

Física de nanomaterials**2012/2013**

Codi: 100184

Crèdits ECTS: 6

Titulació	Pla	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Graduat en Física	776 Graduat en Física	OT	4	2

Professor de contacte

Nom: Javier Rodríguez Viejo

Correu electrònic: Javier.Rodriguez@uab.cat

Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: Sí

Algun grup íntegre en espanyol: Sí

PrerequisitsÉs recomanable haver fet *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

- Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica
- 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 seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment 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, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificar-ne els principis més rellevants i usar-hi aproximacions, si escau, per a arribar a una solució que s'ha de presentar explicitant-ne les suposicions i les aproximacions.
- Planejar i executar una pràctica o recerca experimental usant els mètodes apropiats i aportant propostes innovadores i competitives, i informar dels resultats.
- Planejar, realitzar i presentar els resultats d'un estudi o recerca teòrics usant els mètodes apropiats i aportant propostes innovadores i competitives.
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar 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, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
- Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica.
2. 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.
3. Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
4. Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia -especialment en anglès-, bases de dades i col·laborant amb altres professionals.
5. Formular i abordar problemes físics, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificar-ne els principis més rellevants i usar-hi aproximacions, si escau, per a arribar a una solució que s'ha de presentar explicitant-ne les suposicions i les aproximacions.
6. Planejar i executar una pràctica o recerca experimental usant els mètodes apropiats i aportant propostes innovadores i competitives, i informar dels resultats.
7. Planejar, realitzar i presentar els resultats d'un estudi o recerca teòrics usant els mètodes apropiats i aportant propostes innovadores i competitives.
8. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
9. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
10. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
11. Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

Continguts

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

1.1. Nucleació i Creixement

Introducció a la nucleació i creixement cristal·lí.

1.2 A partir de fase vapor

MBE, MOCVD, Sputtering,...(punts i pous quàntics)

Consideracions d'epitàxia. Modes de creixement. Heteroestructures.

Sistemes tensionats: autoorganització. Cas del Si-Ge i altres.

1.3. A partir de fase líquida

Síntesis química (Punts quàntics semiconductors)

1.4. A partir de fase sòlida

Atrició mecànica, etc...(nanoestructures)

1.5. Lectura

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 carbó.

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.

2.1.6 Lectura.

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. Tunneling en heteroestructures.

2.2.3 Aplicacions: Dispositius electrònics i magnètics basats en heteroestructures.

2.2.4 Lectura

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: Dispositius, làsers, informació quàntica, sistemes biològics,...

2.3.4 Lectura

2.4. Propietats tèrmiques

2.4.1 Capacitat calorífica

Introducció: Deducció C_v, C_p en sistemes massius.

Variació de C_p amb la dimensionalitat: efectes electrònics i fonònics. Cas del C: diamant (3D), grafit (quasi-2D), grafé (2D), nanotubs de carboni (1D).

2.4.2 Temperatura i entalpia de fusió en nanopartícules metàl·liques i semi conductores.

2.4.3 Exemple i Aplicacions tecnològiques.

2.4.4 Transport tèrmic: Teoria Cinètica. Equació de Boltzmann. Conductivitat tèrmica. influència de la dimensionalitat. Exemples: modificació de la conductivitat en superxarxes i nanofils.

2.5 Termoelectricitat

2.5.1 Efectes Seebeck i Peltier

2.5.2 Figura de mèrit: definició i implicacions.

2.5.3 Efectes de dimensionalitat. Influència sobre la figura de mèrit.

2.5.4 Exemples i aplicacions.

Pràctiques de laboratori

1. Microscòpia de superfícies mitjançant STM (Demostrativa).

2. Influència de la grandària sobre la emissió de llum en punts quàntics semiconductors de CdSe.
3. Mesura de la capacitat calorífica i determinació de la variació de la temperatura de fusió amb la mida de nanopartícules.

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 problemes 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.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de discussió d'articles científics	3	0,12	2, 3, 4, 8
Classes de problemes	8	0,32	5, 10, 11
Classes de teoria	27	1,08	1, 3, 5, 9, 11

Laboratori	7	0,28	2, 4, 6
Tipus: Supervisades			
Realització de treballs	20	0,8	1, 2, 3, 4, 9, 10
Resolució de problemes i lliurament de problemes addicionals	17	0,68	9, 11
Tutories	5	0,2	1, 2, 3, 5, 8, 9, 11
Tipus: Autònomes			
Estudi i preparació d'examens	55	2,2	1, 3, 5, 11

Avaluació

Resolució de problemes i participació en lectures: 20 % de la nota final.

Treballs pràctiques (realització, informe, entrevista): 20 % de la nota final.

Examen1 : 30% de la nota final.

Examen 2: 30% de la nota final

Examen repesca: 60% nota final

Nota mínima de cada exàmen per aprovar per parcials: 4

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen parcial I	30%	2	0,08	1, 3, 5, 8
Examen parcial II	30%	2	0,08	1, 3, 5, 8
Lliurament de problemes i lectura d'articles	20%	0	0	2, 4, 5, 9, 10, 11
Pràctiques de laboratori	20%	1	0,04	2, 6, 7, 9, 10, 11
Repesca parcials	60%	3	0,12	1, 3, 5, 8

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.