

Guía docente

230800 - FQ - Física Cuántica

Última modificación: 11/05/2022

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: **Curso:** 2022 **Créditos ECTS:** 6.0
Idiomas: Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable:

Otros:

CAPACIDADES PREVIAS

Física, Matemáticas y Electromagnetismo básicos, a nivel de primer ciclo.

REQUISITOS

No hay

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas:

08 CRPE N1. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería - Nivel 1: Identificar la complejidad de los problemas tratados en las materias. Plantear correctamente el problema a partir del enunciado propuesto. Identificar las opciones para su resolución. Escoger una opción, aplicarla e identificar si es necesario cambiarla si no se llega a una solución. Disponer de herramientas o métodos para verificar si la solución es correcta o, como mínimo, coherente. Identificar el papel de la creatividad en la ciencia y la tecnología.

08 CRPE. CAPACIDAD PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería en el ámbito TIC con iniciativa, toma de decisiones y creatividad. Desarrollar un método de análisis y solución de problemas sistemático y creativo

12 CPE N3. CAPACIDAD PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA. Plantear y resolver problemas de ingeniería en el ámbito TIC. Desarrollar un método de análisis y solución de problemas sistemático, crítico y creativo.

Transversales:

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

05 TEQ N3. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Versión presencial: (i) Clases presenciales de la teoría apoyadas por documentos digitales que facilitan el estudio de la materia. (ii) Clases presenciales de problemas donde se ejercita la teoría estudiada. (iii) Aplicaciones de la física cuántica en el día a día. Se presentarán en el aula diferentes equipos que hacen uso de fenómenos cuánticos.

Versión no presencial: (i) Clases de teoría mediante videoconferencias. (ii) Clases de problemas mediante videoconferencias donde se ejercita la teoría.

En ambos casos se utilizarán simuladores online de fenómenos cuánticos que facilitan el estudio de la materia.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Alcanzar los conceptos esenciales de la Física Cuántica, principalmente aquellos en los que se establecen los principios de funcionamiento de los dispositivos electrónicos basados en fenómenos cuánticos. Estudiar las propiedades funcionales de los materiales a partir de la caracterización de sus propiedades electrónicas, magnéticas y ópticas. Espectroscopias.

Adquirir los conocimientos matemáticos necesarios para el estudio de la física cuántica. Durante el curso se trabajará con funciones de ondas, la ecuación de Schrödinger y teoría de perturbaciones.

Comprender los principios fundamentales de la física cuántica: cuantización, indeterminación, superposición, efecto túnel, dualidad onda-partícula, entrelazamiento cuántico y bandas de energía en sólidos.

Estudiar las aplicaciones actuales y posibles aplicaciones futuras basadas en fenómenos cuánticos como son los sistemas usados en computación cuántica, fotónica, etc.

Algunos contenidos básicos del curso son el porqué, cuándo y cómo de la Teoría Cuántica. Comprender el mundo a escala microscópica y nanoscópica. Técnicas experimentales de caracterización de materiales. Espectroscopias.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	98,0	65.33
Horas grupo grande	52,0	34.67

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

1. Origen de la Teoría Cuántica. El efecto fotoeléctrico, el efecto Compton, la difracción de electrones

Descripción:

1. Origen de la Teoría Cuántica. La catástrofe ultravioleta y la cuantización de la energía, el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton y la difracción de electrones. Principios fundamentales de la física cuántica: cuantización, indeterminación, superposición y dualidad onda-partícula.

Seguimos el desarrollo histórico de los principales hechos que fundaron la física cuántica; desde la cuantización de la energía para explicar la catástrofe ultravioleta hasta los experimentos decisivos de principios del siglo XX. Se describen los principios fundamentales de la física cuántica, los experimentos en los que se basaron y las consecuencias que se desprenden de los mismos. Se hace énfasis en las diferencias con la física clásica y se muestra lo poco intuitivo que resultan los fenómenos cuánticos.

Objetivos específicos:

Mostrar al estudiante los experimentos sobre los que se fundaron los principios de la física cuántica desarrollada en las primeras décadas del siglo XX. Exponer el contexto histórico y la necesidad de una nueva física.

Actividades vinculadas:

Resolución de ejercicios basados en cada uno de los fenómenos estudiados. Profundización por parte del estudiante en alguno de los fenómenos estudiados en clase y exposición del mismo. Determinar la constante de Planck a partir de la simulación de un experimento.

Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 8h

Actividades dirigidas: 2h

2. La ecuación de Schrödinger en una dimensión: pozos de potencial, barrera de potencial y descripción del efecto túnel. Oscilador armónico. Bandas de energía: semiconductores, conductores y aislantes.

Descripción:

2. La ecuación de Schrödinger en una dimensión: pozos de potencial, barrera de potencial y descripción del efecto túnel. Oscilador armónico. Bandas de energía: semiconductores, conductores y aislantes.

Tema central de la asignatura. Se introducen las funciones de onda, las amplitudes de probabilidad y se resuelven varios sistemas unidimensionales. Se estudian: el oscilador armónico simple, los estados estacionarios; así como la transmisión, reflexión y efecto túnel en barreras de potencial.

Objetivos específicos:

Dominar las herramientas matemáticas necesarias para la resolución de ejercicios. Resolver de manera individual la ecuación de Schrödinger para diferentes sistemas unidimensionales.

Actividades vinculadas:

Resolución de ejercicios y problemas propuestos usando técnicas analíticas y varios métodos de aproximación. Teoría de perturbaciones.

Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 8h

Actividades dirigidas: 2h

3. La ecuación de Schrödinger en tres dimensiones. El átomo. Resolución de ejercicios para potenciales producidos por campos centrales. Confinamiento y degeneración. Momento angular y espín.

Descripción:

3. La ecuación de Schrödinger en tres dimensiones. El átomo. Resolución de ejercicios para potenciales producidos por campos centrales. Confinamiento y degeneración. Momento angular, momento magnético y espín. Átomo de Hidrógeno. Efecto Zeeman. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear.

Se estudian los niveles de energía degenerados y su relación con la simetría del sistema. Se define el átomo y la estructura electrónica de los mismos. Se introduce el concepto de orbital y su relación con los niveles de energía.

Objetivos específicos:

Que sean capaces de resolver los problemas relacionados con las aplicaciones de la Ecuación de Schrödinger. Analizar los diferentes modelos atómicos, desde Demócrito hasta Schrödinger.

Actividades vinculadas:

Resolución de ejercicios y problemas propuestos haciendo uso de las herramientas matemáticas adquiridas durante el curso.

Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 8h

Actividades dirigidas: 2h

4. Moléculas. Niveles de energía y espectros. Teoría de bandas en la física del estado sólido. Semiconductores y superconductores.

Descripción:

4. Moléculas. Niveles de energía y espectros. Teoría de bandas en la física del estado sólido. Semiconductores y superconductores.

Se estudia la estructura cristalina de la materia y la correlación de esta con las propiedades funcionales de los materiales. Se estudian las propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales, así como su aplicación práctica.

Objetivos específicos:

Relacionar los fenómenos cuánticos y las aplicaciones prácticas, desde los sistemas de alta tecnología hasta la electrónica de consumo.

Actividades vinculadas:

Profundizar en el estudio de una aplicación práctica de la física cuántica en algún sistema comercial establecido. Exposición de un trabajo sobre el mismo.

Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 8h

Actividades dirigidas: 2h

5. La ecuación de Schrödinger en dos dimensiones. Sistemas en dos dimensiones y sus aplicaciones. Computación cuántica: qubits y entrelazamiento cuántico.

Descripción:

5. La ecuación de Schrödinger en dos dimensiones. Sistemas en dos dimensiones y sus aplicaciones. Computación cuántica: qubits y entrelazamiento cuántico.

Se hace una introducción a la computación cuántica, sus ventajas y limitaciones. Se introduce el concepto de qubit como base fundamental de la computación cuántica. Se estudia el fenómeno de entrelazamiento cuántico y las posibilidades que brinda para la realización de la comunicación cuántica.

Objetivos específicos:

Adquirir una idea general de los principios en los que se basa la computación cuántica. Estudiar los sistemas físicos candidatos a ser usados como el hardware de la computación cuántica. Comparar la computación cuántica y la clásica.

Actividades vinculadas:

Resolver problemas de sistemas bidimensionales que puedan ser usados en la computación cuántica. Realizar un trabajo sobre alguno de los sistemas físicos candidatos a ser usados en el hardware de la computación cuántica.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 6h

Actividades dirigidas: 2h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Evaluación continuada que consiste en ejercicios a desarrollar en horario de autoaprendizaje y entregados mediante atenea. Examen parcial (en la versión online del curso se modifica por la exposición de un tema a elegir por el estudiante).
- Examen final a realizar el último día del curso. Nota Final = 50% Ev. Continuada + 50% Examen Final.
- Trabajo opcional: El estudiante que desee mejorar la nota final del curso puede presentar un trabajo final en que se desarrolle con profundidad uno de los temas impartidos en clase. Puede representar un incremento del 10% sobre la nota final (siempre que está no supere el 10). En todos los casos el estudiante puede usar libros o apuntes de la clase.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Dos exámenes individuales de problemas, donde pueden consultar libros.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Brandt, S.; Dahmen, H.D. The picture book of quantum mechanics. 4th ed. New York [etc.]: Springer, 2012. ISBN 9781461439509.
- Feynman, R.P.; Leighton, R.B.; Sands, M. Física. México: Pearson Educación, 1998. ISBN 9684443501.
- French, A.P.; Taylor, E.F. Introducción a la física cuántica. Barcelona [etc.]: Reverté, 1982. ISBN 8429141677.
- Lüth, H. Quantum Physics in the Nanoworld. Springer, 2013. ISBN 3642448402.

Complementaria:

- Eisberg, R.M. Fundamentos de física moderna. México: Limusa-Wiley, 1973. ISBN 968180418X.
- Cohen-Tannoudji, C.; Diu, B.; Laloë, F. Mécanique quantique. Ed. rev., corr. et aug. Paris: Hermann, 1977. ISBN 2705657339 (V.1); 2705657673 (V.2).

RECURSOS

Otros recursos:

Apuntes CPET, Quantum Mechanics

Apuntes CPET, Introducción a la Física Cuántica. Problemas