Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Astrofísica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Teoría Cuántica de la Materia Condensada
(2023 - 2024)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Teoría Cuántica de la Materia Condensada	Código: 275461234

- Centro: **Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado**
- Lugar de impartición: **Facultad de Ciencias. Sección de Física**
- Titulación: **Máster Universitario en Astrofísica**
- Plan de Estudios: **2013 (Publicado en 2014-02-11)**
- Rama de conocimiento: **Ciencias**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Física
- Área/s de conocimiento:
  Física Aplicada
- Curso: **1**
- Carácter: **Optativo**
- Duración: **Segundo cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano e inglés**

2. Requisitos de matrícula y calificación

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: FERNANDO DELGADO ACOSTA

- Grupo:

General
- Nombre: **FERNANDO**
- Apellido: **DELGADO ACOSTA**
- Departamento: **Física**
- Área de conocimiento: **Física Aplicada**

Contacto
- Teléfono 1: **922316502 (Ext 6452)**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **fdelgadoa@ull.es**
- Correo alternativo: **fernando.delgado@ull.edu.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta
Todo el cuatrimestre		Viernes	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	13:00	Edificio Calabaza-Aulas - AN.2C	Edificio Calabaza, 2º planta
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta
Todo el cuatrimestre		Viernes	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	13:00	Edificio Calabaza-Aulas - AN.2C	Edificio Calabaza, 2º planta
Observaciones:						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:
Perfil profesional:

5. Competencias

Competencia Específicas

CE6 - Comprender la estructura de la materia siendo capaz de solucionar problemas relacionados con la interacción entre la materia y la radiación en diferentes rangos de energía
CE11 - Saber utilizar la instrumentación astrofísica actual (tanto en observatorios terrestres como espaciales) especialmente

aquélla que usa la tecnología más innovadora y conocer los fundamentos de la tecnología utilizada

Competencias Generales

CG1 - Conocer las técnicas matemáticas y numéricas avanzadas que permitan la aplicación de la Física y de la Astrofísica a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos

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

Exclusiva de la Especialidad de Estructura de la Materia

CX13 - Comprender en profundidad las teorías básicas que explican la estructura de la materia y las colisiones así como del estado de la materia en condiciones extremas
CX14 - Comprender la interrelación entre átomos moléculas y radiación y las herramientas de diagnóstico del estado de la materia a partir del espectro
CX16 - Comprender los mecanismos de propagación de ondas electromagnéticas y la dinámica de las partículas cargadas

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: Fernando Delgado Acosta
- Temas:

1. Simetría en cristales. Teoría de sólidos cristalinos.
    1. Aproximación de Born-Oppenheimer. Hamiltoniano iónico y electrónico.
    2. Vibraciones en la red. Técnicas experimentales para investigar el espectro de vibraciones.
    3. Electrones en una red: electrones no interactuantes en una red periódica.
        1. Electrones en una red periódica y la condición de Bragg-Laue.
        2. Aproximación de electrones localizados: modelos "*tight-binding*".
        3. Teorema de Bloch: masa efectiva, velocidad de los electrones.
        4. Teoría de bandas: llenado de bandas, clasificación de los materiales.
    4. Electrones interactuantes
        1. Segunda cuantización: operadores de campo fermiónicos y bosónicos.
        2. Aproximaciones de campo medio. Hartree, Hartree-Fock. Canje y correlación. Teoría del funcional de la densidad.
        3. Teoría de respuesta lineal. Función dieléctrica y susceptibilidad magnética.
2. Transporte.
    1. Transporte semiclásico: ecuación de Boltzman. Conductividad y conducción de calor.
    2. Ondas electromagnéticas en campos magnéticos elevados.
    3. Transporte cuántico. Transporte balístico. Fórmula de Landauer y cuantización de la conductancia. Tuneleo y régimen de *Coulomb blockage*.
3. Propiedades ópticas
    1. Revisión de relaciones fundamentales para fenómenos ópticos.
    2. Contribución de cargas libres. Plasmones. Transiciones interbanda.
    3. Absorción de luz en sólidos. Impurezas. Luminiscencia y fotoconductividad.

Prácticas preferentemente de aplicación en materiales de interés geofísico o astrofísico, aunque inicialmente se usarán sistemas simples como modelo para, en un tiempo razonable, obtener resultados. Se insistirá en la elección del caso a estudio, su estado actual y establecimiento de objetivos viables acordes a los conocimientos y medios disponibles.

Actividades a desarrollar en otro idioma

Seminarios, clases de apoyo y videotutoriales en inglés como apoyo a la enseñanza de la asignatura. Se podrán exponer en inglés los trabajos realizados.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

La asignatura se divide aproximadamente en un 40% de actividades presenciales y un 60% de trabajo autónomo.
De las actividades presenciales, el 50% corresponde a clases magistrales, el 25% corresponde a clases prácticas en el aula y el 25% corresponde a tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.
El alumnado dispondrá de 85 horas de trabajo autónomo para realizar las actividades previstas, que incluyen la asistencia de forma individual a las tutorías del profesor.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	40,00	0,00	40,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB7], [CG1], [CE11], [CE6]
Clases prácticas (aula/ laboratorio/centro de calculo/observatorio)	20,00	0,00	20,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG1], [CE11], [CE6]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	8,00	8,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG1], [CE11], [CE6]
Asistencia a tutorías	5,00	0,00	5,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG1], [CE11], [CE6]
Estudio/preparación de Clases	0,00	77,00	77,0	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG1], [CE11], [CE6]
Total horas	65,00	85,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

STEVEN M. GIRVIN, KUN YANG, *Modern Condensed Matter Physics* -Cambridge University Press (2019)
YURI M. GALPERIN, *Introduction to Modern Solid State Physics*. CreateSpace Independent Publishing Platform (2014)

M. DRESSELHAUS, G. DRESSELHAUS, S.B. CRONIN, A. GOMEZ-SOUZA FILHO, Solid State Properties: from bulk to nano. Springer (2018)

Bibliografía Complementaria

Durante el curso, el alumnado manejará artículos de investigación publicados en revistas relevantes en el campo. También se manejarán artículos de revisión de los métodos y sus aplicaciones. Los artículos serán facilitados por el profesor a lo largo del curso.
Electronic structure calculations for solids and molecules, J. Kohanoff, Cambridge University Press, 2006.
Many-Particle Physics (Physics of Solids and Liquids), G. D. Mahan, Springer Verlag 2000.
· Ab Initio Molecular Dynamics: Basic Theory and Advanced Methods, Dominik Marx, Jürg Hutter, Cambridge University Press, 2009
· Quantum theory of solid state: An introduction, L. Kantarovich, Springer, 2004.

Otros Recursos

Se utilizarán tutoriales y soporte de cursos relacionados con la materia, preferentemente en inglés. También se usarán conferencias en inglés grabadas por expertos en el campo para fomentar la discusión y reforzar el aprendizaje.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

Las estrategias de evaluación seguidas en la asignatura siguen el Reglamento de Evaluación y Calificación (REC) de la Universidad de La Laguna. La evaluación será preferentemente continuada y formativa dentro de lo establecido en el REC y en el marco de los criterios generales de la Universidad de La Laguna. El alumno debe decir, a través del aula virtual y antes del mes de empezado el cuatrimestre, si desea renunciar a la evaluación continua. El alumno que se presente a pruebas de continua cuya suma compute al menos un 50% de la nota de continua, se considedará que agota la convocatoria.

EVALUACIÓN CONTINUA:
Se realizarán las siguientes pruebas de evaluación continua, incluyendo la ponderación correspondiente en la puntuación final:

1. Entrega de problemas y actividades prácticas de clase (50%)
2. Prueba escrita de seguimiento a mitad de curso (20%).
3. Prueba oral de exposición al final del curso (30%)

Para poder realizar la media ponderada de los tres bloques anteriores se requerirá una nota mínima de 3.5 puntos (sobre 10) en la prueba oral final.

Los alumnos que no hubiesen aprobado la asignatura en evaluación continua podrán recuperar las competencias no superadas en una prueba final escrita en la fecha establecida para la primera convocatoria en la Web del Máster Universitario en Astrofísica (Calendario exámenes 2023-2024). Esta prueba permitirá:

- recuperar las competencias evaluadas en el punto 3, permitiendo realizar la media ponderada.
- superar la asignatura recuperando los puntos 1-3, siempre que la nota resultante sea igual o superior a 5 (sobre 10).

Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno se presente a la prueba final escrita en cualquiera de las dos convocatorias. En caso contrario se considerará "No presentado". En la segunda convocatoria se mantendrá la modalidad de evaluación continua con idénticas condiciones.

EVALUACIÓN ÚNICA:
Tal y como establece el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna en su artículo 5.4, el alumnado podrá optar a la evaluación única comunicándolo al coordinador de la asignatura a través del procedimiento habilitado en el aula virtual de la asignatura en el plazo de un mes a partir del inicio del cuatrimestre correspondiente. La evaluación única consistirá en la realización de un examen final escrito. La prueba final será en las semanas 16-18 en la fecha establecida en la Web del Máster Universitario en Astrofísica (Calendario exámenes 2023-2024). La calificación de la evalución única corresponderá a la puntuación del examen final. Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno se presente al examen final. En caso contrario se considerará "No presentado".

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CX16], [CX14], [CX13], [CB7], [CG1], [CE11], [CE6]	Se harán cuestiones y se propondrán aspectos a discutir valorando la capacidad de comprensión y de respuesta.	5,00 %

Pruebas de desarrollo	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG1], [CE11], [CE6]	La evaluación de la asignatura se hará en base a la calificación obtenida en el examen, de carácter obligatorio, que se realice en las convocatorias oficiales al finalizar el cuatrimestre y a la evaluación continua.	80,00 %
Trabajos y proyectos	[CX16], [CX14], [CX13], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG1], [CE11], [CE6]	Se propondrán trabajos prácticos en los que se evaluará el análisis del estado actual, la definición y consecución de objetivos, los resultados y su discusión, y la presentacion.	5,00 %
Informes memorias de prácticas	[CB7], [CG1], [CE11], [CE6]	Se valorará la redacción y presentación de los informes de los trabajos realizados siguiendo un modelo clásico de presentación científica.	5,00 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB7], [CG1], [CE11], [CE6]	Se valorará el seguimiento de la asignatura mediante la resolución de las cuestiones y problemas propuestos en clase y resueltos por el alumnado, bien en clase o entregados en plazo al profesor de la asignatura.	5,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Esta asignatura intenta llevar al alumno de máster a conseguir un buen grado de madurez en la combinación de conceptos básicos de física de la materia condensada para entender el comportamiento y propiedades de los materiales con énfasis en sus propiedades en condiciones extremas, resaltando las aplicaciones y consecuencias en geofísica y astrofísica. La asignatura refuerza y combina los conocimientos previos adquiridos por los alumnos en la Licenciatura (o Máster) en asignaturas más generales, centrándose en la teoría cuántica de muchos cuerpos en física de sólidos y materiales, lo que la convierte en una asignatura apropiada como formación básica a nivel de máster.

Se pretende obtener una buena formacion del uso de métodos mecanocuánticos en el estudio de la materia condensada con énfasis en su potencial utilidad en geofísica y astrofísica.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

Distribución del contenido de la asignatura a lo largo de las 15 semanas en las que tienen lugar las clases y las actividades que se programen. A lo largo de estas 15 semanas se llevará a cabo la evaluación continua de la asignatura. El examen final se realizará entre las semanas 16-18, en las fechas establecidas para las convocatorias oficiales. El cronograma que se indica tiene carácter orientativo y está sujeto a variaciones en función del desarrollo de la materia y del calendario académico.

Segundo cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	5.00	9.00
Semana 2:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	5.00	5.00	10.00
Semana 4:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	2.00	5.00	7.00
Semana 5:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	5.00	5.00	10.00
Semana 6:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	5.00	5.00	10.00
Semana 7:	1	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	5.00	6.00	11.00
Semana 8:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	5.00	6.00	11.00
Semana 9:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	6.00	10.00

Semana 13:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	4.00	6.00	10.00
Semana 14:	2	Clases magistrales, clases prácticas en el aula, tutorías en grupos reducidos con evaluación continua	3.00	5.00	8.00
Semana 15:	2	Presentación de trabajos y exposiciones	3.00	5.00	8.00
Semana 16 a 18:	2	Presentación de trabajos, preparación de exámenes, realización de exámenes y revisiones	4.00	3.00	7.00
		Total	65.00	85.00	150.00