



# Guia docent

## 295914 - FMF - Fonaments dels Materials Funcionals

Última modificació: 12/04/2022

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 748 - FIS - Departament de Física.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Lloveras Muntane, Pol Marcel  
Cazorla Silva, Claudio

**Altres:** Segon quadrimestre:  
CLAUDIO CAZORLA SILVA - M10  
POL MARCEL LLOVERAS MUNTANE - M10  
ROBERTO MACOVEZ - M10

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Es recomana haver cursat les assignatures de Metal·lúrgica Física, Propietats Elèctriques i Magnètiques dels Materials, Propietats Mecàniques dels Materials i Propietats Òptiques, Tèrmiques i Acústiques dels Materials.

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Transversals:

02 SCS N3. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL - Nivell 3: Tenir en compte les dimensions social, econòmica i ambiental en aplicar solucions i dur a terme projectes coherents amb el desenvolupament humà i la sostenibilitat.

06 URI N3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

**Teoria:** El professor presenta els conceptes fonamentals i algunes demostracions, complementant amb exemples claus i la discussió d'algunes aplicacions.

**Problemes i Activitats dirigides:** el professor presenta la resolució de problemes representatius; els estudiants repassen els conceptes fonamentals i solucionen alguns problemes, sota la supervisió del professor.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

En acabar el curs, l'alumne ha de ser capaç de:

- Conèixer els fonaments de propietats funcionals de materials, en particular relacionades amb l'energia, la química i la biomedicina, i el seu comportament sota l'acció de camps externs.
- Disposar de la capacitat per abordar problemes conceptuals dels reptes de les tecnologies actuals i futures en els dominis de l'enginyeria de materials.

## CONTINGUTS

### Bloc 1. Fonaments físics de les propietats tèrmiques dels materials

#### Descripció:

Tema 1.1 Introducció a la física estadística

Macroestats i microestats. Entropia i probabilitat termodinàmica. Funcions de distribució: Fermi-Dirac, Bose-Einstein i Maxwell-Boltzmann. Funció de partició i propietats termodinàmiques.

Tema 1.2 Propietats tèrmiques del gas ideal

Gas ideal monoatòmic. Interpretació estadística del treball i la calor. Equipartició de l'energia. Oscil·lador quàntic lineal. Gas ideal diatòmic: funcions de partició pels graus de llibertat vibracionals i rotacionals.

Tema 1.3 Propietats tèrmiques dels cristalls

Fonons i densitat d'estats vibracionals. Capacitat calorífica dels cristalls: Models d'Einstein i Debye. Expansió tèrmica. Conductivitat tèrmica. Transport iònic. Cristalls metàl·lics: el gas d'electrons, nivell de Fermi i funció de treball. Contribució electrònica a la capacitat calorífica dels cristalls. Contribució electrònica a la conductivitat tèrmica dels cristalls. Conductivitat electrònica.

**Dedicació:** 70h

Grup gran/Teoria: 28h

Aprenentatge autònom: 42h

### Bloc 2: Transicions de fase a l'estat sòlid i microestructura

#### Descripció:

Tema 2.1 Dominis magnètics

Sistemes amb ions magnètics: Paramagnetisme clàssic i quàntic. Ferromagnetisme. Model d'Ising y teoria micromagnètica.

Tema 2.2 Transicions de fase estructurals i microestructura

Signatura termodinàmica de les transicions de fase. Classificació d'Ehrenfest. Teoria de Landau. Interaccions de llarg abast. Autoacomodació i microestructura. Efecte de memòria de forma i superelasticitat.

Tema 2.3 Acoblament magnetoestructural

Anisotropia magnetocristalina i acoblament magnetoelàstic. Magnetoestricció. Metamagnetisme. Efectes calòrics i multicalòrics. Memòria de forma magnètica i superelasticitat magnètica.

Tema 2.4 Estabilitat de fases.

Equilibri de fases. Diagrames de fases topològics. Aplicacions en fàrmacs.

**Dedicació:** 28h

Grup gran/Teoria: 16h

Aprenentatge autònom: 12h



### Bloc 3. Propietats microscòpiques i macroscòpiques de la matèria tova

#### Descripció:

Tema 3.1 Introducció al desordre i graus de llibertat mol·leculars

Graus de llibertat orientacionals i conformacionals. Introducció a les mesofases. Transport de càrrega i aplicacions de dispositius electroquímics. Anàlisi dinàmic mecànic i espectroscopia dielèctrica.

Tema 3.2 Vidres estructurals i orientacionals

Líquids vitris, sòlids desordenats orientacionals i cristalls plàstics. Transició vítre, dinàmica de les relaxacions primària i secundària. Embelliment de fases vítrees.

Tema 3.3 Materials polimèrics

Fases lineals dels polímers. Polímers conductors i fibres polimèriques. Model de l'estat rotacional isomèric. La cadena equivalent de Kuhn. Relaxacions i transicions vítrees en polímers amorfs i semicristal·lins, relació amb la viscoelasticitat. Gomes i elasticitat entròpica.

Tema 3.4 Cristalls líquids i fases autoorganitzables

Cristalls líquids termotròpics, cristalls líquids polimèrics i fibres. Introducció a sistemes binaris. Gels polimèrics, mol·lècules amfílques i blocs de copolímers: autoorganització i cristalls liotròpics. Aplicacions (dispositius de cristall líquid, armadures antibales, supercondensadors, OLEDs, dispensador de fàrmacs) i materials orgànics de rellevància biològica.

**Dedicació:** 40h

Grup gran/Teoria: 16h

Aprentatge autònom: 24h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final de cada alumne es calcula amb la mitjana ponderada de les notes obtingudes a partir de la resolució d'exercicis guiats i autònoms proposats pels professors durant el curs. Els percentatges seran:

Resolució d'exercicis de Tema 1: 40%

Resolució d'exercicis de Tema 2: 30%

Resolució d'exercicis de Tema 3: 30%

## BIBLIOGRAFIA

#### Bàsica:

- Jones, Richard A. L. Soft condensed matter. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 2002. ISBN 9780198505891.
- Doi, Masao. Soft matter physics. Oxford: Oxford University Press, 2013. ISBN 9780199652952.
- Wadhawan, Vinod. Introduction to ferroic materials. CRC Press, 2000. ISBN 9789056992866.
- Sears, Francis Weston; Salinger, Gerhard L. Termodinámica, teoría cinética y termodinámica estadística. 2ª ed. Barcelona [etc.]: Reverté, DL 1978. ISBN 9788429141610.
- White, Mary Anne. Physical properties of materials. 2nd ed. Boca Raton (Florida): CRC Press, cop. 2012. ISBN 9781439866511 (CART.).
- Marder, Michael P. Condensed matter physics. 2nd ed. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 9780470617984.
- Strobl, Gert. The Physics of Polymers [en línia]. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2007 Disponible a: biblioteca UPC.

#### Complementària:

- Salje, Ekhard K. H. Phase transitions in ferroelastic and co-elastic crystals : an introduction for mineralogists, material scientists, and physicists. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1993. ISBN 0521384494.
- Planes, Antoni; Mañosa, Lluís; Saxena, Avadh. Magnetism and structure in functional materials : workshop of the Interplay of Magnetism and Structure in Functional Materials, held at the Benasque center for Science in the Pyrenees mountains, February, 9-13, 2004. Berlin: Springer, 2005. ISBN 9783540236726.



## RECURSOS

---

### **Altres recursos:**

Al llarg del curs es proporcionaran a l'estudiant recursos via internet, ja siguin generalistes, com Wikipedia, o bé particulars, com la del grup de recerca dels professors (<https://gcm.upc.edu/en>).