

**Estat Sòlid**

Codi: 103288  
Crèdits: 7

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OB	3	2

**Professor/a de contacte**

Nom: Carles Navau Ros

Correu electrònic: Carles.Navau@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**

Pau Solsona Mateos

**Prerequisites**

It is convenient to have some knowledgment on the following topics

-Electromagnetism

-Quantum Physics

-Mechanics

**Objectius**

To understand the characteristics of the solid phase

To know how the fundamental physical laws allow us to understand the properties of the solid state

To learn how does the properties (thermal, optical, magnetic,... ) of the solid state lead to new phenomena

To introduce some basic experimental tools for the study of the solid state.

More specifically, to understand

Periodic structures.

Phonons.

Electron states and energy bands.

Magnetic materials.

**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.
- 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.
- Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
- 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 dels càlculs sobre propietats dels sòlids de forma crítica i deduir el seu significat.
5. Avaluar els resultats experimentals de manera crítica i deduir-ne el significat.
6. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
7. Descriure els estats electrònics en metalls, aïllants i semiconductors.
8. Descriure la periodicitat dels sòlids i l'ús de l'equació de Schrödinger del vidre per determinar la formació de bandes d'energia.
9. Diferenciar els tipus de materials magnètics en funció de l'ordre d'espín i les principals interaccions magnètiques.
10. Diferenciar entre els diferents tipus de sòlids en funció de les bandes d'energia i les conseqüències fonamentals d'aquestes sobre les seves propietats.
11. Emprar la tecnologia de la informació i la comunicació per a la documentació de casos i problemes.
12. Exposar informes breus sobre la matèria en anglès.
13. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
14. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
15. Identificar i analitzar problemes relacionats amb l'estructura dels sòlids.
16. Identificar i situar l'equipament de seguretat del laboratori.
17. Identificar la naturalesa ondulatoria de les vibracions de la xarxa i la seva descripció quàntica i aplicar aquests conceptes per descriure les propietats tèrmiques de diferents tipus de sòlids.
18. Interpretar el resultat analític i la seva qualitat, relacionant-lo amb la informació prèvia de la mostra.
19. Interpretar la influència de la periodicitat en les propietats dels sòlids cristal·lins.
20. Interpretar textos i bibliografia en anglès sobre física i materials a nivell bàsic.
21. Manipular amb seguretat gasos, en especial els inflamables.

22. Manipular correctament el material i els instruments necessaris per a realitzar la caracterització de les propietats físiques de materials cristal·lins.
23. Manipular els materials i l'instrumental del laboratori amb seguretat.
24. Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
25. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
26. Plantejar simulacions per a l'obtenció d'informació energètica i d'estructura electrònica de sòlids cristal·lins ben descrits.
27. Predir les propietats tèrmiques, mecàniques, elèctriques, magnètiques i òptiques de materials cristal·lins i amorfs, i nanomaterials partint de la seva composició i estructura.
28. Proposar idees i solucions creatives.
29. Raonar de forma crítica.
30. Reconèixer els termes relatius a la física i els materials.
31. Reconèixer l'estratègia de modelització de sòlids aplicada a exemples procedents de fonts bibliogràfiques.
32. Reconèixer la naturalesa quàntica de les propietats tèrmiques dels sòlids.
33. Redactar informes sobre la matèria en anglès.
34. Relacionar l'absorció i emissió de llum als materials semiconductors amb les propietats òptiques i optoelectròniques.
35. Relacionar les dades experimentals amb les propietats físiques i/o anàlisis dels sistemes objecte d'estudi.
36. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
37. Resoldre problemes i prendre decisions.
38. Utilitzar bases de dades d'estructures cristal·lines, de difracció de pols i altres dades bibliogràfiques relacionades
39. Utilitzar el material i la instrumentació de laboratori de manera adequada.
40. Utilitzar programes de tractament de dades per elaborar informes.

## Continguts

### A. Introduction

1. What do we mean by "Solid State"?
2. Properties of solids (thermal, conduction, optical, magnetic...)

### B. Crystal structure

1. Symmetries and lattices
2. Reciprocal lattice and diffraction
3. Crystal binding

### D. Lattice vibrations

1. Elastic waves
2. Phonons

### C. Electrons in solids

1. Free electrons
2. Nearly free electrons
3. Electrons in periodic potentials
4. Band structure: insulators, metals, semiconductors
5. Semiclassical model for conduction

### E. Magnetism and magnetic properties

1. Para- and dia- magnetism
2. Spontaneous order
3. Domains and hysteresis

#### 4. Micromagnetic modeling

### Metodologia

Theory:

- Explanation of the basic contents. Give to the students all the needed tools. Using the recommended bibliography, they can go deeply into the concepts already discussed in class.
- Deep explanation of the most important concepts, using examples, experimental evidences, and (when convenient) original works.

Problems:

- Solution of some of the basic problems/examples given to the students

Laboratory:

- To be determined.

### Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Theory	112	4,48	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Laboratory	28	1,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40
Problems	27	1,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 38

### Avaluació

Partial Exam 1. Consisting in a combination of theoretical questions and problems to be solved related to 1st part of the course

Partial Exam 2. Consisting in a combination of theoretical questions and problems to be solved related the 2nd part of the course.

Recuperation exam. Each part could be recuperated independently, substituting the previous qualification with the new one.

Laboratory work. Written reports about the methodology, experimental results and their interpretation. No recuperable.

To access to the recovery exam, the student have to have a qualification equal or above 3.5 / 10.0. (The recovery exam also needs a minimum of 3.5 /10.0).

The student must have completed 2/3 of the continuous assessment activities to be able to do the recovery exam.

If the qualification of each exam is above 3.5/10, the final qualification will be calculated according to the indicated weights. To pass, the final qualification must be equal or above 5.0/10.0.

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Evaluation of Laboratory work	20%	0	0	3, 6, 12, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 33, 35, 37, 39, 40
Partial exam 1	30%	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 14, 15, 17, 19, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38
Partial exam 2	50%	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 19, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 37, 38
Recovery	40% (if necessary) + 40% (if necessary)	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38

### Bibliografia

- C. Kittel. Introduction to solid state physics. (John Wiley and Sons).
- N. W Ashcroft and N. d. Mermin, Solid State Physics (Saunders College)
- H. J. Goldsmid. Problems in Solid State Physics (Pion Limited)