

MECÁNICA CUÁNTICA

Curso 2015/2016

(Código:61044075)

1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

La física cuántica es un pilar de la ciencia moderna. Desarrollada inicialmente para explicar el dominio atómico y subatómico, su campo de aplicación no ha dejado de crecer con el tiempo.

Una vez que se han estudiado las asignaturas *Física Cuántica I* y *Física Cuántica II* en el tercer curso del Grado, en las que se han desarrollado las bases del formalismo y diversas aplicaciones (entre las que se cuentan los métodos de aproximación más habituales), la asignatura *Mecánica Cuántica*, optativa de cuarto curso, tiene un enfoque más formal que las anteriores, y pone el énfasis en aspectos más modernos de la teoría.

2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Dentro del Grado en Física, la materia Física Cuántica, se divide en tres asignaturas, dos de ellas en el tercer curso (ambas obligatorias y de 6 ECTS) y una optativa de cuarto curso (de 5 ECTS).

La primera de esas asignaturas (*Física Cuántica I*) es el primer paso en la formalización de las propiedades de la física del mundo microscópico, mientras que la segunda (*Física Cuántica II*) hace un desarrollo más aplicado, prestando especial atención a los métodos de aproximación más habituales, y estudiando sistemas físicos básicos de la física atómica y molecular.

Finalmente, la tercera asignatura, *Mecánica cuántica*, tiene un enfoque más formal y abstracto, y se estudian tanto el formalismo de los espacios de Hilbert (donde se definen los estados y los observables), los estados puros y estados mezcla, la importancia de las simetrías en las propiedades de los operadores y las constantes de movimiento, así como problemas modernos como entrelazamiento, no localidad, medida, etc. También se incluyen temas relativos a la comunicación y la computación cuántica.

3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para abordar esta asignatura es necesario haber estudiado los contenidos de las asignaturas de la materia Física Cuántica del Grado en Física, que son *Física Cuántica I* y *II*.

Además, deben conocerse la estructura de los espacios de Hilbert y utilizar con soltura la transformada de Fourier (conceptos que se han estudiado en las asignaturas de *Métodos Matemáticos I* y *II*, y herramientas que se han utilizado extensamente en *Física Cuántica I* y *II*).

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Manejar el formalismo matemático propio de la Mecánica Cuántica, basado en la descripción de los estados cuánticos como vectores de un espacio de Hilbert y de los observables físicos como operadores definidos en dicho espacio.
- Saber cómo representar esos estados como funciones de onda y cómo su evolución temporal viene determinada por la ecuación de Schrödinger.
- Conocer la relación entre simetrías y observables físicos.
- Conocer las imágenes de Schrödinger, Heisenberg y Dirac.



- Entender la diferencia entre estados puros y estados mezcla, y el concepto de matriz densidad.
- Entender el concepto de medida cuántica y el comportamiento de un sistema cuántico sometido a una medida.
- Entender la noción de entrelazamiento cuántico.
- Analizar los experimentos que ponen de manifiesto el carácter no local de los fenómenos cuánticos.
- Conocer las bases de los mecanismos de comunicación y computación cuántica.

5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Tema 1. EL FORMALISMO Y SU INTERPRETACIÓN

Tema 2. SIMETRÍAS Y LEYES DE CONSERVACIÓN EN MECÁNICA

Tema 3. MATRIZ DENSIDAD

Tema 4. ENTRELAZAMIENTO

Tema 5. COMUNICACIÓN CUÁNTICA

Tema 6. COMPUTACIÓN CUÁNTICA

6.EQUIPO DOCENTE

- [JOSE JAVIER GARCIA SANZ](#)
- [JAVIER RODRIGUEZ LAGUNA](#)

7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la plataforma virtual de la UNED, aLF.

El curso virtual dispone de una herramienta básica para el seguimiento y estudio de la asignatura: los Foros de debate para cada uno de los temas. La intención de esos foros es que se genere debate entre los alumnos respecto a conceptos o aplicaciones. Es importante que se plantee en dichos foros cualquier pregunta que puedan tener los estudiantes (dudas de teoría, ejercicios, problemas, etc.) acerca del estudio de la asignatura, pues así tanto las cuestiones como las respuestas que se den a las mismas serán también útiles para el resto de los alumnos. La participación activa en el debate será siempre bien vista por parte del Equipo Docente y solamente podrá tener consecuencias positivas en la calificación; los posibles errores, de concepto o de desarrollo, nunca serán contados negativamente para el alumno.

Se pretende que en esos foros se inicien los debates planteando dudas o preguntas libremente, pero siempre se debe proponer una respuesta meditada, aunque sea equivocada, indicando por qué tiene dudas sobre la misma.

En el Curso Virtual se establece un calendario de estudio de la asignatura, con una estimación del tiempo que se debe dedicar a cada tema. Siguiendo el esquema temporal del calendario de la asignatura, el estudiante abordará de forma autónoma el estudio de los contenidos de la asignatura.

El equipo docente proporcionará material aclaratorio de la bibliografía básica, documentos de trabajo y ampliación, así como ejercicios resueltos de los temas.

Además, como se indica en el apartado de evaluación, a través del Curso Virtual el equipo docente propondrá las pruebas de evaluación continua.



Los estudiantes podrán recibir las orientaciones y el apoyo del equipo docente a través de las herramientas de comunicación proporcionadas por la plataforma.

8.EVALUACIÓN

El estudiante puede optar por dos modalidades de evaluación:

Modalidad A: consistente en una parte de evaluación continua (a través de actividades prácticas que tendrán lugar a lo largo del curso) y otra parte asociada a la calificación de una prueba presencial.

Modalidad B: consistente en la realización de una única prueba presencial. Esta modalidad es la que permite cursar la asignatura a los estudiantes que, por las circunstancias que sean, no puedan realizar en los plazos establecidos las actividades propias de la evaluación continua de la modalidad A.

El alumno optará por la modalidad A desde el momento en que participe en alguna de las actividades que componen la evaluación continua. La elección de esta opción es irreversible. Lógicamente, habrá optado por la modalidad B si se presenta a la prueba presencial sin haber realizado ninguna de las actividades evaluables propuestas.

Información sobre la evaluación continua

Los estudiantes que opten por la modalidad A, realizarán durante el curso dos actividades evaluables.

La primera consiste en una prueba objetiva (cuestiones cortas de respuesta múltiple), *on line*, sobre la materia correspondiente a la parte del temario que, según el calendario del curso, se haya impartido en el momento en el que se celebra la prueba. La contribución máxima de esta prueba a la calificación final de la asignatura es de 1 punto (10% de la calificación máxima final), siempre que en la prueba presencial se supere una calificación mínima de corte.

La segunda actividad consistirá en la solución de problemas cuya realización requiera un desarrollo más elaborado que la simple aplicación de fórmulas estándar, incluyendo una discusión detallada de los conceptos teóricos utilizados. La descarga de los enunciados y la presentación de la solución se realizará a través de la plataforma virtual. En el Curso Virtual se notificará tanto la fecha de comienzo de la actividad como la de su entrega. Esta prueba será calificada por el profesor tutor del alumno y la contribución máxima de esta prueba a la calificación final de la asignatura es de 2 puntos (que supone una contribución del 20% a la calificación final), siempre que en la prueba presencial se supere la calificación de corte.

La calificación obtenida en la evaluación continua durante el curso se conservará para la prueba presencial extraordinaria de septiembre. Si el alumno se presenta a dicha prueba y supera la calificación de corte, su nota será la suma de ambas calificaciones.

Información sobre la prueba presencial

En ambas modalidades, todos los alumnos realizarán la misma prueba presencial, según el sistema general de Pruebas Presenciales de la UNED. La prueba tiene una duración de dos horas, y consta de cuestiones y problemas relativos a todos los temas del programa.

Para el estudiante que siga la modalidad A (evaluación continua), la Prueba Presencial tendrá un peso del 70% en la calificación final de la asignatura. La calificación máxima de esta prueba presencial será de 7 puntos, si bien se ha de obtener una calificación superior a 3 puntos (*nota de corte*) para que se pueda sumar a la correspondiente calificación de la evaluación continua. Si no se supera la nota de corte el estudiante no podrá aprobar la asignatura.

Por su parte, en la modalidad B la Prueba Presencial tendrá un peso del 100% en la calificación final de la asignatura. La calificación máxima de la prueba será de 10 puntos.

9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA



Comentarios y anexos:

El material básico se pondrá a disposición de los estudiantes en el Curso virtual de la asignatura, e incluirá todos los contenidos básicos de la misma.

Por otra parte, en la bibliografía complementaria se detallan textos para un mejor conocimiento de la asignatura y una profundización en sus contenidos.

10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9786071601766

Título: INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA (2013, tapa blanda)

Autor/es: Luis De La Peña ;

Editorial: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

El texto general de mecánica cuántica

L. E. Ballentine, *Quantum Mechanics: A Modern Development*. World Scientific Publishing Co, 2nd edition (ISBN-10: 9810241054, ISBN-13: 978-9810241056).

cubre todos los temas habituales de un curso de Mecánica Cuántica y recoge algunos de los desarrollos más modernos de la teoría, que están contemplados en los contenidos de la asignatura.

Para la parte más formal del temario, puede ser recomendable la colección de artículos, escrito por uno de los científicos que ha aportado resultados muy importantes acerca de algunas de las propiedades más intrincadas de la mecánica cuántica, del libro

J. S. Bell, *Lo decible y lo indecible en mecánica cuántica*, Alianza Editorial, colección Alianza universidad (AU), (ISBN-10: 8420626619, ISBN-13: 978-84-206-2661-1).

La última edición en inglés es J. S. Bell, *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics: Collected Papers on Quantum Philosophy*. Cambridge University Press, 2nd Revised edition, 2004 (ISBN-10: 0521523389, ISBN-13: 978-0521523387).

El texto INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA (Luis de la Peña, Fondo de Cultura Económica) es probablemente el libro de la materia más completo en castellano. También es algo heterodoxo cuando se trata de cuestiones de interpretación. Además de los desarrollos teóricos contiene una gran cantidad de problemas resueltos. La tercera edición, en tapas blandas, permite la descarga online de muchos más problemas desde la propia editorial.

Otro texto en castellano muy completo es FÍSICA CUÁNTICA, de Carlos Sánchez del Río (coordinador), Editorial Pirámide (5ª edición, 2015, ISBN_978-84-368-3304-1), que es también recomendado para las asignaturas Física Cuántica I y Física Cuántica II del tercer curso de grado. La última edición de este libro incluye dos apéndices dedicados a la información cuántica y al entrelazamiento de sistemas cuánticos.

Para los últimos capítulos del temario es interesante el libro de Michel Le Bellac "A Short Introduction to Quantum Information



and Quantum Computation", Cambridge University Press, 2006 (ISBN-10: 0521860563, ISBN-13: 978-0521860567). Tiene edición electrónica.

Por otra parte, para una discusión a un nivel más divulgativo de esa parte más formal del temario, un libro que pudiera ser de interés es: A. D. Aczel, *Entrelazamiento*, Editorial Crítica (2004). Hay varias ediciones, en tapa dura y en rústica.

11. RECURSOS DE APOYO

Los alumnos dispondrán de diversos medios de apoyo al estudio, entre los que se pueden destacar:

- Curso virtual. La asignatura se imparte virtualizada, de modo que los alumnos tienen la posibilidad de entrar en cualquier momento en el Curso Virtual. Se recomienda encarecidamente la consulta del Curso Virtual, pues en él se podrá encontrar información actualizada sobre aspectos relacionados con la organización académica y actividades del curso, así como material didáctico complementario para la asignatura (consultar el apartado de Metodología para más información). Asimismo, en el Curso Virtual podrá establecer contacto con sus compañeros, con el Profesor Tutor que tenga asignado y con el Equipo Docente de la Sede Central.
- La bibliotecas de los Centros Asociados, donde el estudiante puede consultar la bibliografía básica recomendada y, al menos, una parte de la bibliografía complementaria.

12. TUTORIZACIÓN

La asignatura se imparte virtualizada, y en el curso virtual se ofrece una herramienta para el seguimiento de la asignatura: los Foros de debate por cada uno de los temas, con intención de ayudar a generar debate entre los estudiantes acerca de conceptos o aplicaciones y, como consecuencia, mejorar el aprendizaje.

Al plantear preguntas en los foros (dudas de teoría, ejercicios, problemas, etc.) tanto las dudas como las respuestas pueden ser también útiles para el resto de los estudiantes. Se pretende que en esos foros se inicien los debates planteando dudas o preguntas libremente, pero siempre proponiendo una respuesta meditada al respecto, aunque sea equivocada, indicando por qué se tienen dudas sobre la misma.

Además, a través de las herramientas de comunicación del Curso Virtual los alumnos pueden plantear sus dudas al Equipo Docente o a su Profesor Tutor.

Horario de atención al alumno

El estudiante puede contactar en todo momento a través del curso virtual o por correo electrónico con el equipo docente.

Para cualquier consulta personal o telefónica.

Miércoles, excepto en vacaciones académicas.

En caso de que el miércoles sea día festivo, la guardia se realizará el siguiente día lectivo.

Dr. D. Javier García Sanz, de 12 a 14 h. y de 16 a 18 h.

Despacho 2.03. Facultad de Ciencias de la UNED.

Tel.: 91 398 71 25. gsanz@fisfun.uned.es

Departamento de Física Fundamental, Facultad de Ciencias.

c/ Paseo Senda del Rey nº 9, Ciudad Universitaria,
28040 Madrid

(la Facultad de Ciencias está situada junto al río Manzanares, y al Puente de los Franceses).

