

Nanomaterials Avançats

2014/2015

Codi: 103297

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OT	0	0

Professor de contacte

Nom: Jordi Hernando Campos

Correu electrònic: Jordi.Hernando@uab.cat

Utilització de llengües

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent extern a la UAB

Josep Fontcuberta

Prerequisits

Es necessari tenir un nivell consolidat de Física i Química de l'Estat Sòlid, de Termodinàmica i de Química Supramolecular.

Objectius

Els objectius principals d'aquesta assignatura són:

- Dotar a l'alumne dels coneixements característics de cada tipus de material.
- Aprendre les eines més avançades de preparació de capes primes i d'assemblatge molecular.
- Relacionar les estructures dels nanomaterials amb les seves propietats.
- Entendre les forces i efectes que donen lloc a la formació de partícules i les seves propietats específiques com a materials.

En acabar l'estudiant serà capaç de seleccionar d'entre tots els possibles materials, aquell més adient per al funció requerida. Així, serà capaç de sintetitzar o preparar el material que necessiti i més específicament d'entendre:

- Com aconseguir el control de la morfologia i composició de capes primes a nivell atòmic.
- Com assemblar molècules en una superfície i en nanopartícules.
- Com mesurar algunes propietats : magnètiques, elèctriques i òptiques.
- Com revelar les propietats a diferents escales: de la macroscòpica a l'atòmica.
- La correlació íntima entre la composició, conformació i propietats d'un material .

Competències

- Adaptar-se a noves situacions.
- 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.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se amb claredat en anglès.
- 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.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Operar amb un cert grau d'autonomia.
- 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.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a noves situacions.
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 amb claredat en anglès.
6. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
7. Descriure la síntesi, estructura i propietats dels vidres líquids, els gels, els materials porosos, les nanopartícules i els fils moleculars i supramoleculars.
8. Descriure les tècniques de caracterització derivades de la radiació sincrotrònica i les seves aplicacions.
9. Dissenyar composts químics o materials per al seu ús com vidres líquids o gels i mètodes de preparació de materials porosos.
10. Distingir les tècniques per a la determinació d'estructures cristal·lines, bandes d'energia, enllaços químics, composició i caracterització òptica de materials.
11. Explicar les tècniques de difracció superficial per a la caracterització de superfícies cristal·lines.
12. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
13. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
14. Interpretar textos en anglès sobre aspectes relacionats amb la física i química en nanociència i nanotecnologia.
15. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
16. Operar amb un cert grau d'autonomia.
17. Proposar idees i solucions creatives.
18. Proposar mètodes de caracterització de materials i nanomaterials basats en la radiació sincrotrònica
19. Proposar mètodes de preparació i caracterització de nanopartícules, fils moleculars i supramoleculars.
20. Proposar mètodes físics de caracterització de materials i nanomaterials
21. Raonar de forma crítica.
22. Reconèixer els mètodes físics i químics de preparació d'estructures epitaxials i els materials optoelectrònics i termos i fotocròmics.
23. Reconèixer els termes relatius a materials i nanomaterials avançats, així com les seves tècniques de caracterització, incloent-hi la radiació de sincrotró.
24. Redactar i exposar informes sobre la matèria en anglès.

25. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
26. Resoldre problemes i prendre decisions.
27. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

Continguts

Part A. Materials and nanomaterials

1. Introduction to typology of materials and nanomaterials

Inorganic and organic matter. Hard and soft materials. Metals, semi-conductors and insulators. Domains. Phase separation. The strength of interactions and melting behaviour will be discussed. Nanocomposites and nanohybrid materials. Relationship of properties with structure and purity.

2. From colloids to nanocrystalline materials

The phases of materials are introduced, amorphous, liquid crystals and gel materials are discussed. Monolayers and nanowires.

Part B. Preparation and Properties of advanced nanomaterials

3. Preparation of thin films and self-assembled monolayers and their characteristics

- Chemical and physical methods for the preparation of monolayers and thin films on substrates. Importance of substrate character. Commensurate and epitaxial growth. Influence of layer on surface properties, and surface on layer properties.

- Physical Vapor Deposition thin film deposition processes will be shortly reviewed. The growth mechanisms and their control and connection to thin film surface structure will be deeply revised. Emphasis will be directed on the Pulsed laser deposition growth (PLD) of oxide-based magnetic, conducting and ferroelectric materials. The properties of the films, from morphology to their functional properties, and will be described, showing how measurements are made at the macro-, micro- and nanoscopic levels.

- Subsequently, the formation of self-assembled monolayers will be presented. Their use for the study of electrical, optical and magnetic properties will be discussed, with particular emphasis on the measurement of the characteristics of the layers. Potential applications of the systems will be presented.

4. Preparation of nanoparticles and their properties compared with bulk materials: superparamagnetism and fluorescence

Superparamagnetic nanoparticles and their remarkable features will be shown. The different ways to prepare them will be discussed, and the ways to measure their properties at the macro-, micro- and nanoscopic levels will be discussed. These particles will be contrasted with organic nanoparticles. Particular attention will be made here in the optical properties of the aggregates of molecules, focusing on fluorescent properties and exciton coupling.

5. The most advanced Nanomaterials

Aiming to illustrate current trends in research and development of nanomaterials, examples from current most advanced literature related with the content of the course will be highlighted and discussed.

Metodologia

The course comprises:

32 hours theory + 10 hours problems + 12 hours laboratory per student.

Theoretical classes

Performed using a combination of computer generated material and blackboard. Practical cases will be provided to exemplify the theoretical background.

Group problem classes

The participation of the students will be encouraged through problem-solving in the classes and through the presentation of specific case studies. The teachers will require the compulsory submission of problems and essays.

Practicals

The practical classes are compulsory, and comprise:

- a) Growth of oxide films by PLD
- b) Preparation and characterisation of self-assembled monolayers
- c) Synthesis and characterisation of magnetic nanoparticles
- d) Discovering the tools for material's characterization: from in-lab to large scale (ALBA synchrotron) facilities in the neighbourhood.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
classes de problemes	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27
classes teoria	34	1,36	4, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 18, 19, 20, 22, 23
pràctiques	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 17, 21, 23, 24, 27

Avaluació

L'avaluació de la assignatura és realitzarà de forma continuada. Es realitzaran dos parcials que comptaran per un 60% de la nota final. Les avaluacions de les pràctiques es realitzaran mitjançant informes, i petits qüestionaris previs o finals, i comptarà per un 20% de la nota final. La realització d'exercicis i treballs comptarà per un 20% de la nota final.

Es necessari obtenir 5/10 en la avaluació continuada per aprovar l'assignatura. A més, és necessari obtenir un mínim de 5/10 en la mitja dels dos parcials per poder aprovar l'assignatura.

Aquells que no hagin aprovat l'assignatura amb la avaluació continuada tindran la possibilitat de presentar-se a una prova final de repesca, la nota de la qual comptarà per un 40% de la nota final.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
entrega de informes de pràctiques i qüestionaris previs o posteriors	20%	50	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 23, 24, 25, 27
exercicis i treballs	20%	38	1,52	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

parcials	60%	6	0,24	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25
----------	-----	---	------	---

Bibliografia

Bibliografia

- Functional Materials: Electrical, Dielectric, Electromagnetic, Optical and Magnetic Applications. D.L. Chung. World Scientific 2010.
- Solid State Physics, by Gerald Burns, Academic Press 1985.
- Introduction to Solid State Physics, Charles Kittel, Wiley 2005.
- Materials Science of Thin Films, by Milton Ohring, Elsevier Inc. 2002.
- Solid State Physics by N. David Mermin and Neil W. Ashcroft 1976, Saunders College, 1976.
- Physics and Chemistry of Interfaces. H.J. Butt, K. Graf, M. Kappl, Wiley-VCH, 2006.
- Nanochemistry: A chemical approach to nanomaterials. G.A. Ozin, A.C. Arsenault, L. Cademartiri. RSC, 2008.
- Properties of Materials. M.A. White. OUP, 1999.