

Universitatea POLITEHNICA București (UPB)
Facultatea de Științe Aplicate (FSA)
Departamentul: FIZICA

FISA DISCIPLINEI

(Cod UPB: UPB.13.M1.O.xy-05)

1. DATE DE IDENTIFICARE

Titlul disciplinei: *Optica. și Lasere pentru Aplicații*

Titulari de disciplina: Prof. Univ. Dr. Niculae PUSCAS

Prof. dr. Dan DUMITRAȘ

Codul disciplinei: master

Tipul disciplinei*: disciplina de specialitate

Semestrul: I

Numar ore curs (pe semestru): 2/saptamana (28/semestru)

Numar ore aplicatii (pe semestru): 2/saptamana (28/semestru); 14 seminar; 14 proiect

Numarul de puncte de credit: 4

Pachetul (aria curriculara comuna sau de specializare): specializare

Preconditii: parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: Fizică,
Optica, Analiza matematică, Algebră, Matematici speciale, Electronică cuantică

* F – disciplina fundamentala; S – disciplina de specialitate; C – disciplina complementara; T – domeniu tehnic

2. OBIECTIVELE DISCIPLINEI

- **Curs**; cunoașterea și însușirea fenomenelor din optica (optica geometrica, optica ondulatorie, optica fotonica) si fizica laserelor (principiul de functionare, mecanisme de excitare, rezonatori optici, ecuatiile ratelor pentru sisteme cu două, trei și patru nivele energetice, regimuri de funcționare (tranzitoriu, comutare a pierderilor, sincronizare a modurilor), amplificatori laser, proprietatile radiatiei laser, tipuri de lasere) și aplicațiile lor (în optica neliniară, telecomunicații, senzori optici etc.).

- **Aplicatii**

- **seminar**: dezvoltarea unor aptitudini pentru rezolvarea unor probleme din: optica geometrica (dioptrul sferic, lentile, oglinzi, prisme) optica ondulatorie (interferenta, difractie) optica fotonica (efectele fotoelectric si Compton) si fizica laserelor: inversia de populatie, conditia de prag, rezonatori optici, ecuatiile ratelor pentru sisteme cu două, trei și patru nivele energetice.

- **proiect**: caracterizarea experimentală a unor: componente optice (lentile, oglinzi, prisme, rețele de difracție), tipuri de lasere: HeNe, Nd:YAG, cu CO₂, Ti:safir și studii teoretice si experimentale asupra:

coerentei radiației laser, generării armonicilor de ordinele doi (a unui laser cu sticla dopată cu Nd^{3+} în cristalul de KDP) și trei în gaze (gaze nobile, amestecuri de gaze nobile și Na) și lichide organice.

3. COMPETENTE SPECIFICE

În urma promovării disciplinei competențele studentului sunt legate de capitolele din cursul de Optică. Lasere prezentate mai jos dar și în domeniul, laserelor, telecomunicațiilor optice, opticii neliniare și a senzorilor optici, dezvoltarea aptitudinilor de proiectare și analiză în domeniul componentelor optoelectronice integrate.

4. CONȚINUTUL TEMATIC (SYLABUS)

a. Curs:

Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1. Introducere	1. Noțiuni fundamentale de optica geometrică. 1.1. Reflexia. 1.2. Refracția. 1.3. Dioptrul sferic. 1.4. Oglinzi. 1.5. Lentile. 1.6. Prisma optică.	2
2. Optică ondulatorie	2.1. Radiația electromagnetică. 2.2. Ecuațiile lui Maxwell. 2.3. Teoremele câmpului electromagnetic. 2.4. Interferența luminii. 2.5. Difracția luminii. 2.6. Polarizarea luminii.	4
3. Optică fotonică	3.1. Legile radiației corpului negru. 3.2. Efectul fotoelectric. 3.3. Efectul Compton. 3.4. Aplicații	4
4. Optică neliniară	4.1. Caracterizarea proceselor multifotonice fundamentale. 4.2. Interacții neliniare în optica (absorbția multifotonică, generarea de armonici optice de diferite ordine. 4.3. Convertori optici de frecvență.	4
5. Principii funcționale și constructive generale ale laserelor. Ecuațiile generale ale ratelor.	5.1. Procese fizice în lasere. 5.2. Procesele de emisie și absorbție. Inversia de populație. 5.3. Condiția de prag. 5.4. Ecuațiile ratelor pentru un mod și un sistem atomic cu două nivele. 5.5. Ecuațiile ratelor pentru un sistem atomic cu trei nivele. 5.6. Ecuațiile ratelor pentru un sistem atomic cu patru nivele.	2
6 Mecanisme de excitație a dispozitivelor laser.	6.1. Excitarea prin ciocniri electronice. 6.2 Excitarea prin transfer rezonant de excitație. 6.3. Excitarea prin pompaj optic. 6.4. Excitarea prin procese gazo-dinamice. 6.5. Excitarea prin reacții chimice (pompajul chimic). 6.6 Tipuri de reacții chimice pentru pompaj. 6.7. Excitarea prin efect Penning. 6.8. Mecanisme de realizare a inversiei de populație în semiconductori. 6.9. Realizarea practică a inversiei de populație în semiconductori.	2
7. Rezonatori laser.	7.1. Considerații teoretice generale asupra rezonatorilor optici. 7.2. Principii constructive. 7.3. Distribuția modală a câmpului electromagnetic într-un rezonator optic. 7.4. Stabilitatea rezonatorilor optici.	2

8. Dinamica proceselor laser. Amplificatori laser.	8.1. Studiul regimului tranzitoriu. 8.2. Functionarea în regim de comutare a pierderilor cavitatii (<i>Q-switch</i>). 8.3. Functionarea în regim de sincronizare a modurilor de oscilatie (<i>mode locking</i>). 8.4. Modelarea proceselor fizice de amplificare a radiatiei. 8.5. Amplificarea impulsurilor coerente. 8.6. Tipuri de amplificatori laser. 8.7. Proprietatile radiatiei laser.	2
9 . Tipuri de lasere.	9 .1. Caracteristici constructive si functionale ale laserului cu He-Ne. 9.2. Laserul cu bioxid de carbon. 9.3. Laserul cu rubin. 9.4. Laserul cu sticla dopata cu neodim. 9.5. Laseri cu electroni liberi. 9.6. Laseri cu semiconductori. 9.7. Laseri acordabili. 9.8. Laseri integrati.	4
10. Aplicatii ale laserilor.	10.1. Holografie optica. Holografia plana. 10.2. Holografia Fresnel si Fraunhofer-Fourier. 10.3. Aplicatii în telecomunicatii. 11. 0. Senzori optici.	2
		Total ore: 28

b. Aplicații:

Seminar

Nr. crt.	Titlul seminarului	Nr. ore
1.	1.1. Dioptrul sferic. 1.2. Oglinzi. 1.3. Lentile. 1.4. Prisma optica.	2
2.	2.1. Ecuația undelor; unde sferice si unde plane. 2.2. Interferența luminii. 2.3. Difracția luminii.	2
3.	3.1 Radiați corpului negru. 3.2. Efectul fotoelectric. 3.3. Efectul Compton.	2
4.	4.1. Conditia de prag. 4.2. Ecuațiile ratelor pentru un mod si un sistem atomic cu doua nivele. 4.3. Ecuațiile ratelor pentru un sistem atomic cu trei si patru nivele.	2
5.	5.1. Rezonatori laser. 5.2. Stabilitatea rezonatorilor optici.	2
6.	6.1 Coerenta spatiaala si temporala a radiatiei laser. Statistici de fotoni.	2
7.	7.1. Generarea armoniciei a doua. 7.2. Generarea armonicilor de ordin superior.	2
		Total ore: 14

Proiect; total ore: 14

Nr. crt.	Titlul proiectului	Nr. ore
1.	Proiectarea rezonatorilor optici.	2
2.	Studii teoretice si experimentale asupra coerentei diodelor laser.	2
3.	Caracterizarea experimentală a unui laser cu Nd:YAG.	2

4.	Studiul teoretic si experimental a eficientei generarii armonicii a doua a unui laser cu sticla dopata cu Nd ³⁺ în cristalul de KDP.	2
5.	Studii asupra multiplexarii si demultiplexarii semnalelor optice.	2
6.	Proiectarea unui sistem de transmisia optica a informatiei.	2
7.	Proiectarea unui senzor optic pentru masurarea vibratiilor.	2
		Total ore: 14

5. EVALUAREA

- a) Activitatile evaluate si ponderea fiecareia (conform Regulamentului studiilor de licență): 50 % din nota finala reprezinta activitatile aplicative (50 % laborator) si 50 % din nota finala corespunde examenului.
- b) Cerintele minimale pentru promovare
 - promovarea laboratorului;
 - obținerea a 50 % din punctajul total.
- c) Calculul notei finale: prin rotunjirea punctajului final.

6. REPERE METODOLOGICE (modul de prezentare, materiale, etc.)

Modul de prezentare: oral și scriere la tablă precum și utilizarea proiectorului.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Niculae N. Pușcaș, *Lasere*, colecția Academica, Editura TOP FORM, ISBN 978-973-7626-20-2, București, 2007.
2. I. M. Popescu, *Fizica si ingineria laserelor*, Editura Tehnica, Bucuresti, 2000.
3. I. M. Popescu, A. M. Preda, C. P. Cristescu, G. F. Cone, P. E. Sterian, A. I. Lupascu, *Probleme rezolvate de fizica laserilor*, Editura tehnica, Bucuresti, 1975.

DIRECTOR DE DEPARTAMENT

Prof. univ. dr. Gheorghe CATA-DANIL

TITULAR DE DISCIPLINA

Prof. univ. dr. Niculae N. PUSCAS