

**FITXA IDENTIFICATIVA****DADES DE L'ASSIGNATURA**

Codi: 43305
Nom: Materials i dispositius optoelectrònics
Cicle: Màster Universitari Oficial
Crèdits ECTS: 6
Curs acadèmic: 2025-26

TITULACIONS

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

MATÈRIES

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Optoelectrònica	OPTATIVA

COORDINACIÓ

ERRANDONEA PONCE DANIEL JORGE

MUÑOZ SANJOSE VICENTE

AGOURAM OUHTIT SAID

RESUM

El contingut de l'assignatura té a veure amb els diferents aspectes de la tecnologia de materials i dispositius optoelectrònics basats en ells, i s'organitza en tres blocs:

PART 1: CREIXEMENT CRISTAL·LI I CARACTERITZACIÓ ESTRUCTURAL I MORFOLÒGICA

1. Creixement cristal·lí: Bases físico-químiques y tecnològiques.
2. Mètodes pel creixement de materials en volum, Capes primes i nanoestructures
3. Caracterització morfològica i estructural.



PART 2: TECNOLOGIA MICROELECTRÒNICA I ENGINYERIA DE LA BANDA PROHIBIDA

4. Tècniques de fabricació de dispositius: litografia, resines positives i negatives, atac humit i sec.
5. Enginyeria de la banda prohibida en heteroestructures semiconductores per a dispositius optoelectrònics.

PART 3: DISPOSITIUS OPTOTELECTRONICS

6. Díodes electroluminescents (LEDs) en visible i NIR.
7. Tecnologia de díodes làser.
8. Tecnologia de fotodetectors i dispositius fotovoltaics.
etectors i dispositius fotovoltaics.

CONEXEMENTS PREVIS

RELACIÓ AMB ALTRES ASSIGNATURES DE LA MATEIXA TITULACIÓ

No s'ha especificat restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

ALTRES TIPUS DE REQUISITS

Per al seguiment dels continguts del mòdul és convenient disposar de coneixements previs bàsics de Física dels Sòlids (teoria de bandes, vibracions de la xarxa, propietats elèctriques), així com coneixements bàsics, però més específics, de Física dels Semiconductors (estadística de portadors, portadors fora d'equilibri i propietats òptiques) i dispositius electrònics bàsics (díode p-n, per exemple).

COMPETÈNCIES / RESULTATS D' APRENENTATGE

-

Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametrizat.

Avaluar la validesa d'un model o teoria proposat per altres membres de la comunitat científica.

Comprender cómo se modifican las propiedades optoelectrónicas de los materiales en medios nanoestructurados y su influencia en dispositivos optoelectrónicos/fotónicos.



Comprender el funcionamiento de los dispositivos optoelectrónicos a partir de las propiedades de los materiales y la estructura del dispositivo, así como conocer los avances recientes en el campo.

Comprender las bases físicas de las propiedades de los materiales que determinan sus aplicaciones optoelectrónicas.

Comprender las técnicas más habituales de preparación, crecimiento y caracterización de materiales optoelectrónicos en monocristal, capa delgada o nanoestructura.

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.

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 desenvolupament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

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.

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.

Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea de la Física.

Saber modelizar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

Ser capaz de seleccionar los materiales y diseñar (aspectos más básicos) un dispositivos optoelectrónico que permita abordar una aplicación o problema planteado.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS



1. Creixement cristal·lí: Bases físico-químiques y tecnològiques

En aquest primer tema s'analitzen les bases físico-químiques i tecnològiques del creixement cristal·lí, amb un èmfasi especial en materials semiconductors. Es comença amb una revisió d'aquests conceptes a partir dels coneixements previs dels estudiants en els corresponents estudis de grau, fent especial èmfasi en els diagrames de fase, dinàmica de fluids, potencials químics, estats de sobresaturació i sobrefusió, acoblament de xarxes cristal·lines, energia superficial, etc. A continuació, s'analitzen els elements bàsics d'un laboratori de creixement cristal·lí i com aquest equipament incideix sobre els fonaments presentats anteriorment.

2. Mètodes pel creixement de materials en volum, Capes primes i nanoestructures

En aquest segon tema es descriuen de forma més detallada diversos mètodes per al creixement de materials cristal·lins en volum: mètode de Czochralskii, mètode de Bridgman, THM, PVD, CVD, hidrotermal, recristal·lització en fase sòlida, entre d'altres. S'estudien també diverses opcions per al creixement de capes cristal·lines sobre diferents substrats com són l'evaporació en buit, la polvorització catòdica, l'ús de diferents tipus de feixos i l'ablació làser, l'epitàxia en fase líquida (LPE), l'epitàxia en fase vapor (CVD, Mist-CVD i MOCVD) i el mètode de piròlisi per polvorització. En tots els casos, s'analitzen les característiques del mètode i les variables que permeten el control de les propietats del material creixcut.

3. Caracterització morfològica i estructural

Al tercer tema s'aborda la caracterització de les propietats estructurals i morfològiques dels materials. Es comença per descriure com és la interacció de la radiació amb la matèria. Seguidament, s'analitzen de manera general diferents tècniques de caracterització en funció del tipus de feix, tant per a raigs X (XRD, FRX, HRXRD) com electrons (SEM, TEM, HRTEM). Es descriu la informació estructural i morfològica que es pot obtenir i com s'apliquen les diferents tècniques de mesura segons el material sigui policristal·lí, en volum, en forma de capa o nanoestructures.

4. Tecnologia Microelectrònica.

En aquest tema expliquem diferents processos realitzats sobre oblees semiconductores: deposició de capes, oxidació de silici, difusió d'impureses, definició d'obertures per tècniques de litografia (òptica, feix d'electrons) i eliminació de material (atac químic i plasma).

5. Enginyeria de la banda prohibida

La majoria de dispositius optoelectrònics emissors actuals es basen en heteroestructures i nanoestructures semiconductors. Aquestes queden definides per la diferència entre els paràmetres de xarxa i les bandes prohibides dels materials involucrats (semiconductors III-V i els seus aliatges, per exemple), així com l'alineament relatiu de les bandes de valència. Aquests aspectes determinaran una heteroestructura amb



un perfil de potencial que, eventualment, es pot aprofitar per confinar els portadors i determinar-ne la funció d'ones i transicions òptiques intersubbanda i interbanda. Heterounió semiconductora, unió metall-semiconductor i unió metall-òxid-semiconductor.

6. Diodes electroluminescents (LEDs) en visible i NIR.

En aquest tema es parteix del concepte bàsic d'un díode electroluminescent (assignatura de Fonaments d'Optoelectrònica) per revisar la seua evolució històrica, destacant els materials i les estructures més utilitzades. Per la seua importància, es discutiran els casos del LED de GaN, per la seua repercussió en il·luminació i de nous conceptes.

7. Tecnologia de díodes laser

Es defineix el concepte bàsic d'un díode làser d'emissió lateral (ressonador Fabry-Pérot), així com les magnituds que en defineixen el funcionament: confinament òptic, guany, corrent llinar, paràmetre de temperatura, ... així com les equacions de balanç que permeten determinar la potència òptica d'emissió làser. Es discutiran diferents tipus de làsers d'emissió lateral així com el díode VCSEL.

8. Tecnologia de fotodetectors i dispositius fotovoltaics.

S'examinaran els casos més bàsics de dispositius fotodetectors, com ara fotoconductors i fotodíodes p-n i p-i-n, per revisar altres arquitectures més complexes, com el cas de dispositius CCD i CMOS.

VOLUM DE TREBALL (HORES)

ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	36,00
Seminari	3,00
Laboratori	4,00
Total hores	43,00

ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	7,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	10,00
Estudi i treball autònom	30,00
Preparació de classes	20,00
Preparació d'activitats d'avaluació	20,00
Resolució de casos pràctics	20,00
Total hores	107,00



METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques lliçó magistral participativa.

MD3 - Resolució de problemes.

MD4 - Problemes

MD5 - Seminaris.

MD6 - Visita a instal·lacions científiques externes i empreses.

MD7 - Debat o discussió dirigida.

AVALUACIÓ

SE1 - Exàmens escrits sobre les classes de teoria i pràctiques: basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de cada assignatura.

SE3 - Avaluació contínua de l'estudiant a les classes de teoria i pràctiques: assistència participativa i realització d'exercicis a l'aula.

SE5 - Avaluació de les activitats no presencials relacionades amb les classes de teoria i pràctiques: memòries i/o informes de les pràctiques lliurats.

Per determinar la nota final, les notes obtingudes a partir dels diferents mètodes d'avaluació seran ponderades en funció de la quantitat de matèria avaluada en cada cas.

Aquest sistema d'avaluació s'aplica tant a la primera com a la segona convocatòria.

BIBLIOGRAFIA

- Crystal Growth Processes, J.C. Brice, Ed. Wiley, 1986.
- Fundamentos de electrónica física y microelectrónica", J.M. Albella, J.M. Martínez-Duart, Ed. Addison-Wesley/U.A. Madrid (1996).



- Physics of semiconductor devices, S.N. Sze, Ed. John Wiley, 1981 y ediciones posteriores
- Physics of Optoelectronic Devices, S. L. Chuang, Ed. Wiley, 1995
- Quantum Wells, Wires and Dots, Paul Harrison, Ed. Wiley, 2007
- Semiconductor laser physics, W.W. Chow, S.W. Koch, M. Sargent, Ed. Springer-Verlag (1994).
- Photonics and laser: an introduction, Richard S. Quimby, Jjhon Wiley & sons, 2006
- Fundamentals of Semiconductor Fabrication, G.S. May & S.M. Sze, Ed. Wiley, 2003