehnice, asumându-și roluri specifice în cadrul proiectelor sau lucrărilor aplicative, contribuind la atingerea obiectivelor comune.
* Demonstrează capacitate de autoevaluare și corectare a propriilor soluții, dezvoltând o atitudine proactivă față de învățare și față de perfecționarea competențelor tehnice.
 |

**8. Metode de predare**

Prezentarea cursului se face prin prelegere complementată de descriere,explicație și demonstrație cu ajutorul desenului didactic. Elementele de sinteză și aplicațiile de profil se prezintă prin mijloace video. De asemenea, se postează pe platforma Moodle cursul tipărit si prezentarea acestuia in format ppt.

Pentru seminar se utilizează învățarea prin problematizare, studiul de caz, exercițiul și învățarea prin descoperire dirijată cu feedback formativ. Seminariile se realizează de cadrul didactic împreună cu studenții folosind tehnica de calcul. Pentru laborator se folosește experimentul cu caracter aplicativ și metoda demonstrației. Laboratoarele se realizează pe instalațiile experimentale din dotare. Seminariile si referatele de laborator sunt postate pe platforma Moodle.

**9. Conținuturi**

|  |
| --- |
| **CURS** |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | Proprietăţile fluidelor. Proprietăţi fizice, noţiuni de termodinamică. Capilaritate. Tensiuni superficiale. | **2** |
| II | Fluide vâscoase. Ecuaţiile Navier-Stokes,mişcări fără forţe de inerţie, turbulenţa | **4** |
| III | Ecuaţiile de mişcare, de continuitate, fluide perfecte. | **2** |
| IV | Hidro-aerostatică. Echilibru static, relativ, statica atmosferei | **2** |
| V | Cinematica fluidelor, ecuaţia presiunii. Elemente de cinematică, mişcări irotaţionale, ecuaţia presiunii. | **2** |
| VI | Relaţii integrale. Ecuaţii fundamentale pentru un volum de control oarecare | **2** |
| VII | Teoria vârtejurilor. Circulaţia vitezei, câmpul de viteze indus | **2** |
| VIII | Mişcări axial- simetrice. Potenţial de viteze, funcţia de curent | **4** |
| IX | Mişcări plane. Potenţial complex, mişcări simple şi combinate | **4** |
| X | Transformărilor conforme pentru profile aerodinamice. Reprezentarea pe un cerc; mişcări în jurul unui profil studiate cu transformări conforme, caracteristici aerodinamice | **4** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**1. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1981), Dynamics of Incompressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy.
2. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1984), Dynamics of Compressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy.
3. Constantinescu, V.N. (1995), Laminar Viscous Flow, Springer
4. Constantinescu, V.N., and Galetuse, S., (1983), Fluid Mechanics and elements of Aerodynamics (in Romanian), E.D.P.
5. Mironer, A., (1979), Engineering Fluid Mechanics, McGraw-Hill
6. White, F.M., (1979),Fluid Mechanics, McGraw-Hill.
7. http://web.mit.edu/2.25/www/
8. http://homepage.usask.ca/~drs694/fluidmechanics.htm
9. Frunzulică,F: Bazele aerodinamicii - lucrări de laborator. Politehnica Press 2014.
 |

|  |
| --- |
| **SEMINAR** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Proprietăţile fluidelor. Capilaritate. Tensiuni superficiale. | 2 |
| 2. | Hidro-aerostatică. Probleme de actiune a presiunii pe pereţii unor rezervoare. Echilibrul relativ. | 2 |
| 3. | Cinematica fluidelor, ecuaţia presiunii. Rezolvarea unor probleme aplicând ecuaţia lui Bernoulli. | 2 |
| 4. | Relaţii integrale. Aplicarea conservării masei și a impulsului pentru diverse configurații.  | 4 |
| 5. | Fluide vâscoase. Curgerea Couette. Curgerea Poiseuille. | 2 |
| 6. | Ecuațiile Navier-Stokes. Forme particulare. | 2 |
|  | **Total:** | **14** |
| Bibliografie:1. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1981), Dynamics of Incompressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy.
2. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1984), Dynamics of Compressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy.
3. Constantinescu, V.N. (1995), Laminar Viscous Flow, Springer
4. Constantinescu, V.N., and Galetuse, S., (1983), Fluid Mechanics and elements of Aerodynamics (in Romanian), E.D.P.
5. Mironer, A., (1979), Engineering Fluid Mechanics, McGraw-Hill
6. White, F.M., (1979),Fluid Mechanics, McGraw-Hill.
7. http://web.mit.edu/2.25/www/
8. http://homepage.usask.ca/~drs694/fluidmechanics.htm
9. Frunzulică,F: Bazele aerodinamicii - lucrări de laborator. Politehnica Press 2014.
 |

|  |
| --- |
| **LABORATOR** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Introducere. Protecția muncii. | 2 |
| 2. | Descriere suflerii aerodinamice din dotarea laboratorului | 2 |
| 2. | Tubul Venturi, măsurarea vitezei cu tubul Pitot-Prandtl. | 2 |
| 3. | Determinarea profilului de presiune si viteza pe sectiune de test a tunelului aerodinamic | 2 |
| 4. | Vizualizări cu fum. | 2 |
| 5. | Determinarea distributiei spatiale si temporale pe o suflerie de mare viteză si validarea cu ecuatiile de curgere izentropică | 4 |
|  | **Total:** | **14** |
| Bibliografie:1. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1981), Dynamics of Incompressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy.
2. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1984), Dynamics of Compressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy.
3. Constantinescu, V.N. (1995), Laminar Viscous Flow, Springer
4. Constantinescu, V.N., and Galetuse, S., (1983), Fluid Mechanics and elements of Aerodynamics (in Romanian), E.D.P.
5. Mironer, A., (1979), Engineering Fluid Mechanics, McGraw-Hill
6. White, F.M., (1979),Fluid Mechanics, McGraw-Hill.
7. http://web.mit.edu/2.25/www/
8. http://homepage.usask.ca/~drs694/fluidmechanics.htm
9. Frunzulică,F: Bazele aerodinamicii - lucrări de laborator. Politehnica Press 2014.
 |

**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 la verificarea finală | Verificare finală | 20 |
|  | Testare pe parcurs | 0 |
|  |  |
| 10.5 Seminar/laborator/proiect | Teme de casă seminarTeste de evaluare (două) la seminar | Verificarea temelor de casăProbe scrise | 2030 |
| Elaborare rapoarte lucrări laborator | Verificare rapoarte laborator | 30 |
|  |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare |
| * Punctajul final se face prin adunarea punctajelor din evaluări. Condiția de promovare este de minim 50 de puncte (fără rotunjire).
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  | Titular de curs  | Titular(ii) de aplicații |
|  | CS II dr. ing. Alexandru Dumitrache | As. drd. ing. Bogdan SuăteanAs. drd. ing. Andrei Vlad CojoceaAs. drd. ing. Mihnea Gall |
|  |  |  |
| Data avizării în departament | Director de departamentProf. Dr. Ing. Marius Stoia Djeska\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |
| Data aprobării în Consiliul Facultății  | Decan Prof. Dr. Ing. Daniel-Eugeniu CRUNȚEANU |