

**FICHA IDENTIFICATIVA****DATOS DE LA ASIGNATURA**

**Código:** 34260  
**Nombre:** Física Cuántica II  
**Ciclo:** Grado  
**Créditos ECTS:** 6  
**Curso académico:** 2026-27

**TITULACIONES**

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1105 - Grado en Física	Facultat de Física	3	Segundo cuatrimestre
1928 - Doble Grado en Física y Matemáticas	Facultat de Física	4	Segundo cuatrimestre
1929 - Doble Grado en Física y Química	Facultat de Química	3	Segundo cuatrimestre

**MATERIAS**

Titulación	Materia	Carácter
1105 - Grado en Física	Física Cuántica	OBLIGATORIA
1928 - Doble Grado en Física y Matemáticas	Cuarto Curso (Obligatorio)	OBLIGATORIA
1929 - Doble Grado en Física y Química	Tercer Curso (Obligatorio)	OBLIGATORIA

**COORDINACIÓN**

SANTAMARIA LUNA ARCADI

GONZALEZ MARHUENDA PEDRO

BOTELLA OLCINA FRANCISCO JOSE

**RESUMEN**

Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones, momento angular orbital y átomo de hidrógeno. Estructura de los átomos y moléculas y su espectroscopía. Introducción a los sólidos, a la estructura de los núcleos y a las partículas elementales. Introducción fenomenológica del momento angular de espín. Introducción al tratamiento de las partículas idénticas y a las estadísticas cuánticas.

**Objetivos:**

El objetivo de esta asignatura es familiarizar al alumnado con los fenómenos cuánticos y sus propiedades fundamentales e introducir las técnicas matemáticas básicas para formalizar la descripción de los mismos



en una teoría lógicamente consistente, completando y aplicando los conceptos estudiados en la asignatura de Física Cuántica I.

### Relación con otras materias previas:

Es absolutamente necesario que el alumnado haya cursado previamente la asignatura de Física Cuántica I, donde se introducen el formalismo y las ideas fundamentales de la Física Cuántica. Además, es muy recomendable que el alumnado haya cursado previamente las asignaturas de Matemáticas, Álgebra y Geometría, que proporciona el bagaje algebraico necesario para la descripción formal de la Física Cuántica como espacios vectoriales, productos internos, matrices, determinantes, operadores lineales y su diagonalización; Cálculo, en la que se estudia cálculo integral y diferencial, y se introducen las ecuaciones diferenciales; Métodos Matemáticos, en la que se profundiza en la resolución de las ecuaciones diferenciales que aparecen en multitud de problemas cuánticos y se introducen las transformadas de Fourier y el método de separación de variables; Física General, donde se establecen los fundamentos de la física que se estudiará más profundamente en este curso; Mecánica y Ondas, en la que desarrollan conceptos fundamentales para la Física Cuántica como la formulación lagrangiana y hamiltoniana, el movimiento ondulatorio y la descripción de las propiedades de las ondas, y Termodinámica y Física Estadística, donde se discuten los fundamentos de la Física Estadística de Boltzmann, Maxwell y Gibbs, cuya influencia en la génesis de la Física Cuántica fue capital. Mención especial merece la asignatura de Laboratorio de Física Cuántica, encuadrada en la materia Laboratorios Experimentales de Física. En ella el alumnado realiza algunas de las experiencias más importantes que dieron lugar al desarrollo de las ideas cuánticas.

### Relación con otras materias futuras:

Muchas son las asignaturas de cuarto curso del Grado en Física y, sobre todo, del Máster, que se basan en los conocimientos adquiridos en el curso de Física Cuántica II. Citaremos, entre las más importantes, las asignaturas de Mecánica Cuántica, Mecánica Cuántica Avanzada, Física Nuclear y de Partículas, Física del Estado Sólido, Teoría Cuántica de Campos y Partículas Elementales.

## 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

- Conocimientos matemáticos:

1. Espacios vectoriales.
2. Productos internos: espacios vectoriales euclídeos.
3. Operadores lineales: hermíticos y unitarios.
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. Solución de ecuaciones diferenciales mediante expansiones en series de potencias.

## COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### 1105 - Grado en Física

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.

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.

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.

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.

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

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 hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

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.



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.

Ser capaz de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Modelos de moléculas

- 1.1. Pozo de potencial doble delta.
- 1.2. El ión molecular  $H_2^+$ .
- 1.3. Estados moleculares localizados.
- 1.4. El hamiltoniano de un sistema cuántico de dos niveles.
- 1.5. El MASER de amoníaco.

### 2. Potenciales periódicos

- 2.1. Invariancia traslacional.
- 2.2. Modelo de Kronig-Penney.
- 2.3. Espectro de bandas.
- 2.4. Masa efectiva.
- 2.5. Condiciones de contorno periódicas.
- 2.6. Aislantes y conductores.

### 3. Problemas tridimensionales y momento angular

- 3.1. Ecuación de Schrödinger y separación de variables.
- 3.2. Operador momento angular.
- 3.3. Momento angular en coordenadas esféricas.
- 3.4. Autovalores y autofunciones de  $L^2$  y  $L_z$ .
- 3.5. Armónicos esféricos.

### 4. Potenciales centrales: El átomo de hidrógeno

- 4.1. La ecuación radial.
- 4.2. Sistema de dos partículas.
- 4.3. El átomo de hidrógeno.



- 4.4. Espectro de energías.
- 4.5. Distribuciones de probabilidad.
- 4.6. Notación espectroscópica

## 5. Perturbaciones estacionarias y método variacional

- 5.1. Perturbaciones estacionarias: desarrollo de Rayleigh-Schrödinger.
- 5.2. Energías y funciones de onda perturbadas.
- 5.3. Renormalización de la función de onda.
- 5.4. El tratamiento de las degeneraciones.
- 5.5. El método variacional de Ritz.
- 5.6. Aplicación de ambos métodos al átomo de Helio.

## 6. Interacción con un campo electromagnético. El espín del electrón

- 6.1. Momento dipolar magnético: cuantización.
- 6.2. Interacción con un campo magnético.
- 6.3. Experiencia de Stern-Gerlach.
- 6.4. El espín del electrón.
- 6.5. Operadores de espín y sus autoestados.
- 6.6. Interacción espín-órbita.
- 6.7. Momento angular total: suma de momentos angulares.
- 6.8. Estructura fina del átomo de hidrógeno.
- 6.9. Efecto Zeeman.

## 7. Partículas idénticas

- 7.1. Indistinguibilidad de las partículas idénticas.
- 7.2. Degeneración de intercambio.
- 7.3. Postulado de simetrización: Principio de exclusión de Pauli.
- 7.4. Estados de espín singlete y triplete.
- 7.5. Fuerzas de intercambio: Regla de Hund.
- 7.6. El átomo de Helio revisado.
- 7.7. El gas de electrones degenerados.
- 7.8. La materia ordinaria "en grandes cantidades".
- 7.9. Sistemas gravitacionales y el límite de Chandrasekhar.

## VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

### ACTIVIDADES PRESENCIALES

Actividad	Horas
Tutorías	15,00
Teoría	45,00
<b>Total horas</b>	<b>60,00</b>

**ACTIVIDADES NO PRESENCIALES**

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	15,00
Estudio y trabajo autónomo	10,00
Preparación de clases	35,00
Preparación de actividades de evaluación	30,00
Resolución de casos prácticos	0,00
<b>Total horas</b>	<b>90,00</b>

**METODOLOGÍA DOCENTE****Docencia presencial 40%:**

Clases teórico prácticas: Se abordan los aspectos conceptuales y formales de la materia y la resolución de problemas o casos como aplicación de los conceptos teóricos. Se basan principalmente en la lección magistral dialogada y el uso de herramientas docentes como demostraciones experimentales, animaciones o videos, representación gráfica de soluciones, proyección de presentaciones, etc.).

Sesiones de tutorías grupales o de trabajo en grupos reducidos: centradas en el trabajo del alumnado: resolución de dudas surgidas al enfrentarse a los conceptos teóricos y a la resolución de problemas, refuerzos de aspectos en los que se encuentran mayor dificultad, cuestionarios de carácter conceptual, demostraciones experimentales pertinentes a los casos estudiados y, asociado a una componente de evaluación continua, verificación del progreso de las y los estudiantes en la materia.

**Trabajo personal del alumnado 60%:**

- Estudio de los fundamentos teóricos.
- Resolución de problemas (individualmente o en grupo)
- Tutorías individuales consultas puntuales del alumnado al profesorado sobre dudas y dificultades encontradas en el estudio y en la resolución de problemas, o discusión sobre temas de interés, bibliografía, etc.

**EVALUACIÓN**

Los sistemas de evaluación son los siguientes:

1) Exámenes escritos: una parte evaluará la comprensión de los aspectos teórico-conceptuales y el formalismo de la asignatura, tanto mediante preguntas teóricas como a través de cuestiones conceptuales y numéricas o casos particulares sencillos. Otra parte valorará la capacidad de aplicación del formalismo,



mediante la resolución de problemas, así como la capacidad crítica respecto a los resultados obtenidos. En ambas partes se valorarán una correcta argumentación y una adecuada justificación.

2) Evaluación continua: valoración de trabajos y problemas presentados por los estudiantes, cuestiones propuestas y discutidas en el aula, presentación oral de problemas resueltos o cualquier otro método que suponga una interacción entre docentes y estudiantes.

#### OBSERVACIONES:

La calificación final será: 1) la media ponderada de la calificación del examen (75%) y la evaluación continua (25%) si la media es mayor que la nota del examen y si la nota del examen es mayor que 4 (sobre 10) 2) la nota del examen en caso contrario.

Los criterios de evaluación son los mismos en primera y segunda convocatoria.

Siempre que se cumplan los criterios de compensación que se establezcan a tal efecto, la nota de esta asignatura se podrá promediar con la de otras pertenecientes a la misma materia, con objeto de superarla.

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica

- D. J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, 2ª edición, Pearson- Prentice-Hall, 2004.
- S. Gasiorowicz, *Quantum Physics*, 3ª edición, John Wiley & Sons, 2002.
- R. Eisberg, R. Resnick, *Física Cuántica*, Limusa, 2002.

### Complementaria

- Jean-Marc Lévy-Leblond y F. Balibar, *Quantics: Rudiments of Quantum Physics*, North-Holland, 1990.
- R. P. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics III*, Addison-Wesley, 1964, 2005.
- P. A. Tipler, R. A. Llewellyn, *Modern Physics*, 5ª edición, W. H. Freeman, 2007.
- R. Shankar, *Principles of Quantum Mechanics*, 2ª edición, Springer, 1994.
- W. Greiner, *Quantum Mechanics, An Introduction*, Springer-Verlag, 1997.