

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	34271
Nombre	Mecánica Cuántica Avanzada
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2022 - 2023

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1105 - Grado en Física	Facultad de Física	4	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
1105 - Grado en Física	16 - Complementos de Física	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
MOLINA PERALTA, RAQUEL	185 - Física Teórica

RESUMEN

Esta asignatura optativa sirve de complemento a la Mecánica Cuántica, asignatura obligatoria de cuarto curso en el Grado en Física en la Universidad de Valencia. En cuanto a su contenido específico se comienza con un breve repaso de espacios de Hilbert antes de la introducción del concepto de simetría en mecánica cuántica. Se consideran simetrías continuas (traslaciones, rotaciones) y discretas (paridad, inversión temporal). A continuación se desarrolla la teoría de la dispersión introduciendo el concepto de sección eficaz en mecánica cuántica; se estudia la aproximación de Born. Se analiza el comportamiento de partículas cargadas no relativistas en campos electromagnéticos externos, y finalmente se proporciona una introducción a la computación cuántica.

Relación con asignaturas anteriores: La asignatura se plantea como una continuación de la asignatura Mecánica Cuántica de 4º curso que, a su vez complementa los cursos de Física Cuántica I y II de 3º. Aparte de esta relación cabe mencionar su relación formal con la asignatura de Mecánica Clásica. Asimismo es de gran importancia el bagaje matemático adquirido en Métodos Matemáticos sobre espacios vectoriales, álgebra de matrices y diagonalización.



Relación con asignaturas posteriores: Son muchas las materias de Física que utilizan los conocimientos de Mecánica Cuántica y de Mecánica Cuántica Avanzada: Estado Sólido, Óptica Cuántica, Física Nuclear y de Partículas y Teoría Cuántica de Campos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Matemáticas:

1. Espacios de Hilbert.
2. Operadores lineales.
3. Matrices y determinantes.
4. Diagonalización de operadores lineales y matrices.
5. Transformadas de Fourier.
6. Delta de Dirac.

Física:

1. Postulados de la Mecánica Cuántica.
2. Simetrías en Mecánica Clásica.
3. Teoría Clásica de la Dispersión.
4. Partícula clásica cargada en un campo electromagnético.

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

1105 - Grado en Física

- Poseer y comprender los fundamentos de la Física en sus aspectos teóricos y experimentales, así como el bagaje matemático necesario para su formulación.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la actividad profesional, saber resolver problemas y elaborar y defender argumentos, apoyándose en dichos conocimientos.
- Ser capaz de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.
- Resolución de problemas: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una percepción de las situaciones que son físicamente diferentes pero que muestran analogías, permitiendo, por lo tanto, el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- Modelización y resolución de problemas: Ser capaz de identificar los elementos esenciales de un proceso/situación y de establecer un modelo de trabajo del mismo. Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable. Pensamiento crítico para construir modelos físicos.



- Cultura General en Física: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la Física y con enfoques que abarcan y relacionan diferentes áreas de la Física, así como relaciones de la Física con otras ciencias.
- Investigación básica y aplicada: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación Física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes
- Destrezas generales y específicas en lenguas extranjeras: Haber mejorado el dominio del inglés (o de otra lengua extranjera de interés) a través de: acceso a bibliografía fundamental, comunicación oral y escrita (inglés científico-técnico), cursos, estudios en el extranjero, reconocimiento de créditos en universidades extranjeras etc.
- Búsqueda de bibliografía: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.
- Capacidad de aprendizaje: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos de la Física y de la ciencia y tecnología en general, a través del estudio independiente.
- Comunicación oral y escrita: Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones mediante la argumentación y el razonamiento propios de la actividad científica, utilizando los conceptos y herramientas básicas de la Física.
- 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.
- 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.
- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)



- Comprender el concepto de simetría en Mecánica Cuántica, su implementación matemática y las leyes de conservación derivadas. Aplicación a problemas físicos.
- Entender las ideas físicas subyacentes en la formulación de la teoría cuántica de la dispersión. Comparación con la teoría clásica.
- Aprender el comportamiento de una partícula no relativista en un campo electromagnético externo. Posibles extensiones del formalismo.
- Comprender los conceptos básicos de la computación cuántica.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Cuestiones previas y notación

Espacio de Hilbert. Propiedades.
Observables y medidas
Funciones de onda
Ecuación de Schrödinger
Regla de Born
Valor esperado
Relaciones de conmutación
Repaso de los postulados de la mecánica cuántica

2. Simetrías en mecánica cuántica

Simetrías en mecánica cuántica
Teorema de Wigner
Grupo de Transformaciones de Simetría
Simetrías continuas
Simetrías discretas

3. Traslaciones y rotaciones

Traslaciones Espaciales
Generadores de las Traslaciones Espaciales
Traslación Espacial para un Sistema de Partículas
Traslaciones de velocidad
Rotaciones en mecánica cuántica
Sistemas de espín 1/2
Interferometría de neutrones y rotaciones de ángulo 2
Representaciones del operador de rotaciones y ángulos de Euler
Composición de momentos angulares y coeficientes de Clebsch-Gordan
Operadores tensoriales
Operadores tensoriales cartesianos y operadores tensoriales esféricos (o irreducibles)



Teorema de Wigner-Eckart

4. Simetrías discretas

Paridad
Transformación de estados y operadores
Estados propios de paridad
Transformación de funciones de onda
Leyes de conservación
Paridad de un sistema de partículas
Asignación de paridad intrínseca
Violación de Paridad
Reglas de selección
Inversión temporal
C-Paridad
Teorema CPT
Isoespín
Sistema de dos nucleones
Multipletes de isoespín
Piones

5. Simetrías de partículas idénticas

Partículas idénticas
Bosones y fermiones
Principio de Exclusión de Pauli
Hamiltoniano separable
Sistema de dos partículas idénticas. El átomo de Helio

6. Teoría de colisiones

Amplitud de dispersión
Sección eficaz
Sistemas de referencia laboratorio y centro de masas
Teorema óptico
Aproximación de Born
Potencial Central
Comportamiento asintótico de la función de onda
Desfasajes y desarrollo de la amplitud en ondas parciales
Diagrama de Argand
Desarrollo de la sección eficaz en ondas parciales
Resonancias
Partícula Cargada en un Campo Electromagnético Externo
Simetría de Gauge



7. Introducción a la computación cuántica

Introducción
Bits y Qubits
Entrelazamiento
Desigualdades de Bell
Entropía
Puertas de un qubit
Puertas de varios qubits
Teorema de no clonación
Algoritmos cuánticos
Algoritmo de Grover
Teleportación
Borrador cuántico
Criptografía cuántica

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	60,00	100
	0,00	100
Elaboración de trabajos individuales	20,00	0
Preparación de actividades de evaluación	20,00	0
Preparación de clases de teoría	25,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	25,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

Clases teóricas: Tres horas semanales durante el período lectivo. Las clases teóricas serán, en general, de carácter magistral y en ellas se expondrán los contenidos de la asignatura. Se hará especial hincapié en la aplicación de los conocimientos teóricos a la solución de cuestiones y problemas. Se resolverán sistemas físicos sencillos como ejemplo de los métodos teóricos generales estudiados y se compararán los resultados con los datos experimentales.

Clases prácticas: Una hora semanal durante el período lectivo. En las clases prácticas se resolverán problemas de cada tema de la asignatura. El profesor entregará a los alumnos previamente una colección de problemas de cada tema. Los estudiantes expondrán el trabajo realizado sobre estos problemas durante la clase práctica.



EVALUACIÓN

1. Exámenes escritos: se evaluará la comprensión de los aspectos conceptuales de la materia, la capacidad de aplicación del formalismo desarrollado así como el análisis crítico de los resultados obtenidos. El examen consistirá en cuestiones y problemas.
2. La nota de los exámenes será ponderada con la nota de la evaluación continua que consistirá en la resolución de problemas. La nota final será la nota máxima entre la calificación del examen y la media ponderada = $0.75 * \text{Nota examen} + 0.25 * \text{Evaluación continua}$.

REFERENCIAS

Básicas

- Mecánica Cuántica. A. Galindo, P. Pascual. Alhambra o Eudema Universidad.
- Lectures on Quantum Mechanics. S. Weinberg. Cambridge University Press.
- Quantum Mechanics, Vol. I, II. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë. Wiley.
- Problems in Quantum Mechanics: With Solutions. G. L. Squires. Cambridge University Press.
- Quantum Computation and Quantum Information. M.A. Nielsen y I.L. Chuang. Cambridge University Press.

Complementarias

- Modern Quantum Mechanics. J. J. Sakurai. Addison-Wesley.
- Problems in Quantum Mechanics. F. Constantinescu, E. Magyani. Pergamon