

39153 - Mecánica cuántica

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23

Asignatura: 39153 - Mecánica cuántica

Centro académico: 100 - Facultad de Ciencias

Titulación: 577 - Programa conjunto en Física-Matemáticas (FisMat)

Créditos: 5.0

Curso:

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

Conocer algunos aspectos básicos de la Mecánica Cuántica no relativista y relativista.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 4: Educación de calidad.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber superado las asignaturas de Física Cuántica I y II

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Comprender la formulación (postulados) de la mecánica cuántica tanto en términos de estados como mediante la matriz densidad.

Conocer el concepto de coherencia y su importancia en el estudio de los llamados "fenómenos cuánticos macroscópicos"

Conocer el espectro de sistemas de osciladores acoplados, su límite continuo y la relación con el fonón y el fotón.

Derivar las versiones relativistas de la mecánica cuántica y obtener e interpretar sus soluciones.

2.2. Resultados de aprendizaje

Entender los postulados de la mecánica cuántica

Distinguir un estado puro de uno mezcla en términos de la matriz densidad.

Cuantificar el entrelazamiento de estados bipartitos y comprender su relevancia en relación con el proceso de medida.

Conocer los mecanismos usados en la encriptación cuántica, comprender su inviolabilidad y otras propiedades, como la imposibilidad de clonación.

Comprender el concepto de partícula en el contexto de la cuantificación de sistemas vibrantes, tanto mecánicos como electromagnéticos.

Reconocer el significado de las soluciones de la ecuación de Dirac y obtener su carga y su espín.

Comparar los métodos perturbativos y exactos en la solución del átomo de hidrógeno relativista.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

Resolución de problemas y trabajos propuestos (30% de la nota final).

Examen de la asignatura (70 % de la nota final).

Superación de la asignatura mediante una prueba global única

Dicha prueba global consistirá en un examen global de la asignatura

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Los resultados programados para este curso incluyen el logro de conocimientos teóricos y experimentales en el campo de la Mecánica Cuántica. Para conseguir estos resultados, se han programado actividades que estimulen la implicación activa por parte del estudiante en los diferentes temas. El curso consta de diferentes actividades de formación bien separadas: sesiones teóricas que incluyen la discusión y resolución de problemas y la realización de una serie de problemas, cuestionarios y trabajos propuestos relacionados con la asignatura.

4.2. Actividades de aprendizaje

Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que, debido a la situación sanitaria, las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza dispongan realizarlas de forma telemática o semi-telemática con aforos reducidos rotatorios.

El curso incluye 5 ECTS organizados de la siguiente forma:

Clases magistrales (3.5 ECTS): 35 horas

Resolución de problemas (1.2 ECTS): 12 horas

Evaluación (0.3 ECTS): 3 horas)

4.3. Programa

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1. Postulados de la Mecánica Cuántica. Estados, observables, evolución y medida.
2. Operador densidad. Estados puros y estados mezcla. Sistemas compuestos. Producto tensorial. Traza parcial. Decoherencia. Entrelazamiento. Descomposición de Schmidt. Purificación. Partículas indistinguibles.
3. Interferencias. Divisor de haz. Resonancia paramétrica descendente. Interferencia parcial.
4. Elementos de información cuántica. El experimento de EPR y las desigualdades de Bell. Teorema de no clonado. Encriptación cuántica. Teleportación.
5. Computación cuántica. Puertas lógicas clásicas y cuánticas. Teleportación. Algoritmos (Deutsch-Jozsa, de búsqueda, Transformada Cuántica de Fourier, factorización y algoritmo de Shor, de Simon, etc.). Realizaciones físicas: fotones ópticos, trampas de iones.
6. Sistemas de muchos cuerpos. Osciladores acoplados: fonón. Medios continuos: fotón.
7. La suma sobre las trayectorias. El propagador de Feynman. La partícula libre. La ecuación de Schrödinger. El oscilador armónico. Teoría de perturbaciones.
8. Breve repaso de la relatividad especial. Notación. Densidad lagrangiana y tensor energía momento. Simetrías y teorema de Noether. Formulación covariante del Electromagnetismo. Invariancia gauge.
9. Partículas sin espín. La ecuación de Schrödinger relativista. La ecuación de Klein-Gordon. Interacciones.
10. Partículas con espín 1/2. La ecuación de Dirac. Simetrías e interacciones. Límite no relativista. Interacción con un campo electromagnético.
11. Fermiones en un campo externo. El átomo de hidrógeno relativista.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de las sesiones presenciales será el establecido por la Facultad de Ciencias y será anunciado con anticipación.

Sesiones de evaluación: la evaluación continua se realizará a lo largo del semestre Las sesiones de evaluación mediante una prueba escrita global son las que el Decanato de la Facultad de Ciencias determina y publica cada año en su página web.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=39153>