**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 | **Departamentul de Fizică** |
| 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 | | | **Fizică 1** | | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | | | | | Vasile Georgiana | | | | | |
| 2.3 Titularuii activităților de seminar / laborator/proiect | | | | | Vasile Georgiana, Neguțu Constantin, Vlădoiu Ionuț | | | | | |
| 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 | | DF | | 2.9 Codul disciplinei | | | | UPB.09.F.03.O.002 | | |

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 2 | | Din care: 3.2 curs | | 1 | 3.3 seminar/laborator/ proiect | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 28 | | Din care: 3.5 curs | | 14 | 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 specialitate  Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | | | 22  20  20 |
| Tutorat | | | | | | | 6 |
| Examinări | | | | | | | 4 |
| Alte activități (dacă există): | | | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | **72** | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | **100** | |
| 3.9 Numărul de credite | | **4** | |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | * Analiză matematică * Fizică liceu |
| 4.2 de rezultate ale învățării | * Recunoaște și explică fenomene fizice fundamentale din domeniul opticii, dobândite în învățământul liceal; * Aplică noțiuni elementare de analiză matematică (funcții, derivate, integrale) în rezolvarea problemelor tehnice; * Identifică relații cauzale între mărimi fizice (ex: viteză, frecvență, lungime de undă) în contexte simple; * Exemplifică procese de undă (mecanice sau electromagnetice) și clasifică tipuri de unde în funcție de proprietățile lor; * Utilizează corect unități de măsură, simboluri și formule fundamentale în calcule numerice de bază. |

**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 | * Activitățile de laborator se vor desfășura într-un spațiu specializat (laborator de Optică), echipat cu următoarele: * surse de lumină coerentă (ex: laser He-Ne); * oglinzi, lentile, prisme și rețele de difracție; * spectroscop, interferometru Michelson, dispozitiv Young; * bancuri optice și suporturi de montaj; * senzori și dispozitive de măsurare a intensității luminoase; * echipamente de siguranță (ochelari de protecție pentru lucrul cu laserul); * Laboratorul trebuie să asigure condiții adecvate de iluminare controlată și suprafețe de lucru plane, pentru desfășurarea precisă a experimentelor optice. * Este necesar ca studenții să dispună de un set complet de aparatură, astfel încât activitățile să se desfășoare simultan, conform graficului semestrial. |

**6. Obiectiv general**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Aerospațială și are un rol fundamental în formarea științifică a studenților, prin introducerea și aprofundarea conceptelor esențiale din fizica undelor, opticii, tehnologiei fibrelor optice și laserilor. Cursul este integrat în programul de licență al Facultății de Inginerie Aerospațială și asigură bazele teoretice și experimentale necesare pentru înțelegerea fenomenelor fizice care stau la baza funcționării unor echipamente și sisteme specifice aviației moderne.

Disciplină de fundament, Fizica 1 își propune să familiarizeze studenții cu principalele modele și teorii explicative ale propagării undelor mecanice și electromagnetice, ale comportamentului luminii în diverse medii, precum și ale interacțiunii luminii cu materia, inclusiv în contexte tehnologice relevante pentru domeniul aerospațial.

Tematicile abordate includ: teoria generală a undelor, acustică, natura și propagarea undelor electromagnetice, polarizare, reflexie și refracție, interferență și difracție, fibre optice și laseri. Aceste noțiuni contribuie la formarea unei viziuni de ansamblu asupra fenomenelor fizice esențiale, pregătind studenții pentru înțelegerea aprofundată a cursurilor de specialitate ce implică sisteme optice, comunicații, senzori sau dispozitive avansate utilizate în aeronave și sisteme de navigație.

Justificarea includerii disciplinei în planul de învățământ este susținută atât de caracterul său formativ, cât și de aplicabilitatea directă în domeniul ingineriei aerospațiale, unde cunoașterea și utilizarea principiilor optice și ale radiației electromagnetice sunt esențiale pentru cercetare, dezvoltare și operare tehnologică.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * **Recunoaște** conceptele fundamentale legate de propagarea undelor mecanice și electromagnetice; * **Recunoaște** fenomenele de reflexie, refracție, polarizare, interferență și difracție ale luminii în experimente simple și aplicații inginerești; * **Recunoaște** configurațiile de bază ale dispozitivelor experimentale utilizate în laboratoarele de optică; * **Enumeră** principalele legi și teorii ale opticii geometrice și fizice (reflexia, refracția, difracția, interferența, polarizarea etc.); * **Enumeră** tipurile de unde (longitudinale, transversale, plane, sferice) și caracteristicile acestora (lungime de undă, frecvență, viteză de propagare); * **Enumeră** aplicații concrete ale laserilor și fibrelor optice în industria aerospațială (telemetrie, comunicații, senzori); * **Explică** fenomenele de interacțiune a radiației electromagnetice cu materia în contexte inginerești; * **Explică** modul de funcționare a unor dispozitive optice precum lentilele, oglinzile, fibrele optice sau laserele; * **Explică** influența mediului asupra propagării undelor (dispersie, absorbție, reflexie internă totală etc.); * **Compară** diferite tipuri de unde și medii de propagare în funcție de caracteristicile acestora (densitate, conductivitate, indice de refracție); * **Compară** rezultatele experimentale obținute în laborator cu valorile teoretice, identificând posibile abateri și cauzele acestora; * **Clasifică** dispozitivele optice și optoelectronice utilizate în aviație, pe baza principiilor fizice care stau la baza funcționării lor * **Clasifică** laserele după tipul mediului activ (cu gaz, solid, semiconductor) și domeniul lor de aplicare * **Redă** în cuvinte proprii rolul fibrelor optice și al laserilor în aplicații aerospațiale moderne; * **Redă** în cuvinte proprii principiile de funcționare ale instrumentelor experimentale utilizate pentru studierea interferenței și difracției; * **Redă** în cuvinte proprii semnificația mărimilor fizice implicate în descrierea undelor (amplitudine, fază, intensitate). |
| **Abilități** | * **Aplică** principiile opticii geometrice și fizice în interpretarea comportamentului undelor luminoase în diverse experimente; * **Identifică** soluții pentru rezolvarea problemelor experimentale care implică interferență, difracție sau polarizare; * **Propune** planuri de rezolvare pentru determinarea mărimilor fizice relevante în experimentele de laborator (lungime de undă, unghiuri de incidență, distanțe focale etc.); * **Dezvoltă** raționamente logice pentru analiza datelor experimentale obținute și formularea concluziilor fizice corecte; * **Formulează** puncte de vedere argumentate privind alegerea metodelor experimentale și interpretarea rezultatelor * **Creează** rapoarte de laborator clare și coerente, care reflectă înțelegerea proceselor fizice investigate; * **Anticipează** etapele necesare desfășurării unui experiment și posibilele surse de eroare în măsurători. |
| **Responsabilitate și autonomie** | * **Demonstrează** autonomie în organizarea activităților de învățare, documentare și redactare a lucrărilor de laborator, stabilind un plan de lucru individual și gestionând eficient timpul disponibil; * **Demonstrează** autonomie în pregătirea prealabilă a lucrărilor experimentale, consultând surse bibliografice relevante și anticipând posibile dificultăți în desfășurarea activităților; * **Respectă** principiile de etică academică, prin citarea corectă a surselor de informare, evitarea plagiatului și asumarea propriei contribuții în realizarea rapoartelor și prezentărilor; * **Respectă** principiile de etică academică, colaborând onest cu colegii și cadrele didactice și manifestând integritate în evaluările formative și sumative; * **Manifestă** colaborare în cadrul echipelor de laborator, asumându-și roluri și responsabilități în mod activ și echilibrat, contribuind la luarea deciziilor și finalizarea lucrărilor * **Manifestă** colaborare prin schimbul de idei, oferirea de sprijin colegilor și participarea constructivă la rezolvarea problemelor întâlnite în activitățile practice * **Formulează** concluzii privind fenomenele observate și validitatea modelelor fizice folosite, corelând datele experimentale cu teoriile discutate în cadrul cursului; * **Formulează** concluzii clare și coerente în rapoartele de laborator, evidențiind relevanța rezultatelor pentru aplicații reale din domeniul aerospațial; * **Identifică** tipuri de erori experimentale (sistematică, aleatorie, umană) și analizează impactul acestora asupra preciziei și acurateței rezultatelor; * **Identifică** tipuri de erori experimentale recurente în lucrările de laborator și propune soluții pentru reducerea acestora în sesiunile viitoare; * **Argumentează** deciziile luate în alegerea instrumentelor sau metodelor experimentale în funcție de scopul lucrării și precizia necesară a rezultatelor; * **Argumentează** deciziile privind adaptarea procedurilor experimentale la resursele disponibile și condițiile tehnice existente; * **Verifică** corectitudinea calculelor și a datelor experimentale prin confruntarea cu valorile teoretice și cu valorile din literatura de specialitate; * **Verifică** corectitudinea interpretărilor formulate în cadrul echipei de laborator, intervenind activ în validarea rezultatelor; * **Demonstrează** receptivitate față de metode noi de investigare și tehnologii emergente din domeniul fizicii aplicate în ingineria aerospațială, participând activ la discuții și propunând idei de extindere a experimentelor; * **Demonstrează** receptivitate la feedback-ul primit de la cadrele didactice sau colegi, ajustându-și metodele de lucru în funcție de recomandările primite. |

**8. Metode de predare**

Pornind de la caracteristicile de învățare ale studenților și de la nivelul lor de pregătire în domeniile fundamentale ale fizicii și matematicii, procesul de predare este centrat pe student și urmărește implicarea activă a acestuia în propria formare.

Vor fi utilizate metode didactice variate, combinate echilibrat, pentru a stimula învățarea teoretică și aplicativă:

* Metode expozitive precum prelegerea și expunerea vor fi folosite pentru transmiterea conținuturilor teoretice fundamentale, susținute prin prezentări PowerPoint, materiale vizuale și video, pentru facilitarea înțelegerii conceptelor abstracte;
* Metode interactive precum conversația euristică, întrebările dirijate și dezbaterile vor încuraja participarea studenților, formularea de întrebări și clarificarea conceptelor în timp real;
* Metode experimentale aplicate în cadrul lucrărilor de laborator vor permite învățarea prin descoperire, investigarea directă a fenomenelor optice și dezvoltarea abilităților de observare, măsurare și interpretare a datelor;
* Metode bazate pe acțiune precum exercițiul individual sau în echipă, simulările experimentale și rezolvarea de probleme vor fi folosite pentru consolidarea cunoștințelor și transferul acestora în contexte practice.

Pentru susținerea parcursului personalizat de învățare, studenții sunt încurajați să își stabilească obiective de învățare pe termen scurt (la fiecare temă/tematică) și să reflecteze asupra progresului propriu prin activități de autoevaluare și feedback.

Identificarea eventualelor dificultăți de învățare se face atât prin observația directă a cadrului didactic în timpul cursurilor și laboratoarelor, cât și prin evaluări formative intermediare. În cazul în care se constată rămâneri în urmă, se aplică măsuri remediale precum:

* reluarea explicațiilor sub altă formă (vizuală sau aplicativă);
* activități de tutoriat individual sau pe grupe mici;
* furnizarea de materiale de sprijin (fișe de lucru, exemple rezolvate, resurse multimedia);
* alocarea unui timp suplimentar pentru fixarea noțiunilor esențiale în cadrul laboratoarelor.

În plus, activitățile de grup din laborator au și un rol formativ în dezvoltarea abilităților de lucru în echipă, a comunicării asertive și a exprimării punctelor de vedere într-un cadru colaborativ, încurajând responsabilitatea individuală și colectivă.

Această abordare integrată sprijină învățarea prin descoperire, responsabilizează studentul în raport cu procesul propriu de formare și creează un climat favorabil învățării autentice și aplicate, esențială pentru formarea viitorilor ingineri aerospațiali.

**9. Conținuturi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CURS/ COURSE** | | |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | TEORIA GENERALĂ A UNDELOR. UNDE MECANICE  Noţiuni introductive  Ecuaţia de propagare a undelor mecanice. Soluţia ecuaţiei de propagare Tipuri de unde impuse de forma matematică a funcţiei de undă  Undele sferice Unda plană  Unda armonică plană  Elemente de acustică (viteza sunetului, producerea sunetului, nivel de intensitate sonoră etc.)  Efectul Doppler longitudinal  Aplicații | **3** |
| II | TEORIA ELECTROMAGNETICĂ A LUMINII (OPTICA)  Natura luminii. Viteza luminii. Scurt istoric.  Ecuaţiile Maxwell pentru câmp electromagnetic (bazele experimentale)  Ecuaţia generală de propagare a undelor electromagnetice Soluţia ecuaţiei de propagare a undei electromagnetice sub forma unei unde plane  Structura undei electromagnetice  Unda plană monocromatică. Ecuatiile lui Helmholtz  Starea de polarizare a undelor electromagnetice: Definitia starii de polarizare. Selectarea starii de polarizare. Legea lui Malus. Vectorul Poynting si intensitatea undei electromagnetice. Aplicații.  Reflexia si refractia undelor electromagnetice plane: Legile lui Snellius; Reflexia si refractia la suprafata de separatie a doi dielectrici transparenti. Formulele lui Fresnel; Unghiul Brewster; Reflexia interna totală; Reflexia si absorbtia pe medii conductoare Oglinzi: Oglinzi sferice; Reflexia in oglinzi sferice. Aplicații.  Lentile. Aplicații.  Dispersia şi absorbţia undelor electromagnetice: Dispersia normală, Dispersia anomală. Aplicații.  Interferenta undelor electromagnetice: Gradul de coerenta, Functia de vizibilitate. Aplicații.  Difractia undelor electromagnetice: Principiul Huygens-Fresnel. Difractia Fresnel, Difractia undelor plane pe fante de diferite forme. Difractia Fraunhofer. Aplicații | **4** |
| III | FIBRE OPTICE  Structura fibrelor optice: Caracteristici generale, Tipuri de fibre optice  Fabricarea fibrelor optice: Metoda creuzetului, Metoda de depunere din stare de vapori, Metoda de depunere interna si externa din stare de vapori, Metoda de depunere axiala de vapori  Propagarea luminii in fibrele optice: Caracteristici generale, Atenuarea, Imprastierea, Dispersia undelor luminoase in fibre optice  Aplicatii ale fibrelor optice | **3** |
| IV | Laseri. Aplicatii ale laserIlor  Amplificarea şi inversia de populaţie în dispozitivele laser  Ecuatiile generale ale ratelor ca ecuatii de bilant: Ecuatiile ratelor pentru un sistem atomic cu doua nivele energetice, Ecuatiile ratelor pentru un sistem atomic cu trei nivele, Ecuatiile ratelor pentru un sistem atomic cu patru nivele  Mecanisme de realizare a inversiei de populație în dispozitivele laser: prin ciocniri electronice, prin transfer rezonant de excitatie, prin pompaj optic, prin reacții chimice Proprietatile radiatie laser: Stralucirea, Directionalitatea, Coerenta, Monocromaticitatea, Divergența.  Tipuri de lasere: Laserul cu He-Ne, Laserul cu CO2 , Laserul cu sticla dopata cu Nd, Laserul cu rubin, Laseri cu semiconductori etc.  Sistemul LIDAR  Aplicatii ale laserilor in domeniul aerospatial | **4** |
|  | **Total:** | **14** |
| **Bibliografie:**   1. *Vasile Georgiana, Noțite de curs, Moodle, UPB;* 2. *Ion M. Popescu – “Fizica (I)”, Editura Didactică și Pedagogică București, 1982;* 3. *F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young – “Fizica”, Editura Didactica si Pedagogica, București, 1983;* 4. *Niculae N. Pușcaș, Georgiana C. Vasile – “Senzori cu fibre și ghiduri optice de undă”, Editura Printech,București, 2007;* 5. *Niculae N. Puscas – “Lasere”, Editura Printech, Bucuresti, 2002;* 6. *Ion M. Popescu – „Fizica şi Ingineria Lasserilor”, Editura Tehnică, Bucureşti, 2000;* | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Calculul erorilor. Prelucrări de date experimentale. Reprezentări grafice;  Difractia luminii pe fante multiple si retele utilizând un laser cu He-Ne. | 2 |
| 2. | Determinarea lungimii de unda a radiatiei laser cu interferometrul Michelson;  Difractia Fresnel | 2 |
| 3. | Determinarea lungimii de unda a radiatiei luminoase utilizand reteaua de difractie;  Studiul interferentei luminii cu dispozitivul Young. | 2 |
| 4. | Obtinerea radiatiei luminoase polarizate prin refractie. Relatiile lui Fresnel;  Inelele lui Newton. | 2 |
| 5. | Studiul dispersiei luminii. Spectroscopul cu prisma;  Intensitatea si difractia radiatiei laser. | 2 |
| 6. | Studiul luminii liniar polarizate. Legea lui Malus;  Studiul interferenţei luminii pe oglinda lui Fresnel utilizând un laser cu He-Ne. | 2 |
| 7. | Studiul lentilelor subțiri;  Verificare finală | 2 |
|  | **Total:** | **14** |
| Bibliografie:   1. *Vasile Georgiana, Noțite de curs și de laborator, Moodle, UPB;* 2. *Ion M. Popescu – “Fizica (I)”, Editura Didactică și Pedagogică București, 1982.* 3. *F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young – “Fizica”, Editura Didactica si Pedagogica, București, 1983* 4. *Niculae N. Pușcaș, Georgiana C. Vasile – “Senzori cu fibre și ghiduri optice de undă”, Editura Printech,București, 2007.* 5. *Niculae N. Puscas – “Lasere”, Editura Printech, Bucuresti, 2002.* 6. *Ion M. Popescu – „Fizica şi Ingineria Lasserilor”, Editura Tehnică, Bucureşti, 2000.* | | |

**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 | Activităţile de laborator | Notarea pe parcurs | 30% |
| Predate teme, proiecte sau teste grilă | Evaluare scrisă sau orală | 20% |
| 10.6 Condiții de promovare | | | |
| Exemplu:   * Obținerea a 50% din punctajul total | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  17.07.2025 | Titular de curs  **Vasile Georgiana** | Titular de aplicații  **Vasile Georgiana** |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament | Director de departament  Conf. Dr. Ing. Cristina CÎRTOAJE | |
|  |  | |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. Dr. Ing. Daniel – Eugeniu Crunțeanu | |