FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	34268
Nombre	Mecánica Cuántica
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	4.5
Curso académico	2024 - 2025

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1105 - Grado en Física	Facultad de Física	4	Primer cuatrimestre
1928 - Doble Grado en Física y Matemáticas	Doble Grado en Física y Matemáticas	5	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
1105 - Grado en Física	15 - Ampliación de Física	Obligatoria
1928 - Doble Grado en Física y Matemáticas	5 - Quinto Curso (Obligatorio)	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
BARENBOIM SZUCHMAN, GABRIELA ALEJANDRA	185 - Física Teórica
FABBRI, ALESSANDRO	185 - Física Teórica

RESUMEN

La Mecánica Cuántica es una herramienta fundamental en la descripción de los fenómenos físicos. Son muchas las disciplinas en física que utilizan los conceptos cuánticos como base: Estado Sólido, Teoría de Partículas Elementales, Física Nuclear, Óptica Cuántica, Teoría Cuántica de Campos... Las aplicaciones tecnológicas de dichos conceptos son también abundantes.

Cabe resaltar que en la actualidad se está llevando a cabo una importante labor, tanto experimental como teórica, que afecta a la revisión de esta disciplina. Por una parte, se realizan experimentos en los cuales se manipulan átomos, fotones, condensados de Bose-Einstein o flujos en circuitos superconductores (por citar algunos ejemplos) con una precisión insospechada hace solamente unos años. Por otra parte se

avanza en campos como la computación cuántica, la tele-portación o la criptografía cuántica (ya en fase comercial). Ello va generando un conocimiento más profundo de la realidad cuántica, de sus limitaciones y de su relación con los fenómenos clásicos.

Se trata, pues, de una disciplina con una sólida base y en constante desarrollo.

Objetivo

Esta asignatura tiene como objetivo principal la construcción del formalismo matemático de la Mecánica Cuántica y su aplicación. Ello permite la formalización de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Física Cuántica y el tratamiento de problemas más complejos incluyendo algunos nuevos desarrollos en el campo.

Para ello se introduce el espacio de estados de un sistema y la relación de estados de dicho sistema con vectores, y de observables con operadores. Se definen y discuten los postulados de la Mecánica Cuántica y se introduce el concepto de simetría. Se estudia la evolución temporal de sistemas físicos. El formalismo desarrollado se aplica al análisis de las interacciones dependientes del tiempo.

Relación con asignaturas anteriores

La asignatura se plantea como una continuación de las asignaturas de Física Cuántica. Aparte de esta relación cabe mencionar su relación con las asignaturas de Mecánica. En concreto: i) se discute la diferencia de tratamiento para las variables cuánticas y clásicas, haciendo énfasis en el carácter probabilístico de los resultados de la medida para las variables cuánticas y ii) se establece un paralelismo entre la formulación cuántica y la formulación hamiltoniana clásica.

Asimismo son de gran importancia oara el desarrollo formal los conocimientos adquiridos en Métodos Matemáticos I sobre espacios vectoriales, álgebra de matrices y diagonalización.

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 vectoriales.
2. Productos internos: espacios vectoriales euclídeos.
3. Operadores lineales.
4. Matrices y determinantes.
5. Diagonalización de operadores lineales y matrices.
6. Transformadas de Fourier.
7. Delta de Dirac.
8. Solución de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes.
9. Nociones de probabilidad y estadística.

Física:

1. Mecánica Hamiltoniana: construcción del Hamiltoniano.
2. Movimiento oscilatorio: el oscilador armónico clásico.

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.
- 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.
- Comprensión teórica de fenómenos físicos: tener una buena comprensión de las teorías Físicas más importantes (estructura lógica y matemática, apoyo experimental, fenómenos físicos descritos).
- 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.

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

- Conocer y comprender los límites de la Física Clásica y los aspectos experimental y teórico de la Mecánica Cuántica.
- Entender los conceptos fundamentales en la descripción de los fenómenos cuánticos: la cuantificación, la medida de observables cuánticos, y las relaciones de incertidumbre.
- Conocer cómo calcular los valores posibles de la medida de un observable cuántico, así como las probabilidades relativas de los diferentes resultados y su valor medio.
- Determinar la evolución temporal de un sistema a partir de los estados propios del Hamiltoniano. Saber construir el operador de evolución temporal.
- Entender las diferencias entre estados puro y mezcla. Adquirir el concepto de operador densidad y saber calcular promedios y probabilidades a partir de él.
- Saber resolver problemas en los que un sistema cuántico es sometido a una interacción externa que varía con el tiempo.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1.

1. Conceptes fonamentals. Polarització d'un fotó i de dos fotons. Producte tensorial. Estats entrellaçats. L'experiment de Stern-Gerlach. Estats, operadors i observables.
2. Representacions matricials. Teorema espectral. Funcions d'un operador. Canvi de base. Diagonalització de matrius hermítiques.
3. Observables i mesures. Observables i valors esperats. Mesures. Observables compatibles. Relacions d'incertesa.
4. Simetries en mecànica quàntica. Transformacions de simetria en mecànica quàntica. Simetries i evolució temporal.
5. Espectre continu. Operadors posició i moment. Funcions d'ona. Diagonalització d'operadors. L'oscil·lador harmònic.
6. Operador densitat. Conjunts purs i barreja. Operador densitat. Vector de polarització. Mesures no filtrants.
7. Evolució d'estats i observables. Evolució de funcions d'ona. Imatges d'evolució. Sistemes de spin 1/2.
8. Potencials dependents del temps. La imatge d'interacció. Teoria de pertorbacions dependents del temps. Aplicacions.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	45,00	100
Preparación de actividades de evaluación	13,50	0
Preparación de clases de teoría	27,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	27,00	0
TOTAL	**112,50**	

METODOLOGÍA DOCENTE

• **Clases teóricas**
Dos 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 evaluación continua contará en la nota final hasta un 20% siempre que la nota de los exámenes sea mayor o igual a 4 sobre 10.

REFERENCIAS

Básicas

- Modern Quantum Mechanics. J.J. Sakurai. Addison-Wesley.
- Introduction to Quantum Mechanics. D. J. Griffiths. Benjamin Cummings.
- Quantum Mechanics and Quantum Information. Moses Fayngold y Vadim Fayngold. Wiley-VCH.
- Schaum's Outline of Quantum Mechanics. Yoav Peleg y otros. McGraw-Hill.
- Problems in Quantum Mechanics: With Solutions. G. L. Squires.

Complementarias

- Quantum Computation and Quantum Information. M.A. Nielsen y I.L. Chuang. Cambridge University Press.
- Mecánica Cuántica, F.J. Ynduráin. Ed. Alianza Universidad Textos.
- Mecánica Cuántica. Alberto Galindo y Pedro Pascual. Alhambra.