

Facultad de Ciencias

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G68 - Mecánica Cuántica

Doble Grado en Física y Matemáticas  
Optativa. Curso 5

Grado en Física  
Optativa. Curso 4

Curso Académico 2021-2022

### 1. DATOS IDENTIFICATIVOS

Título/s	Doble Grado en Física y Matemáticas Grado en Física		Tipología y Curso	Optativa. Curso 5 Optativa. Curso 4
Centro	Facultad de Ciencias			
Módulo / materia	MATERIA MECÁNICA CUÁNTICA MENCIÓN EN FÍSICA FUNDAMENTAL			
Código y denominación	G68 - Mecánica Cuántica			
Créditos ECTS	6	Cuatrimestre	Cuatrimestral (1)	
Web				
Idioma de impartición	Español	English friendly	Sí	Forma de impartición Presencial

Departamento	DPTO. FISICA MODERNA
Profesor responsable	DIEGO SANTIAGO PAZO BUENO
E-mail	diego.pazo@unican.es
Número despacho	IFCA - Edificio Juan Jordá. Planta: + 0. DESPACHO (006)
Otros profesores	PABLO MARTINEZ RUIZ DEL ARBOL

### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

**MATEMÁTICAS:** Todos los contenidos estudiados en las asignaturas de matemáticas de la carrera son imprescindibles, destacando, de forma específica, los espacios vectoriales complejos, las aplicaciones lineales y la diagonalización de matrices.

**FÍSICA:** Se suponen conocidos los nuevos conceptos y principios básicos que introduce la mecánica cuántica. Por tanto son imprescindibles los conocimientos adquiridos en la asignatura de Física Cuántica y Estructura de la Materia I: Fundamentos de la Física Cuántica y muy recomendables los correspondientes al resto de las asignaturas de Física Cuántica y Estructura de la Materia. También facilitará el seguimiento de la materia el manejo de los conceptos y herramientas estudiados en la asignatura de Mecánica Clásica y Relatividad, así como los relacionados con el Electromagnetismo.

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

#### Competencias Genéricas

(Conocimiento): que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

(Aplicación): que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

(Comunicación): que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

(Aprendizaje): que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

#### Competencias Específicas

(Conocimiento): conocer y comprender los fenómenos físicos, las teorías, leyes y modelos que los rigen, incluyendo su dominio de aplicación y su formulación en lenguaje matemático.

(Aplicación): saber utilizar los métodos matemáticos, analíticos y numéricos básicos, para la descripción del mundo físico, incluyendo en particular la elaboración de teorías y modelos y el planteamiento de medidas experimentales.

(Aprendizaje): saber acceder a la información necesaria para abordar un trabajo o estudio utilizando las fuentes adecuadas, incluyendo literatura científico-técnica en inglés, y otros recursos on-line. Planificar y documentar adecuadamente esta tarea.

(Análisis): Entender el papel del método científico en la discusión de teorías y modelos, y ser capaz de plantear y realizar un experimento específico, analizando los resultados del mismo con la precisión requerida.

#### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Manejar con soltura el formalismo básico (en particular en la notación de Dirac): operadores, bases, representaciones
- Obtener la evolución temporal en sistemas sencillos
- Calcular valores medios y elementos de matriz de magnitudes físicas
- Obtener las probabilidades para los posibles resultados de una medida
- Comprender el concepto de momento angular y saber manejar sus propiedades algebraicas para calcular cantidades físicas
- Entender la estructura de estados de partículas con espín
- Saber usar los armónicos esféricos para expresar funciones angulares
- Aprender a resolver problemas con potenciales centrales, planteando la ecuación radial
- Saber construir estados correctos para sistemas de partículas idénticas, con el uso de los operadores de permutación
- Utilizar correctamente el método aproximado adecuado al sistema físico en estudio

#### 4. OBJETIVOS

Adquirir las nociones básicas del formalismo matemático de la Mecánica Cuántica
Profundizar en la comprensión de la evolución temporal de los sistemas cuánticos
Desarrollar las técnicas necesarias para aplicar la Mecánica Cuántica a sistemas sencillos (especialmente métodos aproximados)
Conocer las propiedades del momento angular
Aprender a trabajar con partículas con spin
Conocer el tratamiento de dos cuerpos en interacción con un potencial central
Entender la indistinguibilidad de las partículas idénticas y sus consecuencias
Iniciarse en el uso de métodos aproximados para resolver problemas.

#### 5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES

ACTIVIDADES	HORAS DE LA ASIGNATURA
<b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>	
<b>HORAS DE CLASE (A)</b>	
- Teoría (TE)	32
- Prácticas en Aula (PA)	28
- Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)	
- Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)	
- Prácticas Clínicas (CL)	
Subtotal horas de clase	60
<b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>	
- Tutorías (TU)	15
- Evaluación (EV)	6
Subtotal actividades de seguimiento	21
<b>Total actividades presenciales (A+B)</b>	<b>81</b>
<b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>	
Trabajo en grupo (TG)	6
Trabajo autónomo (TA)	63
Tutorías No Presenciales (TU-NP)	
Evaluación No Presencial (EV-NP)	
<b>Total actividades no presenciales</b>	<b>69</b>
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>150</b>

**6. ORGANIZACIÓN DOCENTE**

CONTENIDOS		TE	PA	PLE	PLO	CL	TU	EV	TG	TA	TU- NP	EV- NP	Semana
1	PRINCIPIOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA	19,00	16,00	0,00	0,00	0,00	8,00	3,00	3,00	37,00	0,00	0,00	1-9
1.1	REVISIÓN DE LA MECÁNICA ONDULATORIA: La función de onda y su interpretación. El paquete de ondas. La partícula libre. Sistemas unidimensionales: propiedades generales; potenciales con deltas de Dirac.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1-3
1.2	FORMALISMO DE DIRAC: Espacio vectorial, producto escalar, operadores, bases,...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
1.3	POSTULADOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA: Enunciado y análisis de los postulados.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
1.4	OBSERVABLES: Observables compatibles. Conjunto completo de observables compatibles. Relación de Incertidumbre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
1.5	EVOLUCIÓN TEMPORAL. LA ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER: Estados estacionarios. Teorema de Ehrenfest. Relación de indeterminación energía-tiempo.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7
1.6	EL OSCILADOR ARMÓNICO: Operadores de creación, destrucción y número. Método algebraico para el cálculo de los estados estacionarios.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,9
2	MISCELÁNEA	13,00	12,00	0,00	0,00	0,00	7,00	3,00	3,00	26,00	0,00	0,00	10-15
2.1	TEORÍA PERTURBACIONES: perturbaciones estacionarias (niveles no degenerados)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
2.2	EL MOMENTO ANGULAR EN MECÁNICA CUÁNTICA: Valores y vectores propios. Momento angular orbital. Armónicos esféricos.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,12
2.3	EL ESPÍN: Espacio de estados. Partícula en presencia del campo electromagnético.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12
2.4	COMPOSICIÓN DE MOMENTOS ANGULARES: Producto tensorial. Coeficientes de Clebsch-Gordan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13
2.5	PARTÍCULAS IDÉNTICAS: Indistinguibilidad y Mecánica Cuántica. Postulado de simetrización. Teorema de conexión espín-estadística. Principio de exclusión de Pauli.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,15
2.6	POTENCIALES CENTRALES: Problema de dos cuerpos. Separación de la ecuación de Schrödinger. Ecuación radial.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>32,00</b>	<b>28,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>15,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>63,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

Esta organización tiene carácter orientativo.

Ante la situación incierta de que las medidas de distanciamiento social establecidas por las autoridades sanitarias no permitan desarrollar alguna actividad docente de forma presencial en el aula para todos los estudiantes matriculados, se adoptará una modalidad mixta de docencia que combine esta docencia presencial en el aula con docencia a distancia. De la misma manera, la tutorización podrá ser sustituida por tutorización a distancia utilizando medios telemáticos.

TE	Horas de teoría
PA	Horas de prácticas en aula
PLE	Horas de prácticas de laboratorio experimental
PLO	Horas de prácticas de laboratorio en ordenador
CL	Horas de prácticas clínicas
TU	Horas de tutoría
EV	Horas de evaluación
TG	Horas de trabajo en grupo
TA	Horas de trabajo autónomo
TU-NP	Tutorías No Presenciales
EV-NP	Evaluación No Presencial

**7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN**

Descripción	Tipología	Eval. Final	Recuper.	%
Examen del primer bloque	Examen escrito	No	Sí	50,00
Calif. mínima	3,00			
Duración	2,5 horas			
Fecha realización	Al término del primer bloque			
Condiciones recuperación	En el examen final			
Observaciones				
Examen del segundo bloque	Examen escrito	No	Sí	50,00
Calif. mínima	3,00			
Duración	2,5 horas			
Fecha realización	Hacia el final del cuatrimestre			
Condiciones recuperación	En el examen final			
Observaciones				
Examen final de cada bloque por separado	Examen escrito	Sí	No	0,00
Calif. mínima	0,00			
Duración	2,5 + 2,5 horas			
Fecha realización	Fijada por el decanato			
Condiciones recuperación				
Observaciones	Examen para subir la nota de los parciales o recuperar.			

**TOTAL** 100,00

**Observaciones**

En los exámenes el alumno podrá hacer uso de un formulario proporcionado por el profesor.

La nota se obtiene haciendo la media de las calificaciones del primer y del segundo bloque. Para aprobar es obligatorio que la calificación de cada bloque sea mayor o igual a tres. Sobre la media de los bloques, la nota final podrá subir un máximo de un punto mediante la entrega de problemas propuestos por los profesores a lo largo del curso, así como con la participación en clase.

Los dos exámenes parciales realizados durante el curso asignan una nota a cada bloque. Aparte, en el examen final puede recuperarse o subir nota de cada bloque por separado. Para calcular la calificación global de la asignatura se toma de cada bloque la nota más alta entre el parcial y la parte del final correspondientes.

=====

En caso de ser imposible la evaluación presencial se realizará la evaluación a distancia. En función del número de alumnos podría optarse por un examen de tipo oral.

=====

La evaluación en la convocatoria extraordinaria constará de un único examen.

Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial

Los alumnos a tiempo parcial deberán realizar un trabajo y entregar problemas resueltos a lo largo del cuatrimestre siguiendo las indicaciones del profesor. Esto constituirá el 30% de la nota final, siendo el 70% restante el resultado de un examen global de la asignatura que se realizará al final del cuatrimestre. Las mismas condiciones se aplicarán en el examen de septiembre, en caso de suspender el examen del cuatrimestre. En esta situación, tanto el trabajo como los ejercicios pueden ser rehechos por el alumno. También, de acuerdo con el profesor, el alumno puede entregar otros ejercicios diferentes de los realizados a lo largo del cuatrimestre.

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

BÁSICA
Apuntes proporcionados por los profesores.
C. Cohen-Tanoudji, B. Diu, F. Lalöe, Quantum Mechanics (vol. 1 y 2) Ed. Wiley
N. Zettili, Quantum Mechanics. Concepts and Applications. Ed. Wiley
Complementaria
F.J. Yndurain, Mecánica Cuántica, Ed Alianza Universidad Textos
R.W. Robinet, Quantum Mechanics, Ed Oxford University Press
A. Galindo, P. Pascual. Mecánica Cuántica. Ed. Alhambra y Eudema Universidad
A. Messiah. Mecánica Cuántica. (2 vol.) Ed. Tecnos
J. Singh. Quantum mechanics : fundamentals and applications to technology. Ed. John Wiley&Sons
F. Constantinescu, E. Magyari. Problems in Quantum Mechanics. Ed. Pergamon
S. Flugge. Practical Quantum mechanics. Ed. Springer-Verlag
A. Galindo, P.Pascual. Problemas de Mecánica Cuántica. Ed. Eudema
Siegmund Brandt, Hans Dieter Dahmen and T. Stroth. Interactive Quantum Mechanics: Quantum Experiments on the Computer. Springer, 2003
E. Merzbacher. Quantum Mechanics. Ed. Wiley

## 9. SOFTWARE

PROGRAMA / APLICACIÓN	CENTRO	PLANTA	SALA	HORARIO

## 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita                       Comprensión oral  
 Expresión escrita                               Expresión oral  
 Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

### Observaciones