

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA DE  
SISTEMAS COMPLEJOS

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## PROCESOS MICROSCÓPICOS EN MATERIA CONDENSADA

CÓDIGO 21156149

UNED

23-24

PROCESOS MICROSCÓPICOS EN MATERIA  
CONDENSADA  
CÓDIGO 21156149

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	PROCESOS MICROSCÓPICOS EN MATERIA CONDENSADA
Código	21156149
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA DE SISTEMAS COMPLEJOS
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Dentro del *Máster universitario en Física de Sistemas Complejos*, la asignatura “**Procesos Microscópicos en Materia Condensada**” es una asignatura semestral (correspondiente al segundo semestre), optativa, que forma parte del módulo de Física Estadística de Sistemas Complejos.

La asignatura aborda la descripción de los procesos físicos microscópicos básicos que se producen en sistemas tanto clásicos (fenómenos de transporte clásico, difusión...) como cuánticos (superficies cristalinas, nanosistemas, propiedades magnéticas...). Incluye, pues, contenidos habituales de química-física y de física de materiales.

La asignatura puede ser de interés para todos aquellos estudiantes que quieran iniciarse en las áreas de Física de la Materia Condensada, Física de Materiales, Nanociencia, Química-Física, etc. y para futuros profesionales en el desarrollo de nuevas tecnologías en física, química, farmacología,...

Tiene asignados seis créditos ECTS, del segundo cuatrimestre, que pueden corresponder a unas 150 horas, que pueden distribuirse de la siguiente manera:

\* Horas de teoría: 30%.

\* Horas de prácticas: 20%

\* Horas de trabajo personal: 50%

Palabras clave: fenómenos en superficies, nanoestructuras. teoría cinética, fenómenos electrolíticos, catálisis, procesos de transporte.

De entre las materias incluidas en el módulo de "Física Estadística de Sistemas Complejos" está la llamada *Propiedades cuánticas de sistemas complejos*, donde se cubren algunos aspectos de sistemas cuánticos que no han sido abordadas en asignaturas de una titulación de Grado. Y ahí es donde se enmarca esta asignatura, que se centra en los fenómenos que ocurren en superficies, así como en fenómenos microscópicos clásicos de transporte de masa, carga, y también de espín.

El objetivo básico de la asignatura es presentar al estudiante una visión general, rigurosa y actual de algunos de los procesos dinámicos representativos en Física de la Materia Condensada, ofreciendo la posibilidad de que conozca los fundamentos físicos sobre los que se sustentan algunas de las nuevas tecnologías emergentes.

Los conocimientos que aportará la asignatura ampliarán los que el estudiante tenga de sus

estudios de licenciatura o grado, mejorando su base conceptual y extendiendo el desarrollo o aplicación de las ideas de la Física cuya base ya debe conocer. Se trata, pues, de proponer nuevas circunstancias físicas, en general poco tratadas en el grado o licenciatura, en un contexto más amplio.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para el estudio de esta asignatura son convenientes los conocimientos de Matemáticas que se espera tener tras haber cursado un grado o licenciatura en Ciencias Físicas o Químicas, o una titulación superior o un grado en Ingeniería.

Por otra parte, el seguimiento de la asignatura se verá muy beneficiado si se dominan los conocimientos que bien una licenciatura o bien un grado en Físicas o Químicas debería ofrecer de los fundamentos de las siguientes materias:

\* **Mecánica Estadística** (o sus variantes, como Termodinámica Estadística o nombre similar).

\* **Mecánica Cuántica** (o Química Cuántica en las licenciaturas de Química).

\* Conocimientos de Física o Química del **Estado Sólido**.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

DAVID GARCIA ALDEA (Coordinador de asignatura)  
dgaldea@fisfun.uned.es  
91398-7636  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JULIO JUAN FERNANDEZ SANCHEZ  
jjfernandez@fisfun.uned.es  
91398-7142  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA FUNDAMENTAL

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El medio básico de comunicación y tutorización entre estudiantes y equipo docente son las herramientas de comunicación del Curso virtual, especialmente los Foros de debate.

Además podrán utilizarse el correo electrónico, el teléfono y la visita personal si se considerasen necesarios.

Dr. David García Aldea  
E-mail: dgaldea@fisfun.uned.es

Teléfono: 91 398 7142

Horario: Martes, de 16 a 20 h

Departamento de Física Fundamental. **Despacho 2.01** Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

Dr. Julio Fernández Sánchez

E-mail: [jjfernandez@fisfun.uned.es](mailto:jjfernandez@fisfun.uned.es)

Teléfono: 91 398 7142

Horario: Miércoles, 12 a 14h y de 16 a 18h

Departamento de Física Fundamental. **Despacho 2.01** Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

Dirección: c/ Paseo Senda del Rey 5. Madrid 28040.

(la Biblioteca central de la UNED está situada junto al río Manzanares, y al llamado *Puente de los Franceses*).

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### COMPETENCIAS BÁSICAS

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto dirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

CG01 - Adquirir capacidad de análisis y síntesis.

CG02 - Adquirir capacidad de organización y planificación.

CG03 - Adquirir conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio

CG04 - Adquirir capacidad de gestión de información

CG05 - Adquirir capacidad para resolución de problemas

CG07 - Ser capaz de trabajar en equipo

CG08 - Adquirir razonamiento crítico

CG10 - Adquirir capacidad de aprendizaje autónomo

CG11 - Adquirir capacidad de adaptación a nuevas situaciones

### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

CE01 - Saber utilizar y relacionar los diferentes tipos de descripción (microscópica, mesoscópica y macroscópica) de los fenómenos físicos

CE02 - Comprender las propiedades cualitativas de las soluciones a las ecuaciones de la física (sus tipos, estabilidad, singularidades, etc.) y su dependencia de los parámetros que definen un sistema físico

CE03 - Comprender el papel del ruido y las fluctuaciones en los fenómenos físicos y manejar su modelización matemática

CE04 - Comprender y saber relacionar matemáticamente las propiedades macroscópicas de un sistema con las interacciones y la geometría de los elementos microscópicos del mismo

CE05 - Capacidad de análisis de problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia

CE06 - Capacidad de formular modelos matemáticos en términos de ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales)

CE07 - Saber construir modelos numéricos para fenómenos descritos por ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales) con diferentes condiciones iniciales o de contorno

CE08 - Capacidad de realizar análisis críticos de resultados experimentales, analíticos y numéricos

CE09 - Capacidad de búsqueda de bibliografía y fuentes de información especializadas. Manejo de las principales bases de datos de bibliografía científica y de patentes

CE10 - Conocimiento avanzado del estado actual y la evolución de un campo de investigación concreto

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

### **Objetivos generales**

\* Presentar al estudiante una visión general, rigurosa y actual de algunos de los procesos dinámicos más representativos (en particular, se estudiarán fenómenos en superficies, así como fenómenos de transporte de masa, carga y espín) en la Física de la Materia Condensada..

\* Ofrecer al estudiante los fundamentos físicos de algunas de las nuevas tecnologías (electrónica molecular, espintrónica, etc.).

### **Objetivos específicos:**

\* Exposición de la complejidad estructural de las superficies y nanoestructuras, así como un análisis somero de algunas técnicas de caracterización experimental de dichas estructuras.

\* Presentación de los fenómenos dinámicos más relevantes en superficies, incluyendo un análisis de los procesos de interacción superficie-medio externo.

\* Introducir al estudiante en el estudio microscópico de los procesos dinámicos, así como presentar los fundamentos físicos que explican los procesos de transporte cuántico de carga

y de espín en nanoestructuras.

\* Exponer el potencial tecnológico de los dispositivos basados en nanoestructuras, así como las perspectivas y los problemas abiertos.

#### **Destrezas:**

\* Habilidad para el análisis de los fenómenos físicos más característicos según las correspondientes escalas de tiempo y longitud.

\* Saber cómo relacionar distintos procesos superficiales con las técnicas experimentales más adecuadas para su caracterización.

\* Aplicar los principios básicos de la Mecánica Estadística clásica y la Mecánica Cuántica a procesos dinámicos en superficies y fluidos, así como al estudio de fenómenos de transporte en nanoestructuras.

\* Saber cómo recopilar información y documentación en la web, así como realizar búsquedas bibliográficas en la misma o en hemerotecas o bibliotecas.

#### **Competencias:**

\* Ser capaz de proponer modelos sencillos para el estudio de fenómenos complejos, entendiendo la diferencia conceptual entre modelización y simulación.

\* Capacidad de aprendizaje autónomo y de iniciación en nuevos campos de conocimiento.

\* Experiencia efectiva en el acceso a las fuentes de información relevantes para resolver un problema dado.

#### **Actitudes:**

\* Análisis crítico de resultados.

\* Exposición razonada de los resultados de un proyecto de investigación.

\* Capacidad de elección de las herramientas y de la estrategia adecuadas para abordar un proyecto concreto.

## **CONTENIDOS**

### **Tema 1. SUPERFICIES Y CATÁLISIS**

#### **Introducción general al tema**

En este tema se presenta una introducción a las principales propiedades asociadas a las fronteras de los sólidos tridimensionales: las superficies.

Se estudian la estructura y propiedades físico-químicas de las superficies sólidas, así como las propiedades electrónicas y vibracionales de las mismas y la aparición de modos localizados en la superficie. Se discutirán también los mecanismos físicos y químicos de absorción e intercambio de energía en las interacciones gas-sólido.

#### **Esquema**

*Superficies: conceptos básicos, estructura y composición superficial, crecimiento en superficies.*

Los objetivos son: conocer los conceptos básicos de lo que es y cómo se describe una superficie; entender los aspectos generales de cómo se enfoca el estudio estructural y la composición de la misma; describir los mecanismos de crecimiento superficial.

#### *Dinámica superficial de las redes cristalinas*

En esta segunda parte el objetivo es conocer someramente cómo se describen y calculan las propiedades asociadas al movimiento de la superficie, descritos por los *fonones* o modos normales de vibración superficial.

#### *Estructura electrónica de las superficies, interfases. Excitaciones electrónicas en superficies.*

En este apartado nuestro objetivo es estudiar las propiedades electrónicas de la superficie, tanto en lo que se refiere a cuál es su estructura en el estado estacionario como de sus excitaciones elementales.

#### *Interacción gas-sólido, interacciones intermoleculares, intercambios de energía*

En esta parte el objetivo es conocer las bases de las distintas interacciones que regulan muchos de los fenómenos dinámicos en los que intervienen la materia condensada.

#### *Adsorción, fisisorción y quimisorción. Difusión y activación.*

1. objetivo de este subtema es estudiar la dinámica de las partículas que se depositan sobre una superficie, discriminando los sistemas según sea la energía de interacción o enlace que presenten.

#### *Reacciones en las superficies. Catálisis heterogénea: significado e importancia. Modelo de Langmuir-Hinshelwood y sus parámetros. Otros modelos.*

Este apartado tiene como objetivo la descripción de la actividad catalítica de las superficies, sin entrar en un estudio teórico profundo. Los contenidos de este apartado son fundamentales para conocer las bases de los mecanismos microscópicos de la catálisis, con las implicaciones tanto fundamentales como aplicadas que conlleva.

### **Resultados de aprendizaje**

Una vez realizadas las actividades de aprendizaje previstas en este tema, los estudiantes:

- Habrán aprendido a describir las propiedades básicas que introduce la presencia de una superficie en un sistema cristalino, así como la estructura y composición de la misma.
- Entenderán los aspectos generales de los modos normales de vibración de la superficie.
- Entenderán los aspectos generales de la estructura electrónica superficial.
- Conocerán algunas de las interacciones que participan de manera decisiva en las propiedades de sistemas condensados.
- Serán capaces de distinguir los distintos tipos de enlace entre las partículas depositadas sobre una superficie y el propio sustrato, y el porqué se manifiestan propiedades físicas muy bien diferenciadas según el tipo de enlace entre superficie y partícula.
- Habrán entendido la importancia de la catálisis heterogénea como problema físico, así como el significado básico de sus posibles aplicaciones.



- Entenderán la motivación que subyace a las propuestas de aproximaciones que nos permiten construir modelos para la descripción básica de muchos problemas físicos.
- Habrán entendido la importancia de justificar debidamente cada una de esas aproximaciones intrínsecas a los modelos, con sus ventajas y sus inconvenientes.

### **Contextualización**

El tema es una introducción a uno de los campos de mayor importancia en la materia condensada. Presenta el estudio de las propiedades ligadas a un sistema (la superficie) que tiene una simetría menor que la de un sólido cristalino, y de cómo eso afecta tanto a los modos normales de vibración como a los electrónicos. Ese conocimiento se aplica a la estudio e interpretación de propiedades asociadas a la presencia de superficies, que resultan ser de mucho interés básico y aplicado.

### **Materiales para el estudio**

*El contenido básico de este tema está desarrollado en el capítulo 28 del libro de P. W. Atkins y J. de Paula. Un contenido más ampliado sería el texto completo de M.-C. Desjonqueres y D. Spanjaard. Un tratamiento alternativo se puede ver en los capítulos 1, 3, 5, 6 y 10 del texto de H. Lüth (4ª ed.). Por otra parte, los capítulos 2, 4, 5 y 7 del libro de Somorjai contienen mucha información experimental de interés. Se proporcionará a los estudiantes, a través del curso virtual de la asignatura, material complementario de este tema.*

### **Orientaciones concretas**

Es posible que los estudiantes no hayan cursado previamente estudios con contenidos que constituyen la base de esta asignatura. Estos estudiantes deberán hacer un esfuerzo para ponerse al día al menos en lo más básico de dichos contenidos, de manera que se recomienda que presten especial atención a las lagunas que piensen tienen en su formación previa.

## **Tema 2. PROCESOS MICROSCÓPICOS DE TRANSPORTE DE MASA Y CARGA**

### **Introducción general al tema**

El objetivo de este tema es el estudio de las principales propiedades asociadas a los procesos de transporte de masa y carga en los sistemas físico-químicos más habituales, todo ello a un nivel microscópico. Se tratan los movimientos de partículas en fluidos, la difusión, los procesos de crecimiento de las superficies y, finalmente, el caso de sistemas con partículas cargadas en disolución, los electrolitos.

### **Esquema**

*Movimientos en gases y líquidos. Dinámica browniana. Procesos de difusión. Ecuación de Einstein-Smoluchowski*

Yendo más allá de las aproximaciones más sencillas que se usan en la teoría cinética de los gases, el objetivo de esta primera parte es introducir los conceptos fundamentales del movimiento dentro de los fluidos, así como estudiar los fenómenos de difusión en fases

condensadas.

#### *Fenómenos de crecimiento y de transporte de partículas*

Este apartado tiene como objetivo estudiar cómo se producen los fenómenos de crecimiento superficial, describiendo las posibles etapas de los procesos de nucleación, así como los de transporte de partículas y/o calor.

#### *Propiedades generales de electrolitos en disolución. Teoría de Debye-Hückel y otras alternativas.*

En esta última parte analizaremos la actividad de los iones en disolución, estudiando el efecto que tiene en las propiedades físicas la fuerte interacción (colombiana) entre los iones de la disolución electrolítica. Se propondrán modelos para estimar las actividades iónicas, especialmente en el caso de disoluciones suficientemente diluidas.

#### **Resultados de aprendizaje**

Una vez realizadas las actividades de aprendizaje previstas en este tema, los estudiantes:

- Entenderán algunos de los modelos simples que describen de manera general la dinámica de muchos fenómenos cotidianos o de interés industrial en la materia condensada.
- Habrán comprendido que los procesos que describen la nucleación y el crecimiento cristalino son de índole muy general.
- Entenderán la interrelación entre los procesos microscópicos, que regulan por ejemplo la electrólisis, y los más generales del transporte clásico de carga y masa.
- Conocerán la importancia de hacer aproximaciones para la descripción básica (mediante modelos) de muchos de los problemas que estudia la física.
- Habrán entendido lo fundamental que resulta el justificar cada una de las distintas aproximaciones físicas que llevan a los modelos propuestos, con las ventajas que aportan y los inconvenientes que conllevan.

#### **Contextualización**

Este capítulo constituye una descripción *clásica* de temas básicos de la dinámica de la masa y la carga en la descripción de alguno de los fenómenos habituales de la física de la materia condensada. Constituye el fundamento del estudio del movimiento en fluidos, de los procesos electroquímicos, del crecimiento de las superficies, de la electrodeposición, etc., cuya aplicación a procesos científicos o industriales es muy conocida.

#### **Materiales para el estudio**

*El material básico de este tema lo constituyen los capítulos 10 y 24 del libro de P. W. Atkins y J. de Paula. También se les proporcionará a los estudiantes, a través del Curso virtual de la asignatura, material complementario.*

#### **Orientaciones concretas**

*Aunque el tema trate los procesos de transporte de masa y carga en los sistemas físico-químicos más habituales de una manera esencialmente sencilla, conviene recordar que en los distintos apartados se tratan contenidos teóricos con una muy estrecha relación con*

*aplicaciones prácticas.*

### TEMA 3: TRANSPORTE ELECTRÓNICO EN NANOESTRUCTURAS

#### **Introducción general al tema**

Las nanoestructuras tienen un tamaño intermedio entre el tamaño típico de las moléculas (o la distancia interatómica en los sólidos) y las distancias microscópicas. Estas estructuras aportan propiedades que permiten diseñar dispositivos de mucha aplicación en la industria. Este tema es una introducción a dicho campo, y en él se presentan y discuten algunas de las principales propiedades de ese tipo de sistemas físicos.

#### **Esquema**

*Conceptos básicos. Nanoestructuras: caracterización y descripción*

*En esta parte introduciremos los aspectos más relevantes de las nanoestructuras y de las nuevas propiedades que presentan. Se hará también una descripción de las propiedades básicas de los sistemas cuánticos confinados.*

*Transporte electrónico en nanoestructuras*

Los objetivos de esta parte son: introducir una descripción semiclásica del transporte de carga en los sistemas cuánticos confinados; conocer los conceptos mecanocuánticos básicos del flujo, la reflexión y la transmisión.

*Espintrónica*

En este apartado analizaremos cómo pueden controlarse y manipularse los grados de libertad de espín en sistemas de estado sólido. Se estudiarán los principios físicos subyacentes a la creación de polarización en portadores de espín, la dinámica del espín y el transporte de espín. Nótese que este transporte de espín difiere del transporte de carga en que el espín no se conserva en los sólidos.

*Perspectivas en Nanotecnología*

Para finalizar, describiremos algunos temas de investigación actuales en campos muy activos en nuestros días (nanotecnología, diseño de nuevos materiales, etc.). Los contenidos serán descriptivos, pero permitirán enmarcar el temario de la asignatura en aplicaciones prácticas actuales y líneas de investigación vigentes.

#### **Resultados de aprendizaje**

Una vez realizadas las actividades de aprendizaje previstas en este los estudiantes:

- Habrán comprendido los conceptos básicos de las nuevas propiedades físicas que aportan las nanoestructuras.
- Entenderán, tanto desde un punto de vista semiclásico como desde una descripción cuántica básica, la descripción teórica de los mecanismos de transporte en este tipo de sistemas.
- Conocerán cómo pueden utilizarse los grados de libertad de espín en sistemas de estado sólido para la polarización de portadores, así como de la dinámica y el transporte del espín.

- Habrán comprendido algunos conceptos básicos que aparecen en sistemas físicos de mucho interés (nanotecnología, diseño de nuevos materiales, etc.).
- Entenderán la importancia de aproximar la descripción física de un problema para poder proponer los modelos que se utilizan.
- Conocerán cuáles son los pasos para justificar adecuadamente cada una de esas aproximaciones físicas que llevan a los modelos.
- Entenderán la importancia de la asignatura para conocer algunos sistemas físicos que son de máxima actualidad.

### **Contextualización**

La introducción que se presenta en este tema permitirá acercarse a muchas de las líneas punteras y de interés en la investigación actual (nanotecnología, diseño de nuevos materiales, etc.). Aunque se ha procurado proponer un nivel no muy elevado, parte de las descripciones que se ofrecen son de suficiente detalle como para que sirvan como escalón inicial para entender aplicaciones y temas de investigación muy en boga.

### **Materiales para el estudio**

El material básico se proporcionará a los estudiantes en el Curso virtual, incluyendo sugerencias de una serie de lecturas de artículos científicos y de revisión. Como material complementarios puede consultarse el libro de D. Ferry y S. M. Goodnick (capítulos 1, 2 y 3). Una buena revisión de la espintrónica puede verse en el artículo *Review of Modern Physics*, vol. **76**, págs. 323-410 (2004).

*Para el apartado final, dado el enfoque más divulgativo, se darán referencias adecuadas a lo largo del curso, y según el interés de los estudiantes.*

### **Orientaciones concretas**

*Dado que se quiere que los conocimientos acerquen al estudiante, según sus intereses, al mundo de las aplicaciones tecnológicas o a temas punteros de investigación, se darán referencias de artículos de revisión recientes en cada apartado, buscando cubrir de una manera más completa algunos de esos temas de investigación actuales que pudieran ser de su interés particular.*

## **METODOLOGÍA**

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia, donde tiene gran importancia el aprendizaje autónomo de los estudiantes, y utiliza el Curso virtual implementado en la “plataforma aLF” dentro de la web de la UNED. Dentro de este curso virtual, los estudiantes dispondrán de:

- 1.- La información general de la asignatura, donde se establece el orden temporal de actividades y prácticas.
- 2.- Material didáctico específico de la asignatura.
- 3.- Enlaces a material bibliográfico complementario.
- 4.- Herramientas de comunicación: foros de debate, correo electrónico y plataforma de

entrega de los informes de los trabajos prácticos.

En la asignatura se recomienda una bibliografía básica que cubre todo el programa. Asimismo los estudiantes dispondrán, a través del Curso virtual de esta asignatura, de materiales de apoyo suministrados por el equipo docente (material complementario, material específico para alguno de los temas del programa, etc.). Siguiendo el esquema temporal de la asignatura, el estudiante abordará el estudio autónomo de los contenidos teóricos de cada uno de los temas.

El curso se completa con la realización a lo largo del mismo de tres trabajos prácticos. En estos trabajos prácticos se aplicarán los conocimientos teóricos adquiridos a casos y problemas específicos.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad No

Descripción

La asignatura se califica mediante la realización de tareas

Criterios de evaluación

No existen pruebas presenciales y ejercicios de autoevaluación. La asignatura se califica mediante tres tareas de desarrollo.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si,PEC no presencial

Descripción

**Tarea 1** - En este trabajo práctico se debe hacer un pequeño estudio acerca de la difracción de átomos de deuterio por la superficie (100) de un cristal de F Na.

**Tarea 2** - Esta tarea es un trabajo consistente en la resolución de varios problemas relacionados con el tema. Los estudiantes pueden realizarlos de manera bastante directa con sólo la ayuda del texto-base de Atkins y de Paula.

**Tarea 3** - El tercer trabajo práctico es un trabajo de desarrollo bibliográfico, que debe llevarse a cabo utilizando como base la bibliografía que acompañamos a las propuestas en las que se debe enmarcar dicho trabajo.

Criterios de evaluación

Cada una de las tareas tiene un peso aproximado de un 30% en la calificación final y el 10% restante corresponde a calificación de conjunto en función del aprovechamiento de la asignatura o participación activa en los foros.

**Los trabajos estarán sometidos a un proceso de revisión por parte del Equipo Docente.**

**Trabajos obligatorios: Se evaluará la resolución correcta de las prácticas o ejercicios, así como la exposición clara y estructurada de los mismos. También se tendrá muy en cuenta la correcta representación de los datos en gráficas y tablas.**

Ponderación de la PEC en la nota final      Tarea 1(30%)+Tarea 2(30%)+Tarea 3(30%)+Conjunto/Participación(10%)=100%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

Las Tareas se desarrollarán a lo largo del cuatrimestre con las siguientes fechas aproximadas de entrega:

**Tarea 1: 31 de marzo.**

**Tarea 2: 15 de mayo.**

**Tarea 3: 15 de junio.**

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?      Si,no presencial

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Los textos básicos para preparar la asignatura son los siguientes:

-- **H. Lüth, *Surfaces and interfaces of Solid Materials*, 3ª ed. (Springer, 1995)**

o

**H. Lüth, *Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films*, 4ª ed. (Springer, 2001, ISBN: 978-3-540-42331-7).**

-- Cualquiera de las ediciones recientes (en español o en inglés) del libro de Atkins, a saber:

**P. W. Atkins, J. de Paula, *Química Física*, 8ª edición (Editorial Médica Panamericana,**

2008, ISBN: 978-950-06-1248-7), traducción de la 8ª edición en inglés (P. W. Atkins, J. de Paula, *Physical Chemistry*, 8th edition, Oxford University Press, 2006, ISBN: 978-0716787594).

**P. W. Atkins, J. de Paula, *Physical Chemistry***, 9ª edición en inglés, Oxford University Press, 2009, ISBN: 978-0-19-954337-3).

-- **D. Ferry, S. M. Goodnick, J. Bird. *Transport in Nanostructures*** (Cambridge, 2 edition, 2009, ISBN: 978-05218774801997).

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Para utilizar como alternativa o complementariamente a la bibliografía básica, pueden consultarse los textos siguientes:

- **M. Born y K. Huang, *Dynamical theory of crystal lattices*** (Oxford University Press, 1988, ISBN: 978-0192670083).

- **A. Liebsch, *Electronic excitations at metal surfaces*** (Plenum Press, 1997, ISBN: 978-0306455452).

- **G. A. Somorjai, *Introduction to surface chemistry and catalysis*** (Wiley, 1994). ISBN: 978-0471031925

- **C. Chorkendorff, J. W. Niemantsverdriet, *Concepts of Modern Catalysis and Kinetics*** (Wiley-VCH, 2003, ISBN: 978-3527305742).

- **R. S. Berry, S. A. Rice, J. Roos *Physical Chemistry*** 2nd edition (Wiley, 2000, ISBN: 978-0195105896)

- **T. Engel, P. Reid, *Química Física*** (Pearson Educación, 2006, ISBN: 978-8478290772).

- **I. N. Levine, *Fisicoquímica***, 5ª Ed. (McGraw Hill, 2004, dos volúmenes, ISBN: 978-8448198336 y 978-8448137878).

Para repasar conocimientos de ***Física del estado sólido*** se pueden consultar los textos:

- **N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Solid State Physics*** (Brooks/Cole, 1976, ISBN(13): 978-0030839931)

- **Ch. Kittel, *Introducción a la Física del Estado Sólido*** 3ª edición española (Reverté, 2008, ISBN: 978-8429143171).

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Se pondrá a disposición de los estudiantes, en el curso virtual de la asignatura, material de apoyo para el estudio de la asignatura (material complementario, material específico para alguno de los temas del programa, etc.)

En el Curso virtual se debe hacer uso de los Foros para las dudas y comentarios sobre los contenidos y las tareas del curso, y se valorará muy positivamente la participación activa de

los estudiantes en ellos.

También se propondrán en el curso virtual las tres tareas que los estudiantes deberán realizar a lo largo del curso.

---

## **IGUALDAD DE GÉNERO**

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.