

Física de Nanomaterials

Codi: 100184
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	2

Professor/a de contacte

Nom: Marta Gonzalez Silveira

Correu electrònic: marta.gonzalez@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

Equip docent

Cristian Rodriguez Tinoco

Marta Rodríguez López

Marta Gonzalez Silveira

Prerequisits

És recomanable, tot i que no és imprescindible, haver cursat *Estat Sòlid*.

Objectius

L'objectiu d'aquesta assignatura és donar els fonaments per que l'estudiant pugui entendre la variació de les propietats físiques (electròniques, òptiques, tèrmiques, magnètiques i de transport) dels materials a l'escala nanomètrica.

Competències

- Actuar amb responsabilitat ètica i amb respecte pels drets i deures fonamentals, la diversitat i els valors democràtics.
- Actuar en l'àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física
- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Introduir canvis en els mètodes i els processos de l'àmbit de coneixement per donar respostes innovadores a les necessitats i demandes de la societat.

- Planejar i realitzar, utilitzant els mètodes apropiats, un estudi o recerca teòrica i interpretar i presentar-ne els resultats
- Planejar i realitzar, utilitzant els mètodes apropiats, un estudi, mesura o recerca experimental i interpretar i presentar-ne els resultats
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Treballar en grup, assumint responsabilitats compartides e interaccionant professional i constructivament amb altres amb absolut respecte als seus drets.
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

Resultats d'aprenentatge

1. Aprofundir en la descripció de la interacció radiació-matèria en sistemes manomètrics.
2. Calcular diagrames de bandes en sistemes de dimensionalitat baixa.
3. Calcular i analitzar les característiques del gas d'electrons bidimensional.
4. Calcular l'absorció i emissió de llum en nanopartícules semiconductores.
5. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
6. Correlacionar les modificacions de les propietats físiques en la nanoescala amb el desenvolupament de nous dispositius.
7. Explicar el codi deontològic, explícit o implícit, de l'àmbit de coneixement propi.
8. Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals.
9. Identificar els principis bàsics del transport electrònic i fonònic per a la seva posterior aplicació en sistemes avançats de baixa dimensionalitat.
10. Identificar la importància de la dimensionalitat en les propietats electròniques, tèrmiques, òptiques, magnètiques i de transport en els materials.
11. Identificar les implicacions socials, econòmiques i mediambientals de les activitats acadèmicoprofessionals de l'àmbit de coneixement propi.
12. Identificar les modificacions de les propietats físiques en disminuir la mida a l'escala nanomètrica.
13. Identificar situacions que necessiten un canvi o millora.
14. Interpretar la simplificació de les equacions de transport en el límit balístic.
15. Mesurar la luminescència de punts quàntics semiconductors.
16. Obtenir models simplificats de bandes d'energia per descriure el comportament electrònic de sòlids de baixa dimensionalitat.
17. Racionalitzar els resultats obtinguts al laboratori en relació amb els fenòmens físics observats considerant la influència de la dimensionalitat en les mesures experimentals.
18. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
19. Relacionar la dimensionalitat amb les dimensions característiques de les partícules en la nanoescala.
20. Simular les propietats de transport mitjançant analogies amb circuits electrònics.
21. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
22. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
23. Utilitzar el càlcul en una i diverses variables, les equacions diferencials i el càlcul matricial en l'estudi de les propietats físiques dels nanomaterials.
24. Utilitzar el formalisme de Landauer per descriure el transport balístic.

Continguts

1. Mètodes d'obtenció de NANOCRISTALLS i MATERIALS nanocristal·lins

1.1. Nucleació i Creixement

- 1.2 A partir de fase vapor
- 1.3. A partir de fase líquida
- 1.4. A partir de fase sòlida
- 2. Efectes de GRANDÀRIA en les propietats físiques.
 - 2.1 Propietats electròniques: Confinament en 1,2,3 dimensions
 - 2.1.1. Xarxa lineal o circular d'àtoms de carboni.
 - 2.1.2. Partícules en pous de potencial quadrats.
 - 2.1.3. Estructura de bandes i densitat d'estats en funció de la dimensionalitat.
 - 2.1.4. Confinament en presència d'un camp elèctric: pou de potencial triangular.
 - 2.1.5. Confinament en presència d'un camp magnètic: pou de potencial parabòlic.
 - 2.1.5.1. Nivells de Landau. Efecte Hall quàntic.
 - 2.2. Propietats de transport electrònic
 - 2.2.1 Transport bal·lístic: Formulisme de Landauer
 - 2.2.2. Transport túnel: Funció esglaó. Barrera quadrada. Corrent en 1D. Efecte túnel ressonant. Tunnelling en heteroestructures.
 - 2.2.3 Aplicacions: Dispositius electrònics i magnètics basats en heteroestructures.
 - 2.3. Propietats òptiques
 - 2.3.1 Excitons: interaccions coulombianes.
 - 2.3.2 Emissió i absorció de llum (interbanda, intrabanda).
 - 2.3.3 Aplicacions tecnològiques
 - 2.3.4 Lectura
 - 2.4. Propietats tèrmiques i termoelectricitat
 - 2.4.1 Capacitat calorífica
 - 2.4.2 Temperatura i entalpia de fusió en nanopartícules metàl·liques i semi conductores.
 - 2.4.3 Transport tèrmic.
 - 2.4.4 Efectes Seebeck i Peltier
- Pràctiques de laboratori.
 - 1. Influència de la grandària sobre l'emissió de llum en punts quàntics semiconductors de CdSe.
 - 2. Determinació de la corba IV del díode túnel ressonant
 - 3. Transport tèrmic en sistemes bidimensionals

Metodologia

En aquest curs s'ofereix un ensenyament específic on hi hauran les diferents activitats formatives que es descriuen a continuació. Les hores de treball que s'especifiquen per a cada activitat formativa corresponen a

un alumne promig. Naturalment, no tots els alumnes necessiten el mateix temps per a aprendre conceptes i dur a terme determinades activitats, de manera que la distribució de temps s'ha d'entendre com a orientativa. En aquesta assignatura s'intenta potenciar la participació activa de l'estudiant com una eina rellevant d'aprenentatge.

Activitats formatives dirigides:

Classes magistrals: classes en les que el professor de teoria explica els conceptes més rellevants de cada tema. Habitualment són classes de pissarra, malgrat que en algunes ocasions és fan classes amb programes d'ordinador. Els alumnes disposen d'apunts al campus virtual o de còpia de les transparències en format pdf amb antelació i dins el campus virtual de la UAB.

Classes de problemes: classes en les que el professor de problemes explica als alumnes com es resolen els problemes tipus de l'assignatura. El professor resoldrà en detall una llista de problemes seleccionats, i proposarà als alumnes una llista de problemes que s'han de lliurar de forma obligatòria, doncs formen part de l'avaluació de l'assignatura.

Classes de discussió: Es recomana la lectura d'articles científics en relació directa a la temàtica de l'assignatura i es discuteix els seu contingut en classe.

Pràctiques de laboratori: Els alumnes realitzaran pràctiques de laboratori com una eina més d'aprenentatge.

Activitats formatives supervisades:

Tutories: en les hores d'atenció als alumnes, els professors estaran disponibles per a les consultes dels alumnes que tinguin dubtes en qualsevol dels temes del temari.

Activitats formatives autònomes:

Resolució de problemes i lliurament de tasques addicionals: l'alumne ha de resoldre els problemes de la llista que lliuren els professors i els addicionals que li demani el professor de problemes o els que l'alumne vulgui fer pel seu compte per a preparar-se millor l'assignatura.

Estudi i preparació d'exàmens: Treball personal de l'alumne per tal d'adquirir els conceptes teòrics de l'assignatura i les habilitats per a la resolució de problemes.

Treballs: de manera opcional els estudiants poden fer treballs que demanen un nivell de programació adient per resoldre problemes en relació als temes de l'assignatura.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de discussió d'articles científics	3	0,12	
Classes de problemes	12	0,48	
Classes de teoria	27	1,08	
Laboratori	7	0,28	
Tipus: Autònomes			
Estudi i preparació d'exàmens	51	2,04	

Realització de treballs	20	0,8
Resolució de problemes i lliurament de problemes addicionals	17	0,68
Tutories	5	0,2

Avaluació

Resolució de problemes i participació en lectures: 15 % de la nota final.

Treballs pràctiques (realització, informe, entrevista): 15 % de la nota final.

Examen1 : 35% de la nota final.

Examen 2: 35% de la nota final

Examen repesca: 60% nota final (per tal de poder-se presentar a l'examen de repesca, heu d'haver estat prèviament avaluats d'almenys 2/3 de la nota final)

Nota mínima de cada examen per aprovar els parcials: 3

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen parcial I	35%	2	0,08	2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24
Examen parcial II	35%	2	0,08	1, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 23, 24
Lliurament de problemes i lectura d'articles	15%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Pràctiques de laboratori	15%	1	0,04	1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24
Repesca parcials	70%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24

Bibliografia

Solid State Physics, N.W.Ashcroft, N.D. Mermin, Saunders College Publishing.

The Physics of Low dimensional semiconductors: An introduction, J.H.Davies, Cambridge University Press, 1997.

Quantum semiconductor structures: Fundamentals and applications , C.Weisbuch, B.Vinter, Academic Press, 1991.

Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Ed. A. S. Edelstein, R. C. Cammarata, Institute of Physics, 1998.

The atomistic nature of crystal growth, B.Mutaftschiev,... Springer-verlag, 2003.

Programari

No es requireix cap programari específic.