

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OB	3	2

Professor de contacte

Nom: Xavier Oriols Pladevall

Correu electrònic: Xavier.Oriols@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Grup íntegre en anglès: Sí

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

Es requereixen coneixements bàsics de:

.- **Teoria de circuits** (resolució de circuits lineals amb resistències, condensadors i inductàncies) . Es molt recomanable haver aprovat l'assignatura "Instrumentació electrònica".

.- **Electrostàtica bàsica** (conceptes de camp, potencial elèctric, etc.). Es recomanable haver aprovat l'assignatura "Electricitat, magnetisme i Òptica".

.- **Matemàtiques** (nombres complexos, equacions diferencials bàsiques, etc.) . Es recomanable haver aprovat les assignatures de primer i segon curs de matemàtiques.

Objectius

.- Comprensió i domini dels principis físics dels semiconductors, així com dels dispositius electrònics i fotònics més habituals i de la tecnologia de fabricació dels mateixos.

.- Relacionar les prestacions dels dispositius, els seu funcionament en circuits i els processos tecnològics de fabricació, mitjançant models físics analítics, simulacions numèriques a nivell físic, models compactes i simulacions circuitals.

Competències

- Aplicar els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia a la resolució de problemes de natura quantitativa o qualitativa en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia.
- Aplicar les normes generals de seguretat i funcionament d'un laboratori i les normatives específiques per a la manipulació de la instrumentació i dels productes i materials químics i biològics tenint en compte les seves propietats i els riscos.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Desenvolupar treballs de síntesi, caracterització i estudi de les propietats dels materials en la nanoescala a partir de procediments establerts prèviament.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Interpretar les dades obtingudes mitjançant mesures experimentals, incloent-hi l'ús d'eines informàtiques, identificar-ne el significat i relacionar-les amb les teories químiques, físiques o biològiques apropiades.
- Manipular els instruments i materials estàndards propis dels laboratoris d'assaigs físics, químics i biològics per a l'estudi i l'anàlisi de fenòmens en la nanoescala.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Proposar idees i solucions creatives.
- Raonar de forma crítica.
- Reconèixer els termes relatius als àmbits de la física, la química, la biologia, la nanociència i la nanotecnologia en llengua anglesa i fer servir l'anglès de manera eficaç per escrit i oralment en l'àmbit laboral.
- Reconèixer i analitzar problemes físics, químics i biològics en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia i plantejar respostes o treballs adequats per a la seva resolució, incloent-hi en els casos necessaris l'ús de fonts bibliogràfiques.
- Resoldre problemes i prendre decisions.

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar situacions i problemes en l'àmbit de la física i plantejar respostes o treballs de tipus experimental utilitzant fonts bibliogràfiques.
2. Aplicar els continguts teòrics adquirits a l'explicació de fenòmens experimentals.
3. Aprendre de manera autònoma.
4. Avaluar els resultats experimentals de manera crítica i deduir-ne el significat.
5. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
6. Descriure el funcionament dels dispositius electrònics: díodes, transistors MOS, transistors bipolars i dispositius emissors i receptors de llum.
7. Descriure els fonaments del transport electrònic en semiconductors.
8. Descriure la conducció elèctrica dels metalls i els efectes creuats tèrmics-elèctrics.
9. Descriure les característiques corrent tensió dels dispositius electrònics i fotònics a les seves diferents regions de funcionament.
10. Descriure les principals aplicacions dels dispositius estudiats i situar-los en el context tecnològic actual.
11. Dissenyar dispositius electrònics bàsics, establint la relació amb la tecnologia de fabricació (incloent materials, dimensions i dopatges) amb les seves especificacions a nivell elèctric
12. Dur a terme la caracterització elèctrica dels dispositius electrònics bàsics, per a l'extracció de les seves corbes corrent tensió al laboratori d'instrumentació electrònica
13. Emprar la tecnologia de la informació i la comunicació per a la documentació de casos i problemes.
14. Exposar informes breus sobre la matèria en anglès.
15. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
16. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
17. Identificar els principals paràmetres dels dispositius electrònics que determinen les seves prestacions així com les seves limitacions.
18. Identificar i situar l'equipament de seguretat del laboratori.
19. Interpretar textos i bibliografia en anglès sobre física i materials a nivell bàsic.

20. Manipular els materials i l'instrumental del laboratori amb seguretat.
21. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
22. Proposar idees i solucions creatives.
23. Raonar de forma crítica.
24. Redactar informes sobre la matèria en anglès.
25. Relacionar les dades experimentals amb les propietats físiques i/o anàlisis dels sistemes objecte d'estudi.
26. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
27. Resoldre problemes i prendre decisions.
28. Utilitzar correctament els programes de simulació específics tant físics com electrònics (tipus SPICE) per a estudiar els dispositius electrònics.
29. Utilitzar correctament les eines informàtiques necessàries per a calcular, representar gràficament i interpretar les dades obtingudes, així com la seva qualitat.
30. Utilitzar el material i la instrumentació de laboratori de manera adequada.
31. Utilitzar models circuitals per descriure el comportament elèctric de dispositius electrònics
32. Utilitzar programes de tractament de dades per elaborar informes.

Continguts

Tema1. Física de semiconductors i transport electrònic

- 1.1 Càrregues i camps.
- 1.2 Diagrames de bandes. Confinament energètic.
- 1.3 Transport electrònic en semiconductors

Tema 2. Díode d'unió PN

- 2.1 Electrostatica de la unió PN en equilibri
- 2.2 Unión PN fora de l'equilibri. Currents
- 2.3 Aplicacions circuitals senzilles: retalladores, rectificadores, etc.

Tema 3. Transistor bipolar

- 3.1 Tipus de transistors. Diagrames de bandes
- 3.2 Corbes corrent-tensió.
- 3.3 Aplicacions circuitals senzilles: polarització, portes lògiques, amplificadores, etc.

Tema 4. Transistor MOSFET

- 4.1 L'estructura MOSFET

4.2 Tipus de transistors i corbes corrent-tensió

4.3 Aplicacions circuitals senzilles: portes lògiques, amplificadores, circuits CMOS

Tema 5. Dispositius fotònics

5.1 Propietats de la llum. Interacció llum-materia

5.2 Emissors de llum: LEDs i LASERs

5.3 Detectors de llums: PIN i cel·les solars

Tema 6. De la microelectrònica a la nanoelectrònica

6.1 More Moore. Escalat del MOSFET. Efectes de canal curt,...

6.2 Beyond CMOS: Dispositius túnel, quantum dots, dispositius d'un sol electró, grafé, espintrònica, electrònica molecular

Metodologia

Activitats dirigides:

Classes magistrals: El professor explicarà els temes mitjançant (i) el suport de apunts presentats en pantalla que estaran disponibles per l'alumne amb anterioritat ("campus virtual") i (ii) petits exercicis o explicacions complementaries en la pissarra de classe.

Seminaris de problemes: El professor realitzarà, o en alguns casos els mateixos alumnes, problemes de exemple.

Sessions de laboratori: Prèviament a la realització de cada sessió de pràctiques, l'alumne haurà de preparar-la i entregar al inici de la sessió l'informe previ (en anglès) corresponent. Al finalitzar la sessió de pràctiques, l'alumne entregarà un altre informe (en anglès) realitzat durant la sessió.

Activitats supervisades:

Tutories: Forad'hores de classe, l'alumne podrà requerir les explicacions dels professors de teoria, problemes o pràctiques per qualsevol dubte. Es recomana a l'alumne l'ús d'aquest recurs didàctic.

Activitats autònomes:

Estudi: És necessari un estudi autònom de cada tema de l'assignatura per part de l'alumne.

Resolució dels problemes de classe: És molt recomanable que l'alumne intenti fer els exercicis amb anterioritat.

Resolució dels problemes guiats: per seguir la avaluació continuada es necessari que l'alumne es plantegi i resolgui un problema (en anglès) de cada tema. Es valorarà la originalitat del problema, la motivació del perquè es planteja aquest problema i la seva correcció en la solució.

Preparació de las sessions de Laboratori: Com s'ha comentat, l'alumne haurà de preparar un informe previ a la realització de les pràctiques.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals	20	0,8	6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 19, 31
Seminaris de problemes	10	0,4	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 22, 23, 27
Sessions de laboratori	15	0,6	3, 5, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 32
Tipus: Supervisades			
Tutories	5	0,2	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 22, 23, 26
Tipus: Autònomes			

Estudi	27	1,08	3, 15, 16, 19, 21, 23, 26, 27, 31
Preparació de les sessions de Laboratori	10	0,4	1, 3, 13, 15, 16, 19, 22, 23, 24, 31, 32
Resolució dels problemes guiats	10	0,4	2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31

Avaluació

L'assignatura s'avaluarà obligatòriament a través de dos parcials, les pràctiques i problemes guiats segons els següents percentatges:

- .- Examen 1er Parcial escrit: 35% de la NOTA
- .- Examen 2on Parcial escrit: 35% de la NOTA
- .- Pràctiques de cada tema: 20% de la NOTA
- .- Problemes guiats de cada tema: 10% de la NOTA

S'han d'aprovar, amb un mínim de 5, totes quatre parts. En cas de tenir una nota inferior a 5 en algun dels dos parcials podrà recuperar el parcial suspès en un examen final.

- .- Examen final total escrit: 70% de la NOTA

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen 1er parcial	35 %	4	0,16	2, 6, 7, 8, 9, 14, 17, 24, 29
Examen 2on parcial	35 %	4	0,16	6, 7, 9, 10, 17, 19, 24
Pràctiques de cada tema	20 %	10	0,4	1, 4, 5, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 25, 28, 29, 30, 31, 32
Problemes guiats de cada tema	10 %	10	0,4	3, 14, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27

Bibliografia

Bibliografía bàsica:

Luis Prats Viñas y Josep Calderer Cardona, Dispositius electrònics i fòtons.

Fonaments. Edicions UPC, 2001

P. Horowitz and W. Hill *The Art of Electronics*, Cambridge Editorial Univ. Press (1989)

B.E.A. Salech and M.C. Theich *Fundamentals of Photonics* Editorial John Wiley & Sons

Bibliografía complementaria dispositius electrònics:

MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES (Ed. Addison-Wesley):

R.F. Pierret, *Semiconductor fundamentals* (1988) / *Fundamentos de semiconductores* (1994)

Gerold W. Neudeck, *The PN Junction Diode* (1989) / *El diodo PN de unión* (1993)

G.W. Neudeck, *The Bipolar Junction Transistor* (1989) / *El transistor bipolar de unión* (1994)

R.F. Pierret, *Field effect devices* (1990) / *Dispositivos de efecto de campo* (1994)

Bibliografía complementaria dispositius fotònics

J.Wilson *Optoelectronics: an introduction*. Editorial Prentice Hall

D.Wood. *Optoelectronic Semiconductor Devices*. Editorial Prentice Hall.

S.D. Smith. *Optoelectronic Devices*.
Editorial Prentice Hall.

Bibliografía complementaria dispositius nanoelectrònics

Rainer Waser Ed. *Nanoelectronics and Information Technology*.
Editorial WILEY-VCH.

Recursos WEB

<http://nanohub.org/>