# FICHA IDENTIFICATIVA

## DATOS DE LA ASIGNATURA

**Código:** 34268
**Nombre:** Mecánica Cuántica
**Ciclo:** Grado
**Créditos ECTS:** 4,5
**Curso académico:** 2025-26

## TITULACIONES

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

## MATERIAS

| Titulación | Materia | Carácter |
|---|---|---|
| 1105 - Grado en Física | Ampliación de Física | OBLIGATORIA |
| 1928 - Doble Grado en Física y Matemáticas | Quinto Curso (Obligatorio) | OBLIGATORIA |

## COORDINACIÓN

BARENBOIM SZUCHMAN GABRIELA ALEJANDRA

FABBRI ALESSANDRO

# RESUMEN

La Mecánica Cuántica es una herramienta fundamental en la descripción de los fenómenos fisicos. Son muchas las disciplinas en fisica que utilizan los conceptos cuánticos como base: Estado Sólido, Teoría de Partículas Elementales, Fisica Nuclear, Optica 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 criptografia 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 Fisica 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

Se recomiendan los siguientes conocimientos previos:

**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 / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### 1105 - Grado en Física

Actuar con autonomía en el aprendizaje, tomando decisiones fundamentadas en diferentes contextos, emitiendo juicios en base a la experimentación y el análisis y transfiriendo el conocimiento a nuevas situaciones.

Busca y utiliza bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.

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.

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

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.

Conocer y comprender, desde el propio ámbito de la titulación, las desigualdades por razón de sexo y género en la sociedad; integrar las diferentes necesidades y preferencias por razón de sexo y de género en el diseño de soluciones y resolución de problemas.

Conoce y comprende los fundamentos de la Física en sus aspectos teóricos y experimentales, así como el bagaje matemático necesario para su formulación. Conocimiento general.

Contribuir en el diseño, desarrollo y ejecución de soluciones que den respuesta a demandas sociales, teniendo en cuenta como referente los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

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.

Demostrar razonamiento crítico y autocrítico en el ámbito de la titulación, considerando aspectos tales como la ética profesional, los valores morales y las implicaciones sociales de las diferentes actividades realizadas.

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.

Es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a su trabajo o actividad profesional: sabe resolver problemas y elaborar y defender argumentos de forma ordenada y clara, apoyándose en dichos conocimientos.

Está capacitado para transmitir información, ideas, problemas y soluciones tanto a un público especializado como no especializado

Estudia de manera independiente, de forma que es capaz de iniciarse en nuevos campos de la Física y de la ciencia y tecnología en general

Evalúa claramente los órdenes de magnitud y ha desarrollado 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. Resolución de problemas

Ha mejorado el conocimiento y uso del inglés (o de otra lengua extranjera de interés) a través del acceso a

bibliografía fundamental, comunicación oral y escrita (inglés científico-técnico), cursos, estudios en el extranjero, reconocimiento de créditos en universidades extranjeras, ...etc

Interpreta y realiza cálculos de forma independiente, incluso cuando sea necesario un pequeño PC o un gran ordenador, incluyendo el desarrollo de programas de software. Resolución de problemas y destrezas informáticas

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

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.

Modeliza y resuelve problemas: identifica los elementos esenciales de un proceso/situación y establece un modelo de trabajo del mismo. Realiza las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable. Pensamiento crítico para construir modelos físicos.

Posee conocimientos que se apoyan en libros de texto avanzados, e incluyen también algunos aspectos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

Posee herramientas, hábitos y técnicas de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un elevado grado de autonomía

Poseer y comprender los fundamentos de la Física en sus aspectos teóricos y experimentales, así como el bagaje matemático necesario para su formulación.

Posee una amplia cultura general en Física y de las diferentes áreas de la misma.

Posee una buena 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. Investigación básica y aplicada.

Posee una buena comprensión de las teorías físicas más importantes que describen los fenómenos físicos observados y descritos; su estructura lógica, matemática y, si es el caso, su aplicación o demostración experimental.

Proponer soluciones creativas e innovadoras a situaciones o problemas complejos, propios del ámbito de conocimiento, para dar respuesta a las diversas necesidades profesionales y sociales.

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.

Relaciona diferentes áreas de la Física y, con un enfoque amplio, las relaciona con otras ciencias.

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.

Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la actividad profesional, saber resolver problemas y elaborar y defender argumentos, apoyándose en dichos conocimientos.

Saber comunicarse de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.

Tiene capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios, que puedan incluir una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética, sobre una actividad o proyecto.

Utiliza los conceptos y herramientas básicas de la Física para transmitir, tanto oral como por escrito, información, ideas, problemas y soluciones mediante la argumentación y el razonamiento propios de la actividad científica. Comunicación oral y escrita.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Conceptos fundamentales. Polarización de un fotón y dos fotones. Producto tensorial. Estados entrelazados. El experimento de Stern-Gerlach. Estados, operadores y observables.
2. Representaciones matriciales. Teorema espectral. Funciones de un operador. Cambio de base. Diagonalización de matrices hermíticas.
3. Observables y medidas. Observables y valores esperados. Medidas. Observables compatibles. Relaciones de incertidumbre.
4. Simetrías en mecánica cuántica. Transformaciones de simetría en mecánica cuántica. Simetrías y evolución temporal.
5. Espectro continuo. Operadores posición y momento. Funciones de onda. Diagonalización de operadores. El oscilador armónico.
6. Operador densidad. Conjuntos puros y mezcla. Operador densidad. Vector de polarización. Medidas no filtrantes.
7. Evolución de estados y observables. Evolución de funciones de onda. Imágenes de evolución. Sistemas de spin 1/2.
8. Introducción a la información cuántica. Bits y Qubits. Computación cuántica. Teorema de no clonación. Teleportación. Desigualdades de Bell. Criptografía cuántica.
9. Potenciales dependientes del tiempo. La imagen de interacción. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Aplicaciones.

## VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

### ACTIVIDADES PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Teoría | 45,00 |
| **Total horas** | **45,00** |

### ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Asistencia a otras actividades | 0,00 |

| | |
|---|---|
| Elaboración de trabajos individuales o en grupo | 0,00 |
| Estudio y trabajo autónomo | 0,00 |
| Preparación de clases | 54,00 |
| Preparación de actividades de evaluación | 13,50 |
| Resolución de casos prácticos | 0,00 |
| **Total horas** | **67,50** |

## 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 al alumnado previamente una colección de problemas de cada tema y éste expondrá 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.

Estos criterios de evaluación son comunes a la primera y segunda convocatorias.

## BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- 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.