26-27

GRADO EN FÍSICA
TERCER CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

FÍSICA CUÁNTICA II

CÓDIGO 61043070

UNED

26-27

FÍSICA CUÁNTICA II

CÓDIGO 61043070

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
IGUALDAD DE GÉNERO

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FÍSICA CUÁNTICA II
CÓDIGO	61043070
CURSO ACADÉMICO	2026/2027
DEPARTAMENTO	FÍSICA FUNDAMENTAL
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN FÍSICA
CURSO	TERCER CURSO
PERIODO	SEMESTRE 2
Nº ETCS	6
HORAS	150.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La física cuántica es un pilar de la ciencia moderna. Desarrollada inicialmente para explicar el dominio atómico y subatómico, para después pasar a describir las propiedades microscópicas de la física de la materia condensada, su campo de aplicación no ha dejado de crecer con el tiempo.
El objetivo de esta asignatura Física Cuántica II es aplicar y desarrollar el formalismo visto en Física Cuántica I (asignatura obligatoria y de 6 ECTS) para analizar problemas importantes de la Mecánica Cuántica, mostrando el potencial y la relevancia de la misma y resaltando su aplicabilidad a distintos sistemas físicos.
La asignatura presentará conceptos básicos que amplían las posibilidades de interpretación de fenómenos de la naturaleza que no puede describirse mediante la física clásica, como por ejemplo el espín. Por otra parte, se tratarán varias técnicas de aproximación, que permiten obtener soluciones aproximadas para problemas cuya solución exacta es imposible de alcanzar. Esas aproximaciones nos permitirán acercarnos a una descripción más detallada de diversos sistemas físicos (átomos, moléculas).
Todos los contenidos de la asignatura son, asimismo, relevantes para aquellos estudiantes que quieran cursar la asignatura que cierra el bloque de Física Cuántica en el cuarto curso del Grado: Mecánica Cuántica (asignatura optativa de cuarto curso y 5 ECTS).
También debemos reseñar que los conceptos y aproximaciones que se estudian en las asignaturas de Física Cuántica serán fundamentales para abordar las asignaturas obligatorias de cuarto curso: FísicaEstadística, Física del Estado Sólido y Física Nuclear y Subnuclear.
Desde un punto de vista práctico, debemos recordar que la teoría cuántica y sus posibles aplicaciones son de vital importancia, ya que nuestra forma de vivir actual está muy influida por tecnologías fundamentadas en las teorías cuánticas.
El estudio de esta asignatura resulta crucial para estudiantes que deseen en un futuro investigar o trabajar dentro de áreas relacionadas con física teórica, física atómica y

molecular, óptica, física de la materia condensada o tecnologías cuánticas. La física cuántica es la base del conocimiento en muchas de las partes más importante de las áreas que se han mencionado.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para abordar esta asignatura el estudiante deberá conocer la fenomenología básica que dio lugar al desarollo de la Mecánica Cuántica que se explica en la asignatura de **Fundamentos de Física III** de segundo curso del grado en Física. También es recomendable que el estudiante domine los contenidos de las asignaturas de **Fundamentos de Física I y II** de primer curso, así como los conceptos más importantes de asignaturas de matemáticas relacionados con espacios vectoriales, espacios de Hilbert, la transformada de Fourier (contenidos de las asignaturas de **Métodos Matemáticos I y II**) y la estadística.
Es también fundamental que el estudiante domine los contenidos de **Física Cuántica I** y que pueda utilizar con soltura los conocimientos básicos sobre radiación electromagnética que se imparten en la asignatura de **Electromagnetismo II** (de segundo curso).
Solamente si se tienen bien afianzados esos conocimientos previos es posible entender y aprovechar plenamente los contenidos de la asignatura de Física Cuántica II.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	EVA MARIA FERNANDEZ SANCHEZ
Correo Electrónico	emfernandez@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-8863
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos	JULIO JUAN FERNANDEZ SANCHEZ (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	jjfernandez@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7142
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

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.

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.

Profesor: Julio Juan Fernández Sánchez (coordinador)
E-mail: jjfernandez@fisfun.uned.es
Teléfono: 91 398 7142
Horario: Miércoles, de 11:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00
Departamento de Física Fundamental. **Facultad de ciencias** UNED (Av. Esparta s/n Las Rozas, Madrid)

Profesora: Eva Mª Fernández Sánchez
E-mail: emfernandez@fisfun.uned.es
Teléfono: 91 398 8863
Horario: Miércoles, de 11:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00
Departamento de Física Fundamental. **Facultad de ciencias** UNED (Av. Esparta s/n Las Rozas, Madrid)

La nueva Facultad de Ciencias de la UNED se encuentra en Las Rozas, muy cerca del Centro Asociado de la UNED.

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

Las sesiones de tutoría se imparten presencialmente y en línea desde el Centro Asociado de referencia o, en su defecto, desde otro Centro Asociado. A continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Con el estudio de la asignatura el estudiante adquirirá las siguientes ***competencias generales***:

CG07 Resolución de problemas.
CG09 Razonamiento crítico.
CG10 Aprendizaje autónomo.
CG11 Capacidad de análisis y síntesis.

Además. adquirirá las siguientes ***competencias específicas***:

CE01 Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes: su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y los fenómenos que describen; en especial, tener un buen conocimiento de los fundamentos de la física moderna. Será capaz de entender el concepto de espín y su relación con los resultados experimentales.
CE02 Saber combinar los diferentes modos de aproximación a un mismo fenómeno u objeto de estudio a través de teorías pertenecientes a áreas diferentes.
CE07 Ser capaz de identificar los principios físicos esenciales que intervienen en un

fenómeno y hacer un modelo matemático del mismo; ser capaz de hacer estimaciones de órdenes de magnitud y, en consecuencia, hacer aproximaciones razonables que permitan simplificar el modelo sin perder los aspectos esenciales del mismo.
CE11 Ser capaz de trabajar con un alto grado de autonomía y de entrar en nuevos campos de la especialidad a través de estudios independientes.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

•Analizar los experimentos que conducen a la introducción del espín y su significado físico.
•Entender las diferencias introducidas por la indistinguibilidad de las partículas en el comportamiento de las partículas en un sistema cuántico.
•Conocer el significado de la teoría de perturbaciones independientes del tiempo, y cómo se aplica.
•Comprender la aplicación del método variacional en mecánica cuántica.
•Saber escoger las funciones de prueba adecuadas para la obtención de cotas por el método variacional.
•Desarrollar los diferentes modos de aproximación para perturbaciones dependientes del tiempo.
•Conocer la regla de oro de Fermi para las probabilidades de transición.
•Resolver la ecuación de Schrödinger para problemas unidimensionales y tridimensionales, en particular los invariantes bajo rotaciones (átomo de hidrógeno, oscilador armónico).
•Utilizar el principio de Pauli para explicar la estructura de la tabla periódica de los elementos.
•Aplicar la teoría de perturbaciones al cálculo de la estructura fina de los espectros atómicos.
•Adquirir nociones básicas sobre el enlace químico y los espectros moleculares, así como conocer la relación entre niveles electrónicos, vibracionales y rotacionales en moléculas.

CONTENIDOS

Tema 1: Espín. Partículas idénticas

NOTA PREVIA IMPORTANTE:
En el Curso virtual se explican los recursos que se aportan a los estudiantes para el aprendizaje de la asignatura, y se incluye un amplio material complementario con un buen conjunto de problemas y ejercicios resueltos.
También hay un esquema de plan de trabajo, si bien se considera meramente orientativo ya que el estudiante adoptará el ritmo de trabajo que mejor se adecúe a sus circunstancias personales.

1. ESPÍN. PARTÍCULAS IDÉNTICAS

1.1. Momento magnético
1.2. El experimento de Stern-Gerlach
1.3. Significado físico del espín
1.4. Espacio de los estados. Espinores
1.5. Combinación de espines. Sistemas de dos partículas de espín 1/2
1.6. Partículas idénticas. Indistinguibilidad
1.7. El principio de simetrización
1.8. Bosones y fermiones. Teorema de conexión espín-estadística
1.9. Partículas idénticas sin interacción mutua. Principio de exclusión
1.10. Efecto de la estadística sobre el espectro energético

Tema 2: Perturbaciones independientes del tiempo

2. TEORÍA DE PERTURBACIONES ESTACIONARIAS

2.1. Teoría de perturbaciones estacionarias
2.2. Perturbaciones para niveles no degenerados
2.3. Perturbaciones para niveles degenerados

Tema 3: Átomo de hidrógeno

3. EL ÁTOMO DE HIDRÓGENO

3.1. El átomo de hidrógeno. Reducción del problema de dos cuerpos
3.2. El átomo de hidógeno. Estados estacionarios de átomos monoelectrónicos
3.3. El átomo de hidrógeno. Correcciones a la ecuación radial

Tema 4: Estructura fina e hiperfina

4. ÁTOMO DE HIDRÓGENO: ESTRUCTURA FINA E HIPERFINA; CAMPOS EXTERNOS

4.1. Estructura fina del átomo de hidrógeno
4.2. Estructura hiperfina del átomo de hidrógeno
4.3. El átomo de hidrógeno en presencia de campos externos

Tema 5: Átomos multielectrónicos

5. ÁTOMOS MULTIELECTRÓNICOS

5.1. El átomo de helio
5.2. Descripciones simplificadas de átomos multielectrónicos

5.3. Las aproximaciones de Hartree y Hartree-Fock
5.4. átomos multielectrónicos. Tabla Periódica

Tema 6: Perturbaciones dependientes del tiempo

6. PERTURBACIONES DEPENDIENTES DEL TIEMPO

6.1. Perturbaciones constantes. La aproximación súbita
6.2. Perturbaciones adiabáticas. La aproximación adiabática
6.3. Teoría general de perturbaciones dependientes del tiempo
6.4. Perturbaciones periódicas. La regla de oro
6.5. Absorción y emisión de radiación. Reglas de selección

Tema 7: Método variacional

7. MÉTODO VARIACIONAL

7.1. Principios variacionales
7.2. Método de Ritz
7.3. El método variacional paramétrico
7.4. Cotas inferiores

Tema 8: La molécula de H2 +. Enlace químico.

8. LA MOLÉCULA DE H+2 . ENLACE QUÍMICO

8.1. La aproximación de Born-Oppenheimer
8.2. La molécula de H+2
8.3. La molécula de hidrógeno
8.4. El enlace químico

Tema 9: Moléculas

9. MOLÉCULAS

9.1. Introducción. Estructura molecular
9.2. Espectros rotacionales
9.3. Espectros vibro-rotacionales
9.4. Espectros electrónicos

METODOLOGÍA

La docencia de la asignatura se desarrolla de acuerdo a la metodología de la enseñanza a distancia característica de la UNED, en la que el trabajo autónomo personal y continuado del estudiante es pieza fundamental.
Este estudio autónomo se verá apoyado por el equipo docente a través del Curso virtual de la asignatura, en el que se ofrecen:
–- material complementario (que incluye una amplia colección de problemas resueltos) que enmarca el contenido de los textos básicos dentro de la progresión de la asignatura, y ofrece complementos útiles.
–- los ***Foros de debate*** por cada uno de los temas, cuyo objetivo es que se planteen dudas (respecto a conceptos, a aplicaciones, ejercicios, problemas, etc.) y que se genere debate entre los estudiantes sobre ellas y de los conceptos o aplicaciones y, como consecuencia, mejorar el aprendizaje. Al plantear preguntas en los foros (dudas respecto a conceptos a aplicaciones, ejercicios, problemas, etc.), tanto las dudas como las respuestas pueden resultar muy útiles para el resto de los estudiantes. 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, no serán contados negativamente para el alumno. Se pretende que los debates se inicien planteando dudas o preguntas libremente, pero siempre aportando una respuesta meditada al respecto, aunque sea equivocada, indicando por qué no se tiene seguridad sobre la misma.
–- herramientas para la realización de las **pruebas de evaluación continua** (PECs), que se propondrán a través del Curso virtual, con el objetivo de fomentar el aprendizaje de la asignatura. Sobre la evaluación de esas pruebas, consúltese el apartado "*Sistema de evaluación*".
–- una distribución temporal (estimativa) de las diversas actividades del curso y una estimación del tiempo que se debe dedicar a cada tema. Siguiendo ese esquema temporal de la asignatura, el estudiante abordará de forma autónoma el estudio de los contenidos de los textos básicos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	4
Duración del examen	120 (minutos)

Material permitido en el examen

En el **examen se permitirá el uso de un libro de Tablas y Fórmulas**. Dicho libro deberá ser un libro editado (en ningún caso un conjunto de hojas manuscritas por el estudiante) y no podrá contener anotaciones que no sean del texto editado.

Criterios de evaluación

El examen está formado por cuatro preguntas de desarrollo. La puntuación de cada una de las preguntas se incluirá en el enunciado de la prueba presencial, aunque debe de tenerse en cuenta que la evaluación del examen es global. Se evaluará el planteamiento, desarrollo y resolución de cada una de las preguntas.

% del examen sobre la nota final	100
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

Comentarios y observaciones

Para sumar la aportación de las pruebas de evaluación continua, el estudiante debe obtener en la prueba presencial al menos cinco puntos sobre diez.

La calificación máxima que puede obtenerse realizando únicamente la prueba presencial es de 10 puntos.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si

Descripción

La primera prueba de evaluación continua o PEC1 consistirá en un test de calificación objetiva realizado en línea. La prueba se corresponderá con el contenido de los temas 1 a 4 de la asignatura. La PEC1 será en marzo o abril.

La segunda prueba de evaluación continua o PEC2 consistirá en un conjunto de preguntas similares a las que el estudiante encontrará en la Prueba Presencial. Los contenidos de la prueba corresponderán a los temas del 1 al 7 de la asignatura. La fecha de realización aproximada de la PEC2 será finales de abril principios de mayo.

Criterios de evaluación

La puntuación de cada uno de las preguntas se incluirá en el enunciado de las PECs. Se evaluará el planteamiento, desarrollo y resolución de las mismas.

La primera prueba de evaluación continua, o PEC1, es un test que podrá aportar hasta 0.5 puntos a la nota final de la asignatura. No es necesario alcanzar una puntuación mínima en la prueba.

La segunda prueba de evaluación continua tendrá una estructura similar a la Prueba Presencial. Podrá aportar hasta 0.5 puntos a la nota final de la asignatura. No es necesario alcanzar una puntuación mínima en la prueba.

Ponderación de la PEC en la nota final	Suma hasta un máximo de 1.00 puntos. Su aportación se suma a la nota final de la prueba presencial en el caso de que al menos sea de cinco puntos sobre los diez posibles.

Fecha aproximada de entrega	PEC1/marzo o abril. PEC2/abril o mayo. Las fechas concretas serán anunciadas en el curso virtual.

Comentarios y observaciones

Las pruebas de evaluación continua tienen carácter voluntario. Su contribución se añadirá a la calificación del examen **si ésta es al menos de cinco puntos sobre diez.**

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?	No
Descripción	
Criterios de evaluación	
Ponderación en la nota final	0
Fecha aproximada de entrega	
Comentarios y observaciones	

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

-- Si el estudiante no ha realizado la prueba de evaluación continua, su nota será la obtenida en la Prueba Presencial.

-- Si el estudiante ha realizado la evaluación continua, su aportación se podrá añadir a la calificación obtenida en la Prueba Presencial siempre que esta sea, al menos, de cinco sobre diez puntos. En caso de que el estudiante no alcance la puntuación requerida en la prueba presencial no se le sumará la nota de las PECs.

Nota sobre la convocatoria de septiembre: En caso de los estudiantes calificados en las PECs, su posible aportación a la calificación final se guardará para la convocatoria de septiembre. Solamente tendrán nota de las PECs si las han realizado en las fechas correspondientes del curso.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9786071601766
Título:INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA2013, tapa blanda
Autor/es:Luis De La Peña ;
Editorial:FONDO DE CULTURA ECONÓMICA

ISBN(13):9788436833041
Título:FÍSICA CUÁNTICA5ª edición, 2015
Autor/es:Carlos Sánchez Del Río (Coordinador) ;
Editorial:PIRÁMIDE

Cualquiera de los dos textos que se mencionan en este apartado es suficiente, junto con los apuntes que hay en el curso virtual (y que son de apoyo) para preparar la asignatura.

El texto **FÍSICA CUÁNTICA** (7ª edición, 2020, Editorial Pirámide), cuyo coordinador es el profesor **Sánchez del Río**, es un libro colectivo de un grupo de profesores de la Universidad Complutense de Madrid.
El contenido de este texto es más amplio que el temario de la asignatura. Eso es una ventaja, aunque a costa de que sus contenidos estén un poco desperdigados, y de que el enfoque y la notación de los distintos temas no sea completamente uniforme. En cualquier caso, es un buen texto para utilizar a este nivel.
Para cubrir los contenidos del curso deben estudiarse, de este libro:
CAPÍTULOS COMPLETOS:
Caps. 13,14,19,20,23,24,26,27 y 28.
SECCIONES DE OTROS CAPÍTULOS:
Sec 12-3,
Sec14-1 a 14-3 y 14-4,
Sec 15-1 a 15-6.

El texto **INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA** (**Luis de la Peña**, Fondo de Cultura Económica) es claramente más avanzado, siendo uno de los mejores escritos en castellano sobre la materia. Su contenido es también más amplio que el temario de la asignatura, y puede servir de base para quien desee introducirse en temas más avanzados. También es algo heterodoxo cuando se trata de cuestiones de interpretación.
Además de los desarrollos teóricos contiene una gran cantidad de problemas resueltos y la tercera edición en tapas blandas permite la descarga online de muchos más problemas desde la propia editorial.
Los capítulos que cubren el contenido del curso son:
-- Caps 13,14,15,17,18 y 19.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9786077815051
Título:FUNDAMENTOS DE FÍSICA CUÁNTICA1ª
Autor/es:Pereyra Padilla, Pedro ;
Editorial:REVERTE

El texto *FUNDAMENTOS DE FÍSICA CUÁNTICA* (Editorial Reverté) es de un profesor de la Universidad Autónoma Metropolitana de México, y tiene un enfoque moderno. Mucho de su temario cubre los contenidos de la asignatura *Física Cuántica II*, aunque lo hace de manera bastante concisa.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Todos los recursos de apoyo al estudio están contenidos en el Curso virtual.
El estudiante ha de prestar particular atención a:
1.- El Material didáctico complementario, que enmarca y explica los contenidos que se exponen más en detalle en los textos básicos, y que incluye una buena colección de ejercicios y problemas.
2.- El Curso Virtual, donde estará a disposición la información actualizada sobre la organización académica y actividades del curso, los anuncios acerca de las **pruebas de evaluación continua** (PECs), que tienen el objetivo de fomentar el aprendizaje de la asignatura, etc. Sobre la evaluación de esas pruebas, recuerde consultar el apartado "*Sistema de evaluación*".
3.- Los *Foros de debate* del Curso virtual, que han de servir para que las dudas, comentarios y sugerencias sobre los temas de la asignatura se puedan compartir y ser útiles para todos los miembros del curso.
4.- Por otra parte, debe recordarse que en las bibliotecas de los Centros Asociados se puede consultar la bibliografía básica recomendada y la bibliografía complementaria.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.