VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Guía Docente
34260 Física Cuántica II

FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	34260
Nombre	Física Cuántica II
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2020 - 2021

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1105 - Grado en Física	Facultad de Física	3	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1105 - Grado en Física	13 - Física Cuántica	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
BOTELLA OLCINA, FRANCISCO JOSE	185 - Física Teórica
SANTAMARIA LUNA, ARCADI	185 - Física Teórica

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 alumno 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 alumno 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 alumno 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 del tercer curso, Laboratorios Experimentales de Física. En ella el alumno 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 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

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.
- Desarrollo de habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un elevado grado de autonomía.
- 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.
- 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.
- Destrezas Generales y Específicas de Lenguas extranjeras: Mejorar el dominio del inglés científico-técnico mediante la lectura y acceso a la bibliografía fundamental de la materia.
- 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 mecánica en relación con la Física en general, y con enfoques que abarcan y relacionan diferentes áreas de la Física.
- Comprensión teórica de fenómenos físicos: tener una buena comprensión de la Física Cuántica (estructura lógica y apoyo experimental, fenómenos físicos descritos).

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

• Conocer y comprender los límites de la Física Clásica y las bases experimentales de la Física Cuántica.

• Entender los conceptos fundamentales en la descripción de los fenómenos cuánticos: la cuantización de la energía, la dualidad onda-corpúsculo, las reglas de cuantización, la medida de observables cuánticos y las relaciones de incertidumbre.

• Adquirir el concepto de función de onda y su interpretación probabilística.

• Conocer como calcular los valores posibles de la medida de un observable cuántico así como las probabilidades relativas de los diferentes resultados y su valor medio.

• Saber describir los sistemas cuánticos mediante el planteamiento correcto de la ecuación de Schrödinger correspondiente.

• Ser capaz de resolver la ecuación de Schrödinger para problemas unidimensionales. Específicamente, saber calcular los coeficientes de transmisión y reflexión en problemas de dispersión, y la función de onda y los niveles energéticos en los problemas de estados ligados.

• Determinar la evolución temporal de un sistema a partir de sus soluciones estacionarias.

• Utilizar las simetrías (paridad, periodicidad, rotaciones) del problema en cuestión para simplificar su solución y entender más profundamente los resultados.

• Saber utilizar el método de separación de variables en problemas bi y tridimensionales.

• Conocer las propiedades fundamentales del operador de momento angular cuántico: ecuaciones que cumple, funciones propias y valores propios, resultados posibles de medidas y cálculo de las probabilidades relativas de los resultados.

• Saber resolver problemas tridimensionales de dos cuerpos con potenciales centrales mediante separación de variables (átomo de hidrógeno y oscilador armónico).

• Manejo de las unidades típicas de la escala atómica (eV, Angstroms, … etc).

• Conocer y comprender los experimentos de conducen a la introducción del espín.

• Saber calcular los valores y vectores propios del operador de espín en una dirección arbitraria, y las probabilidades relativas de los resultados de experimentos con dos Stern-Gerlach.

• Entender el concepto de indistinguibilidad y su implicación en el comportamiento de partículas cuánticas idénticas.

• Saber utilizar el postulado de simetrización y el principio de exclusión de Pauli, en especial en sistemas atómicos.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Modelos de moléculas

1.1. Pozo de potencial doble delta.
1.2. El ión molecular H2+.
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

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	45,00	100
Tutorías regladas	15,00	100
Preparación de clases de teoría	31,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	59,00	0
TOTAL	**150,00**	

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 estudiante: 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 los estudiantes en la materia.

Trabajo personal del estudiante 60%:

- Estudio de los fundamentos teóricos.

- Resolución de problemas (individualmente o en grupo)

- Tutorías individuales consultas puntuales del estudiante al docente 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.

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 otra otras pertenecientes a la misma materia, con objeto de superarla.

REFERENCIAS

Básicas

- D.J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Ed. Pearson Education Limited.
- S. Gasiorowicz, Quantum Physics, Ed. John Wiley & Sons Inc.
- R. Eisberg y R. Resnick, Física Cuántica (átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas), Ed. Limusa.

Complementarias

- Jean-Marc Lévy-Leblond y F. Balibar, Quantics: Rudiments of Quantum Physics, Ed. North-Holland.
- P. A. Tipler, Física Moderna, Ed. Reverté S.A.
- R. P. Feynman, The Feynman Lectures on Physics III, Ed. Addison-Wesley.
- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, Springer-Verlag.
- W. Greiner, Quantum Mechanics, An Introduction, Springer-Verlag.

ADENDA COVID-19

Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno

De acuerdo con los nuevos ajustes de la docencia de las titulaciones oficiales de la UVEG para el inicio del segundo cuatrimestre del curso 2020-21, y que se recoge en la resolución de la Rectora de la Universidad de Valencia, de 28 de enero de 20201, https://links.uv.es/8kXO6vG añadimos esta adenda a la metodología docente en las Guías Docentes de las asignaturas de segundo cuatrimestre:

METODOLOGÍA DOCENTE:

Durante el mes de febrero 2021, la docencia de teorías y seminarios-trabajos tutelados, pasan a modalidad de videoconferencia síncrona impartida en el horario fijado por la asignatura y el grupo. A partir del 1 de marzo, se seguirá la modalidad docente indicada en la Guía Docente y en las modalidades docentes aprobadas en las Comisiones Académicas de Título de los meses de julio 2020 y 11 2020, respectivamente, a menos que las autoridades sanitarias y Rectorado indiquen una nueva reducción de presencialidad, en este caso se volvería a la modalidad de videoconferencia síncrona.