

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	43306
Nom	Òptica no lineal i làsers
Cicle	Màster
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2023 - 2024

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	6 - Elements d'òptica avançada	Optativa

Coordinació

Nom	Departament
ROLDAN SERRANO, EUGENIO	280 - Òptica i Optometria i Ciències de la Visió
VALCARCEL GONZALVO, GERMAN JOSE DE	280 - Òptica i Optometria i Ciències de la Visió

RESUM

Sota camps electromagnètics intensos els materials dielèctrics deixen de mostrar una resposta lineal amb l'amplitud del camp elèctric. Dins del domini òptic, aquest fet defineix el què coneguem com òptica no lineal, la qual és una de les bases de la moderna fotònica i de l'òptica quàntica. La resposta no lineal dels medis materials és la responsable de nombrosos fenòmens que permeten, entre d'altres, generar radiació en regions de l'espectre electromagnètic a les quals els làsers no són efectius, realitzar mesures no destructives de substàncies químiques, modular la radiació òptica a altes freqüències, o generar solitons òptics. Generalment els fenòmens òptics no lineals requereixen de l'ús de làsers intensos, sovint polsats. Alhora, aquests últims troben nombroses aplicacions en el processat de materials, en transmissió de la informació o en metrologia, per citar-ne alguns casos. L'assignatura pretén donar una introducció a les bases físiques de l'òptica no lineal i a alguns dels seus fenòmens, així com a la física dels làsers.



CONEIXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

No s'han definit.

COMPETÈNCIES

2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2

- Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
- Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.
- Ser capaç de gestionar informació de distintes fonts bibliogràfiques especialitzades utilitzant principalment bases de dades i publicacions internacionals en llengua anglesa.
- Estar en disposició per a seguir els estudis de doctorat i la realització d'un projecte de tesi doctoral.
- Comprendre d'una forma sistemàtica el camp d'estudi de la Física i el domini de les habilitats i mètodes d'investigació relacionats amb el dit camp.
- Concebre, dissenyar, posar en pràctica i adoptar un procés substancial d'investigació amb serietat acadèmica.
- Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea de la Física.
- Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametritzat.
- Avaluar la validesa d'un model o teoria proposat per altres membres de la comunitat científica.
- Saber modelitzar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.
- Elaborar una memòria clara i concisa dels resultats del seu treball i de les conclusions obtingudes en l'àrea de la Física.
- Exposar i defensar públicament el desenrotllament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.
- Comprendre els fonaments físics de la interacció de la llum amb la matèria.
- Assimilar les bases físiques de l'emissió làser i les característiques fonamentals dels làsers de major interès per a la fotònica.



RESULTATS DE L'APRENTATGE

Al finalitzar el procés d'ensenyament-aprenentatge l'estudiant haurà après:

1. L'origen físic de les propietats òptiques no lineals dels medis materials.
2. La descripció de la resposta òptica no lineal en funció de les susceptibilitats.
3. L'influència de les simetries espacials sobre el tipus de no linealitat òptica que un material pot exhibir.
4. La modelització de la propagació de la radiació en medis òptics no lineals.
5. Els fenòmens òptics no lineals fonamentals.
6. Les diferències entre processos espontanis i estimulats.
7. El paper que hi juguen els ressonadors òptics en les fonts de radiació.
8. Els fonaments físics de l'emissió làser, en particular dels làsers polsats.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Introducció a l'òptica no lineal. El model de Lorentz generalitzat

Què entenem per òptica no lineal. El model de Lorentz lineal: solucions; aplicació a l'efecte Faraday. Generalització del model. Influència de les simetries espacials sobre el tipus de no linealitat. Cas de no linealitat quadràtica: generació de segon harmònic, rectificació òptica, generació de les freqüències suma i resta. Cas de no linealitat cúbica: l'efecte Kerr i la generació de tercer harmònic.

2. Relació constitutiva i susceptibilitats no lineals

La relació constitutiva en medis amb invariància temporal. Susceptibilitats no lineals. Simetries. Sistematització del càlcul de polaritzacions no lineals.

3. Propagació de la llum en medis òptics no lineals

Lequació dones no lineal independent del temps. Lequació dones no lineal dependent del temps: velocitat de grup i la seua dispersió.

4. Óptica no lineal de segon ordre

Generació de segon harmònic. Generació de les freqüències suma i resta. Phase matching. Amplificació i oscil·lació òptica paramètrica.

**5. Òptica no lineal de tercer ordre**

L'efecte Kerr. Automodulació de fase, modulació creuada de fase i barreja de quatre ones. Propagació no lineal de polsos en fibres. Solitons òptics. Dispersió no lineal.

6. Interacció de llum amb àtoms de dos i més nivells

Equacions de balanç d'Einstein. El problema de la inversió de població. Esquemes de bombeig en medis de tres i quatre nivells. Exemples de medis làser.

7. Amplificació i emissió làser

Amplificació de la radiació en un medi amb inversió de població. Cavitats òptiques. Emissió làser: llindar. Oscil·lacions de relaxació. Tipus de làsers. Aplicacions.

8. Làsers polsats

Tipus de modulació làser: característiques bàsiques dels polsos làser. Aplicacions. Q-switching. Mode-locking actiu: principis i modelització. Mode-locking passiu.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	40,00	100
Altres activitats	4,00	100
Seminaris	3,00	100
Elaboració de treballs en grup	30,00	0
Estudi i treball autònom	58,00	0
Resolució de casos pràctics	15,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques amb lliçó magistral participativa

MD3 – Resolució de problemes

MD4 – Problemes

MD5 – Seminaris



AVALUACIÓ

L'avaluació de l'assignatura "Óptica No Lineal i Làsers" tindrà en compte els següents apartats:

- Assistència: l'assistència regular i una participació activa en les mateixes. (25%)
- Exercicis: la resolució d'una sèrie d'exercicis (de l'ordre de cinc) proposats al llarg del curs. (35%)
- Elaboració i presentació d'una memòria que cobrirà aspectes no desenvolupats en el curs. Es realitzarà per parelles. (40%)
- Examen: per als estudiants que desitgen millorar la qualificació obtinguda amb els criteris anteriors. En aquest cas la nota de l'examen serà la qualificació de l'assignatura.

REFERÈNCIES

Bàsiques

- P.N. Butcher and D. Cotter, The Elements of Nonlinear Optics (Cambridge University Press, 1990)
- R.W. Boyd, Nonlinear Optics (Academic Press, 1992)
- G.P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics (Academic Press, 1995)
- A. Siegman, Lasers (University Science Books, 1986)
- O. Svelto, Principles of Lasers (Plenum Press, 1989)