**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 | **Mecanică** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare | Inginerie Aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare | Construcții Aerospațiale, Sisteme de Propulsie, Echipamente și Instalații de Aviație, Ingineri și 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 2** | | | | | | | |
| 2.2 Titularul/ii activităților de curs | | | | | Prof. dr. ing. Mihai Valentin PREDOI | | | | | |
| 2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect | | | | | As. dr. ing. Roxana – Alexandra PETRE | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 2 | 2.5 Semestrul | | I | | 2.6. Tipul de evaluare | E | | 2.7 Statutul disciplinei | Ob |
| 2.8 Categoria formativă | | DS | | 2.9 Codul disciplinei | | | | UPB.09.D.03.O.004 | | |

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână/ | 3 | | Din care: 3.2 curs | | 2 | 3.3 seminar/laborator/ proiect | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 42 | | Din care: 3.5 curs | | 28 | 3.6 seminar/laborator/ proiect | 14 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe  Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitatePregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | | | 20  9 |
| Tutorat | | | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | | | 2 |
| Alte activități (dacă există): | | | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | **33** | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | **75** | |
| 3.9 Numărul de credite | | **3** | |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea sau promovarea următoarelor discipline:   * Mecanica 1 * Ecuații diferențiale * Analiză matematică 1 * Analiză matematică 2 * Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Acumularea următoarelor cunoștințe:   * Recunoaște principiile fundamentale ale dinamicii și mecanicii analitice; * Explică mișcarea corpurilor folosind modele matematice specifice; * Aplică teoreme și ecuații (Newton, Lagrange) în analiza sistemelor mecanice; * Identifică legături între conceptele din mecanică și cele din matematică aplicată. |

**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, ecran de proiecție și computer conectat la internet, pentru susținerea prezentărilor multimedia și accesarea resurselor electronice. * Este necesară existența unui sistem audio funcțional pentru redarea materialelor video demonstrative. * Se recomandă ca sala să fie echipată cu tablă clasică sau whiteboard pentru explicații suplimentare și demonstrații grafice. |
| 5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului/ proiectului | * Seminarul se va desfășura într-o sală dotată cu tablă, videoproiector și calculatoare individuale sau în rețea, pentru rezolvarea asistată a problemelor de dinamică și mecanică analitică; * Studenții vor lucra pe baza unor fișe de lucru care includ exerciții structurale, aplicații numerice și subiecte de tip examen, concepute pentru a consolida cunoștințele teoretice predate la curs; * Activitățile se vor desfășura în grupe mici, pentru a permite îndrumarea individuală și corectarea raționamentelor de calcul; * Pentru desfășurarea optimă a activităților este necesar accesul la materiale de referință (culegeri, formule, bibliografie recomandată) și utilizarea de instrumente de calcul (calculator științific sau software de calcul matematic, dacă este cazul); * Se urmărește rezolvarea integrală a problemelor propuse, precum și discutarea variantelor de soluționare, cu accent pe interpretarea fizică a rezultatelor. |

**6. Obiectiv general**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Aerospațială și are un rol esențial în formarea profesională a viitorilor ingineri prin aprofundarea cunoștințelor teoretice și aplicative din dinamica sistemelor mecanice și mecanica analitică. Cursul își propune să ofere studenților instrumentele necesare pentru înțelegerea, formularea și rezolvarea problemelor inginerești legate de mișcarea corpurilor rigide și a sistemelor multi-corp.

Disciplina abordează ca tematică specifică noțiuni avansate din dinamica punctului material, dinamica rigidului, sistemele de referință, momentele de inerție, principiile fundamentale ale mecanicii, ecuațiile lui Euler și Lagrange, precum și aplicațiile acestora în inginerie. Prin aceste conținuturi, studenții sunt familiarizați cu modelarea matematică a fenomenelor mecanice și dezvoltarea unui raționament inginereasc riguros.

Justificarea includerii acestei discipline în planul de învățământ constă în importanța sa pentru înțelegerea și susținerea cursurilor de specialitate din anii următori, dar și pentru formarea unei baze solide necesare în proiectarea, analiza și optimizarea sistemelor mecanice din domeniul aerospațial.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * **Recunoaște** conceptele fundamentale ale dinamicii punctului material și ale mecanicii analitice; * **Enumeră** principalele teoreme din dinamica clasică și principiile mecanicii analitice; * **Identifică** în problemele inginerești structura și componentele unui sistem mecanic modelabil matematic; * **Explică** fenomenele de mișcare și echilibru ale sistemelor de corpuri în diverse contexte inginerești; * **Redă** în cuvinte proprii principiile lui D'Alembert, Lagrange și alte concepte asociate mișcării rigidelor; * **Exemplifică** aplicarea ecuațiilor de mișcare pentru puncte materiale, corpuri rigide și sisteme multi-corp; * **Clasifică** tipurile de legături mecanice și forțe implicate în modelarea sistemelor dinamice; * **Compară** abordările newtoniană și analitică pentru studiul mișcării și echilibrului. |
| **Abilități** | * **Aplică** teoria mecanicii pentru rezolvarea problemelor inginerești privind mișcarea și echilibrul corpurilor; * **Identifică** soluția pentru diverse situații de dinamică, alegând metoda de rezolvare adecvată (analiză vectorială, Lagrange, lucrul mecanic virtual etc.); * **Propune** un plan de rezolvare a unui sistem mecanic pe baza datelor inițiale și a condițiilor impuse; * **Planifică** etapele de calcul pentru determinarea mărimilor mecanice (viteze, accelerații, momente de inerție); * **Dezvoltă** modele matematice ale mișcării folosind ecuații diferențiale sau relații analitice; * Formulează puncte de vedere argumentate privind alegerea ipotezelor și metodelor de lucru; * **Anticipează** etapele procesului de rezolvare pentru probleme complexe de dinamică a sistemelor; * **Creează** diagrame și scheme de reprezentare a mișcării și forțelor în sisteme rigide; * **Adaptează** metodele de calcul la tipul de sistem analizat (punct, rigid, multi-corp). |
| **Responsabilitate și autonomie** | * **Demonstrează** autonomie în organizarea activităților de studiu, aplicând metode proprii de rezolvare și documentare; * **Respectă** principiile de etică academică, prin utilizarea surselor corecte și redactarea responsabilă a lucrărilor de seminar/laborator; * **Manifestă** colaborare cu colegii în cadrul activităților aplicative și în rezolvarea sarcinilor de grup; * **Formulează** concluzii relevante în urma analizei mișcării sistemelor mecanice; * **Identifică** tipuri de erori în calcule sau raționamente și evaluează impactul acestora asupra rezultatelor; * **Argumentează** alegerile făcute în selecția metodelor de analiză și modelare; * **Verifică** corectitudinea rezultatelor prin raportarea la condițiile inițiale și la modelele teoretice; * **Demonstrează** receptivitate față de metode moderne de analiză și softuri inginerești aplicabile în domeniul mecanicii; * **Compară** diverse abordări inginerești în raport cu eficiența și aplicabilitatea lor practică; * **Prioritizează** activitățile de rezolvare în funcție de complexitate, impact și termen de predare. |

**8. Metode de predare**

Pornind de la analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la diversitatea stilurilor cognitive (logic-analitic, vizual, activ), predarea în cadrul disciplinei se bazează pe un model integrat, care combină predarea tradițională cu metode moderne centrate pe student. Accentul cade pe înțelegerea profundă a noțiunilor și pe dezvoltarea capacității de aplicare a acestora în contexte reale inginerești.

Se utilizează metode expozitive, precum prelegerea și expunerea, pentru introducerea noțiunilor teoretice fundamentale din dinamica punctului material, sistemelor de corpuri și mecanica analitică. Acestea sunt susținute de prezentări PowerPoint care includ grafice, diagrame și animații menite să sprijine învățarea vizuală. Fiecare curs începe cu o recapitulare activă a temelor anterioare, sub forma unor întrebări de control, exemple sau exerciții scurte de aplicare.

Pentru a stimula participarea activă a studenților, se utilizează metode conversaționale și interactive, precum dezbaterea, întrebările dirijate și explicarea în perechi. Se promovează gândirea critică prin încurajarea formulării de întrebări, propunerea de ipoteze și evaluarea logicii din spatele soluțiilor posibile.

Lucrările de laborator valorifică metode bazate pe învățarea prin descoperire, în care studentul este ghidat să aplice principiile teoretice pentru rezolvarea de probleme concrete. Se pune accent pe înțelegerea profundă a modelelor matematice, nu doar pe aplicarea mecanică a formulelor. Problemele sunt selectate progresiv, de la nivel elementar la situații inginerești reale, pentru a stimula transferul de cunoștințe.

În plus, sunt folosite metode bazate pe acțiune, precum exercițiul individual, lucrul în echipă, studiul de caz și simularea de situații inginerești. Astfel, studenții dezvoltă nu doar competențe tehnice, ci și abilități transversale esențiale (comunicare, colaborare, asumarea rolurilor în echipă).

Pentru a susține participarea activă și adaptarea la nevoile individuale, studenții sunt încurajați să-și construiască un parcurs propriu de învățare, prin:

* alegerea temelor pentru lucrările aplicative;
* stabilirea obiectivelor personale pentru îmbunătățirea performanței;
* autoevaluare și reflecție ghidată după fiecare temă majoră.

Identificarea rămânerilor în urmă se face prin:

* observarea implicării studenților în timpul cursurilor și seminarelor;
* evaluări formative scurte și feedback imediat;
* analiza lucrărilor aplicative predate.

În cazul apariției unor dificultăți de învățare, se aplică măsuri remediale, precum:

* explicații suplimentare în afara orelor de curs;
* activități de tip „peer teaching” (învățare între colegi);
* sesiuni de lucru în grupuri mici;
* resurse suplimentare (probleme rezolvate, ghiduri video, explicații în format digital).

Se va urmări constant dezvoltarea abilităților de ascultare activă, comunicare asertivă și colaborare prin activități de echipă, discuții de grup și prezentări ale soluțiilor propuse. Feedback-ul va fi constructiv, individualizat, iar studenții vor fi încurajați să își exprime punctele de vedere și să reflecteze asupra progresului personal.

Această abordare integrată creează un mediu de învățare dinamic, sigur și stimulativ, care nu doar transmite cunoștințe, ci și modelează gândirea inginerească, necesară în practica profesională a viitorului inginer aerospațial.

**9. Conținuturi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CURS** | | |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | Dinamica punctului material liber. Integrarea ecuației de mișcare în cazuri particulare. Mișcarea in mediu fluid rezistent. | **2** |
| II | Dinamica punctului material în câmp central de forțe. Teoremele generale în dinamica punctului material. Dinamica punctului material supus la legături. | **4** |
| III | Dinamica mișcării relative a punctului material. Forțe complementare la suprafața Pământului. Sisteme inerțiale. | **2** |
| IV | Momente de inerție. Variația momentelor de inerție în raport cu axe paralele. Variația momentelor de inerție în raport cu axe concurente. Direcții principale de inerție. Momente principale de inerție. | **2** |
| V | Impuls, moment cinetic, energie, lucru mecanic exterior si interior în dinamica sistemelor de puncte materiale. Definiții, teoreme, în raport cu un sistem de referință fix. Mișcarea relativă în raport cu un sistem de referință central în translație. Teoremele lui Köenig. Teoremele generale în dinamica rigidului. | **4** |
| VI | Dinamica rigidelor aflate în mișcări particulare: a) de translație; b) de rotație in jurul unei axe fixe; c) plan paralela. Dinamica sistemelor de corpuri. | **4** |
| VII | Echilibrarea rotoarelor. Ecuațiile lui Euler pentru dinamica rigidului cu punct fix. Giroscopul. | **4** |
| VIII | Principiile mecanicii analitice. Legături. Deplasări. Principiul lucrului mecanic virtual. Principiul lui Toricelli. Principiul puterilor virtuale. | **6** |
| IX | Principiul lui d'Alembert. Torsorul fortelor de inerţie. |  |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**   1. *Prodoi, V. M., Notițe de curs, Moodle, UPB.* 2. *Voinea, R. , Voiculescu, D. , Ceauşu, V. , - Mecanica, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1983.* 3. *R. Voinea, I. Stroe, M.V. Predoi, Technical Mechanics. Ed. Politehnica Press, Bucureşti, 2010, (reeditată 2012)* 4. *Ceauşu, V., Enescu, N., Ceauşu, F., Probleme de mecanică, Dinamica si Mecanica Analitica, Ed. Corifeu, Bucuresti, 2004.* 5. *I.Stroe, C.D.Carp-Ciocardia, A.Motomancea, M.V.Predoi, A.Craifaleanu, A.Alecu, L.Radcenco, V.Buracu, D.Caruntu, C.Dragomirescu, V.Iliescu, M.Boiangiu, Mecanica, Dinamica, Culegere de probleme, UPB, 1996, Probleme de dinamică pentru studenţii din învăţământul superior tehnic, Editura Printech, Bucureşti, 2000.* 6. *I.Stroe, D.Caruntu, M.Boiangiu, A.Motomancea, C.Dragomirescu , M.Bugaru, A.Craifaleanu, A.Alecu, V.Iliescu, M.Untaroiu, C.D.Carp-Ciocardia, L.Voiculescu , Mecanica, Mecanica Analitica , Culegere de probleme, UPB, 1997, Probleme de mecanică analitică pentru studenţii din învăţământul superior tehnic, Editura Printech, Bucureşti* | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Dinamica punctului material liber si supus la legături. | 2 |
| 2. | Teoremele generale în dinamică aplicate punctelor materiale. | 2 |
| 3. | Dinamica sistemelor de corpuri. | 4 |
| 4. | Principiul lucrului mecanic virtual. Principiul lui d'Alembert. Ecuațiile lui Lagrange. | 6 |
|  | **Total:** | **14** |
| Bibliografie:   1. *Prodoi, V. M., Notițe de seminar, Moodle, UPB.* 2. *Voinea, R. , Voiculescu, D. , Ceauşu, V. , - Mecanica, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1983.* 3. *R. Voinea, I. Stroe, M.V. Predoi, Technical Mechanics. Ed. Politehnica Press, Bucureşti, 2010, (reeditată 2012)* 4. *Ceauşu, V., Enescu, N., Ceauşu, F., Probleme de mecanică, Dinamica si Mecanica Analitica, Ed. Corifeu, Bucuresti, 2004.* 5. *I.Stroe, C.D.Carp-Ciocardia, A.Motomancea, M.V.Predoi, A.Craifaleanu, A.Alecu, L.Radcenco, V.Buracu, D.Caruntu, C.Dragomirescu, V.Iliescu, M.Boiangiu, Mecanica, Dinamica, Culegere de probleme, UPB, 1996, Probleme de dinamică pentru studenţii din învăţământul superior tehnic, Editura Printech, Bucureşti, 2000.* 6. *I.Stroe, D.Caruntu, M.Boiangiu, A.Motomancea, C.Dragomirescu , M.Bugaru, A.Craifaleanu, A.Alecu, V.Iliescu, M.Untaroiu, C.D.Carp-Ciocardia, L.Voiculescu , Mecanica, Mecanica Analitica , Culegere de probleme, UPB, 1997, Probleme de mecanică analitică pentru studenţii din învăţământul superior tehnic, Editura Printech, Bucureşti* | | |

**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 | Examen scris | 50% |
| 10.5 Seminar/laborator/proiect | Rezolvarea problemelor | Testare pe parcurs | 30% |
| Rezolvarea problemelor | Testare pe parcurs | 20% |
| 10.6 Condiții de promovare | | | |
| Punctajul final se face prin adunarea punctajelor din evaluări. Condiția de promovare este de minim 50 de puncte | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  17.07.2025 | Titular de curs  Prof. dr. ing. Mihai Valentin PREDOI | Titular(ii) de aplicații  As. dr. ing. Roxana – Alexandra PETRE |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament | Director de departament  Prof. Dr. Ing. Andrei CRAIFALEANU | |
|  |  | |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan  Prof. Dr. Ing. Daniel-Eugeniu CRUNȚEANU | |