

## Química del Estado Sólido

Código: 102507  
Créditos ECTS: 6

**2025/2026**

Titulación	Tipo	Curso
Química	OT	4

### Contacto

Nombre: Ramón Yáñez López

Correo electrónico: ramon.yanez@uab.cat

### Equipo docente

Ramón Yáñez López

### Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

### Prerrequisitos

Haber cursado y superado la asignatura Ciencia de los Materiales de 3er curso.

### Objetivos y contextualización

La asignatura "Química del Estado Sólido" tiene como objetivo ampliar los conocimientos adquiridos con la asignatura obligatoria de tercer curso Ciencia de Materiales introduciendo conceptos muy significativos como son los métodos de preparación de materiales y las propiedades físicas de los materiales. Así, al inicio se describirán los aspectos básicos de la síntesis de materiales sólidos, y se continuará con el estudio de las propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas de los materiales relacionando estas propiedades con sus características estructurales.

### Competencias

- Adaptarse a nuevas situaciones.
- Aprender de forma autónoma.
- Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
- Demostrar iniciativa y espíritu emprendedor.
- Demostrar motivación por la calidad.
- Demostrar que comprende los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales de las diferentes áreas de la Química.
- Gestionar, analizar y sintetizar información.

- Gestionar la organización y planificación de tareas.
- Mantener un compromiso ético.
- Mostrar sensibilidad hacia temas medioambientales.
- Obtener información, incluyendo la utilización de medios telemáticos.
- Proponer ideas y soluciones creativas.
- Razonar de forma crítica.
- Resolver problemas y tomar decisiones.
- Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.
- Utilizar correctamente la lengua inglesa en el ámbito de la Química.
- Utilizar la informática para el tratamiento y presentación de información.

## **Resultados de aprendizaje**

1. Adaptarse a nuevas situaciones.
2. Aprender de forma autónoma.
3. Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
4. Demostrar iniciativa y espíritu emprendedor.
5. Demostrar motivación por la calidad.
6. Describir las propiedades ópticas de los materiales y las aplicaciones más importantes.
7. Diferenciar entre los diferentes tipos de conductores eléctricos sólidos y relacionarlos con su estructura, enlace y aplicaciones más importantes.
8. Distinguir los modelos de enlace químico en los sólidos y relacionarlos con sus propiedades fisicoquímicas.
9. Gestionar, analizar y sintetizar información.
10. Gestionar la organización y planificación de tareas.
11. Interpretar el comportamiento magnético de los materiales en función de su estructura y enlace, y relacionarlo con sus aplicaciones más importantes.
12. Leer, analizar y extraer información de textos en lengua inglesa sobre los diversos ámbitos del campo de la química de materiales.
13. Mantener un compromiso ético.
14. Mostrar sensibilidad hacia temas medioambientales.
15. Obtener información, incluyendo la utilización de medios telemáticos.
16. Proponer ideas y soluciones creativas.
17. Razonar de forma crítica.
18. Resolver problemas y tomar decisiones.
19. Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.
20. Utilizar la informática para el tratamiento y presentación de información.

## **Contenido**

Química del Estado Sólido

6 ECTS: 31 horas de teoría + 10 horas de ejercicios

### 1. Enlace químico y valencia

- Teoría de orbitales moleculares de Hückel y SALC
- Modelo de valencia del enlace
- Distorsión Jahn-Teller de primer y segundo orden
- Valencia de enlace

### 2. Estructura de bandas electrónicas

- Estructura de bandas de una cadena de átomos de hidrógeno
- Estructuras electrónicas de moléculas cíclicas H
- Simetría translacional y función de Bloch
- Número cuántico  $k$
- Visualización de orbitales cristalinos
- Diagramas de estructura de bandas
- Gráficas de densidad de estados (DOS)
- Estructura de bandas de una cadena de moléculas H<sub>2</sub>
- Propiedades eléctricas y ópticas
  - Metales, semiconductores y aislantes
  - Semiconductores de banda directa vs indirecta
- Representación de estructuras de bandas en dimensiones superiores
  - Orbitales cristalinos en dos dimensiones
  - Orbitales cristalinos en tres dimensiones
- Estructuras de bandas de materiales bidimensionales
  - Grafeno
  - Red cuadrada de CuO<sub>2</sub><sup>2-</sup>
- Estructuras de bandas de materiales tridimensionales
  - α-Polonio
  - Diamante
  - Semiconductores elementales
  - Trióxido de renio
  - Perovskitas

### 3. Materiales ópticos

- Luz, color y excitaciones electrónicas
- Pigmentos, colorantes y gemas
- Transiciones  $d-d$  (excitaciones entre orbitales  $d$ )
  - Teoría del campo de ligandos y del campo cristalino
  - Espectros de absorción y términos espectroscópicos
  - Diagramas de correlación
  - Reglas de selección e intensidad de absorción

- Excitaciones por transferencia de carga
  - Ligando → metal
  - Metal → metal
- Semiconductores compuestos
  - Absorbancia óptica, banda prohibida y color
  - Electronegatividad, solapamiento orbital y banda prohibida
- Moléculas orgánicas conjugadas
- Luminiscencia
  - Fotoluminiscencia
    - Componentes de un fósforo
    - Retorno radiativo al estado fundamental
    - Extinción térmica
    - Activadores lantánidos
    - Activadores no lantánidos
    - Transferencia de energía
    - Sensibilizadores
    - Extinción por concentración y relajación cruzada
    - Fotoluminiscencia por conversión ascendente
  - Electroluminiscencia
    - Diodos emisores de luz inorgánicos (LED)
    - Diodos emisores de luz orgánicos (OLED)
- Materiales para iluminación
  - Fósforos para lámparas fluorescentes
  - LED blancos convertidos con fósforo

#### 4. Materiales dieléctricos y ópticos no lineales

- Propiedades dieléctricas
  - Permitividad y susceptibilidad dieléctrica
  - Polarización y ecuación de Clausius-Mossotti
  - Mecanismos microscópicos de polarizabilidad
  - Dependencia en frecuencia de la respuesta dieléctrica
  - Pérdidas dieléctricas
- Polarizabilidades dieléctricas y regla de aditividad

- Simetría cristalográfica y propiedades dieléctricas
- Piroelectricidad y ferroelectricidad
  - Ferroelectricidad en BaTiO<sub>3</sub>
  - Antiferroelectricidad
- Piezoelectricidad
- Enlaces locales en materiales no centrosimétricos
  - Distorsiones Jahn-Teller de segundo orden con cationes d<sup>0</sup>
  - Distorsiones Jahn-Teller de segundo orden con cationes s<sup>2</sup>p<sup>0</sup>
- Materiales ópticos no lineales (NLO)
  - Susceptibilidad no lineal y concordancia de fase
  - Materiales clave para generación de segundo armónico (SHG)
    - KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>
    - KTiOPO<sub>4</sub>
    - Niobatos y tantalatos
    - Materiales NLO orgánicos y poliméricos
    - Boratos

## 5. Materiales magnéticos

- Materiales magnéticos y aplicaciones
- Física del magnetismo
  - Imanes de barra e imanes atómicos
  - Intensidad, inducción, energía, susceptibilidad y permeabilidad magnéticas
  - Sistemas de unidades en magnetismo
- Tipos de materiales magnéticos
- Orígenes atómicos del magnetismo
  - Movimientos electrónicos y su cuantización
  - Momentos magnéticos atómicos
  - Momentos magnéticos de iones 3d en compuestos
  - Momentos magnéticos de iones 4f en compuestos
  - Nota sobre momentos magnéticos de metales 4d y 5d
- Diamagnetismo
- Paramagnetismo

- Paramagnetismo de Curie y Curie-Weiss
- Paramagnetismo de Pauli
- Antiferromagnetismo
- Interacciones de super-intercambio
- Ferromagnetismo
  - Aislantes ferromagnéticos y half-metales
  - Metales ferromagnéticos
  - Super-ferromagnetos
- Ferrimagnetismo
- Sistemas frustrados y vidrios de espín
- Multiferroicos magnetoeléctricos
- Imanes moleculares y orgánicos

## 6. Materiales conductores

- Metales
  - Modelo de Drude
  - Modelo de electrones libres
  - Distribución de Fermi-Dirac
  - Concentración de portadores
  - Movilidad de portadores y masa efectiva
  - Velocidad de Fermi
  - Mecanismos de dispersión
  - Estructura de bandas y conductividad del aluminio
  - Estructuras de bandas y conductividad de metales de transición
- Semiconductores
  - Concentración de portadores en semiconductores intrínsecos
  - Dopaje
  - Concentración de portadores y energía de Fermi en semiconductores dopados
  - Conductividad
  - Uniones *p-n*
  - LED y células fotovoltaicas
  - Transistores
- Compuestos de metales de transición

- Modelo de Hubbard (repulsión electrónica)
- Compuestos tipo NaCl
- Compuestos tipo perovskita
- Conductores orgánicos
  - Polímeros conductores
  - Hidrocarburos aromáticos policíclicos
  - Sales de transferencia de carga
- Carbono
  - Grafeno
  - Nanotubos de carbono

## 7. Superconductividad

- Panorama de la superconductividad
- Propiedades de los superconductores
- Orígenes de la superconductividad y teoría BCS
- Superconductores derivados de C<sub>60</sub>
- Superconductores moleculares
- Superconductores perovskitas BaBiO<sub>3</sub>
- Superconductores cupratos
  - Materiales La<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>
  - Materiales YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> ("YBCO" o "123")
  - Otros cupratos
  - Propiedades electrónicas de los cupratos
- Pnicturos de hierro y superconductores relacionados

## 8. Materiales energéticos: conductores iónicos, conductores mixtos y química de intercalación

- Celdas electroquímicas y baterías
- Celdas de combustible
- Conductividad en compuestos iónicos
- Conductores superiónicos
  - AgI: conductor superiónico catiónico
  - PbF<sub>2</sub>: conductor superiónico aniónico
- Conductores catiónicos

- $\beta$ -alúmina de sodio
- Otros conductores catiónicos cerámicos
- Conductores catiónicos poliméricos
- Conductores protónicos
  - Conductores protónicos con agua
  - Sales ácidas
  - Conductores protónicos perovskita
- Conductores de óxido-ión
  - Conductores tipo fluorita
  - Perovskita y otros conductores de óxido
  - Materiales de electrodo para SOFC y conductores mixtos
- Química de intercalación y aplicaciones
  - Intercalación en grafito
  - Intercalación de litio y electrodos de batería
  - Baterías de ion-litio con cátodos de óxido
  - Características electroquímicas de las baterías de litio
  - Otros materiales de electrodo para baterías de litio

## Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
<hr/>			
Tipo: Dirigidas			
Clases teóricas	40	1,6	1, 2, 6, 7, 8, 11
<hr/>			
Tipo: Supervisadas			
Tutoría	6	0,24	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
<hr/>			
Tipo: Autónomas			
Estudio	65	2,6	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Lectura de textos	13	0,52	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Preparación de trabajos sobre la materia	18	0,72	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

La asignatura se imparte en forma de clases de teoría y de prácticas de aula. Además los estudiantes deberán realizar un trabajo bibliográfico y resolver las cuestiones planteadas por el profesor.

### 1) Clases teóricas.

Mediante las exposiciones del profesor/a el alumno debe adquirir los conocimientos propios de esta asignatura y complementarlos con el estudio de cada tema tratado con la ayuda del material que el profesor proporcione a través del Campus Virtual y la bibliografía recomendada. Las clases teóricas serán abiertas a la participación de los alumnos, que podrán plantear al profesor las cuestiones y aclaraciones que consideren necesarias. El profesor puede asignar ejercicios o cuestiones específicas a los alumnos para que los resuelvan (en casa o en el aula) y se discutan en el aula. También en estas clases se harán las presentaciones de los trabajos bibliográficos de los alumnos donde se incentivará la participación de todos los alumnos en las preguntas y discusiones relativas a los trabajos.

### 2) Trabajo personal

Los alumnos deberán realizar obligatoriamente algún trabajo, resolución de problemas, evidencias y/o búsqueda bibliográfica sobre temas propuestos por el profesor.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Evaluación

### Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Exámenes escritos	70	4	0,16	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 14, 16, 17
Pruebas de Seguimiento	25%	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

#### Exámenes

A efectos de evaluación, la asignatura se divide en dos partes.

A lo largo del semestre se realizarán dos exámenes parciales, uno de cada parte (ExP1 y ExP2), y un examen global de recuperación (ExG), todos ellos con una nota entre 0 y 10.

#### Trabajo de seguimiento

Durante el semestre se recogerán varias pruebas de seguimiento del alumnado (problemas resueltos individualmente o en grupo, pruebas cortas en clase, preguntas en el aula, etc.). El alumnado obtendrá, por tanto, dos notas de seguimiento (S1 y S2), que serán las medias ponderadas de las calificaciones obtenidas en las pruebas de seguimiento de cada parte de la asignatura.

#### Calificaciones:

Cada parte de la asignatura tendrá una calificación (Not1 y Not2) calculada como:

- $\text{Not1} = 0,75 \times \text{ExP1} + 0,25 \times \text{S1}$
- $\text{Not2} = 0,75 \times \text{ExP2} + 0,25 \times \text{S2}$

La nota final (NF) se obtendrá de la siguiente manera:

$$\bullet \text{ NF} = (\text{Not1} + \text{Not2}) / 2$$

Para superar la asignatura mediante parciales deben cumplirse las dos condiciones siguientes:

1. La nota final de la asignatura (NF) debe ser  $\geq 5,0$
2. Para poder hacer media, ExP1 y ExP2 deben ser  $\geq 4,5$

En caso de no cumplir estos requisitos, el estudiante deberá presentarse al examen de recuperación, en el cual podrá recuperar uno o ambos parciales, ya que los contenidos de cada parcial estarán separados e identificados como tales (NotR1 y NotR2). La NFR se calculará sustituyendo los valores de ExP1 y/o ExP2 por los obtenidos en el examen de recuperación ExR1 y/o ExR2.

Para poder presentarse al examen de recuperación, el alumnado debe haber sido evaluado previamente en un conjunto de actividades cuyo peso equivalga, como mínimo, a dos terceras partes de la calificación total de la asignatura.

Para superar la asignatura mediante el examen de recuperación deben cumplirse las siguientes condiciones:

1. La nota final de la asignatura (NFR) debe ser  $\geq 5,0$
2. Para poder hacer media, ExR1 y ExR2 deben ser  $\geq 4,5$

La nota final en el examen global se calcula como:

- $\text{NFR} = (\text{NotR1} + \text{NotR2}) / 2$
- $\text{NotR1} = 0,75 \times \text{ExR1} + 0,25 \times \text{S1}$
- $\text{NotR2} = 0,75 \times \text{ExR2} + 0,25 \times \text{S2}$

El alumnado que no supere la asignatura por no aprobar alguno de los bloques, independientemente de cuál sea su media global, obtendrá una nota final máxima de 4,5.

Los alumnos que superen el curso por parciales pero deseen mejorar su calificación podrán presentarse al examen global, pero deberán realizarlo completo, es decir, ambas partes correspondientes a cada parcial. La nota del examen de recuperación sustituirá la nota obtenida en el conjunto de los dos parciales y, por tanto, tendrá un peso del 85% (la nota de los trabajos de seguimiento no se podrá recuperar). En el examen global, el estudiante no podrá optar a la calificación de Matrícula de Honor.

Las notas finales de los alumnos aprobados podrán normalizarse de 0 a 10 (la nota máxima deberá ser 10, respetando el orden, y se podrá incrementar hasta 1,5 puntos la nota) con el fin de alcanzar la distribución entre aprobados, notables, excelentes y Matrículas de Honor que los profesores consideren adecuada.

Si el alumno ha sido evaluado como máximo en un 33% de las pruebas y abandona, la calificación final será de NO EVALUABLE.

Evaluación única:

El alumnado que se haya acogido a la modalidad de evaluación única deberá realizar una prueba final que consistirá en un examen de todo el temario de la asignatura, el mismo día en que los estudiantes de evaluación continua realizan el segundo parcial. La calificación del estudiante será la nota de dicha prueba.

Si la nota final no alcanza un 5, el estudiante tendrá otra oportunidad para superar la asignatura mediante el examen de recuperación que se celebrará en la fecha que establezca la coordinación del grado. La calificación será la obtenida en esta prueba.

Se aplicará el mismo criterio de no evaluable que en la evaluación continua.

Los alumnos deberán actuar con honestidad durante todo el curso. Las actitudes deshonestas (copiar, dejar copiar o cualquier acción dirigida a distorsionar una evaluación) en cualquier prueba de seguimiento o examen serán motivo de una calificación de "Suspens" con una nota final de 0 en la asignatura, independientemente del resto de calificaciones obtenidas. En particular, durante las pruebas escritas, los teléfonos móviles o cualquier otro dispositivo de telecomunicación deberán estar desconectados y guardados en bolsos o mochilas que deberán colocarse sobre la tarima. En caso de detectarse que un alumno porta algún dispositivo no autorizado durante el examen y/o prueba de seguimiento, será expulsado del aula y obtendrá una calificación de "Suspens" en la asignatura.

## Bibliografía

R. J. D. Tilley "Understanding Solids" 2013, JohnWiley & Sons Ltd

P. M. Woodward, P. Karen, J. S. O. Evans and T. Vogt "Solid State Materials Chemistry", 2021, Cambridge University Press

W.D. Callister "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales" Reverté

D. R. Askeland "Ciencia e Ingeniería de Materiales" Paraninfo

A. R. West; Basic Solid State Chemistry; "Solid State Chemistry and its Applications" (Second edition)  
Wiley&Sons ISBN: 978-1-119-94294-8

L. E. Smart, E. A. Moore; "Solid State Chemistry: An Introduction" (Fourth Edition); CRC Press; ISBN-10: 1439847908

## Software

Ninguno

## Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre de 2025. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TE) Teoría	1	Catalán	segundo cuatrimestre	mañana-mixto