

Fenómenos Cuánticos II

Código: 106817
Créditos ECTS: 6

2025/2026

Titulación	Tipo	Curso
Nanociencia y Nanotecnología	OB	3

Contacto

Nombre: Javier Rodríguez Viejo

Correo electrónico: javier.rodriguez@uab.cat

Equipo docente

Marta Gonzalez Silveira

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

Es recomendable haber aprobado la asignatura "Fenómenos Cuánticos I"

Objetivos y contextualización

Adquisición de conocimientos básicos de Mecánica Cuántica complementarios de los impartidos en la asignatura

En la primera unidad se pone énfasis y se amplían algunos temas abordados en la asignatura de Fenómenos C

En la tercera unidad se hace una breve introducción a las estadísticas y estudio de la densidad de estados y en

y una breve introducción a las barreras parabólicas e hiperbólicas, con aplicaciones a la nanociencia. La asigna

Resultados de aprendizaje

1. CM16 (Competencia) Aplicar los conocimientos físicos a la resolución de problemas en la nanoescala
2. KM29 (Conocimiento) Reconocer los principios de la mecánica cuántica y su aplicación en la descripción de la estructura y propiedades de la materia a escala atómica y molecular.
3. SM27 (Habilidad) Aplicar las herramientas de la física cuántica y del cálculo computacional a sistemas sencillos.
4. SM28 (Habilidad) Reunir, sintetizar y presentar resultados y conclusiones de publicaciones científicas.

Contenido

1. Introducción

- 1.1. Ecuación de Schrödinger (ES) independiente del tiempo. Dualidad onda-corpúsculo. Función de onda. Hamiltoniano.
- 1.2. Linealidad.
- 1.3. ES dependiente del tiempo. Superposición. Densidad de corriente.
- 1.4. Operadores y observables. Postulado de medida.
- 1.5. Principio de incertidumbre.
- 1.6. Funciones y vectores. Notación de Dirac.
- 1.7. Álgebra lineal. ES en notación matricial.

2. Electrones en pozos de potencial

- 2.1. Pozo de potencial cuadrado infinito. Solución, funciones de onda y ortogonalidad. Evolución temporal.
- 2.2. Nanoestructuras y heteroestructuras físicas de baja dimensionalidad (2D, 1D, 0D).
- 2.3. Aproximación de masa efectiva, función de onda envolvente.
- 2.4. Pozo de potencial cuadrado finito y simétrico.
- 2.5. Pozos de potencial cuadrados dobles con y sin interacción.
- 2.6. Pozos parabólicos: El oscilador armónico.
- 2.7. Pozos triangulares.
- 2.8. Potenciales esféricos. Puntos cuánticos semiconductores.

3. Métodos aproximados

- 3.1. Teoría de perturbaciones independientes del tiempo. No degenerada y degenerada.
- 3.2. Método Variacional.

4. Sólidos periódicos (electrones en cristales)

- 4.1. Condiciones de periodicidad. Teorema de Bloch.
- 4.2. Modelo de Kronig-Penney. Formación de bandas.
- 4.3. Aproximación de enlaces fuertes (tight binding approximation).

4.4. Cadena unidimensional. Formación de bandas.

4.5. Bandas en semiconductores

5. Densidad de estados y ocupación

5.1. Longitudes características en sistemas mesoscópicos. Pozos, hilos y puntos cuánticos.

5.2. Funciones de distribución. Maxwell-Boltzmann, Fermi-Dirac y Bose-Einstein.

5.3. Dimensionalidad y niveles de energía. Modelo de Sommerfeld de los electrones libres. Ondas viajeras: condiciones de contorno de Born-von Kármán.

5.4. Densidad de estados (DOS); nivel de Fermi. DOS en 3D en el modelo de Sommerfeld. Nivel de Fermi. DOS en 3D para ondas viajeras. DOS en 2D i 1D.

5.5. Ocupación de los niveles de energía.

6. Electrones en campos externos

6.1. Efecto de un campo magnético sobre un gas de electrones.

6.2. Potencial vector y experimento de Aharonov-Bohm.

6.3. Campo magnético en un sistema 2D: niveles de Landau y densidad de estados.

6.4. Campos eléctricos.

7. El momento angular

7.1. Momento angular orbital. Operadores y funciones de onda asociadas.

7.2. El operador L^2 . Armónicos esféricos.

7.3. Medida experimental de momentos angulares.

7.4. Momento angular de Espín. Matrices de Pauli. Experimento de Stern-Gerlach.

8. Átomo de hidrógeno

8.1. Revisión del átomo de hidrógeno. Ecuación radial y angular.

8.2. Estructura fina: corrección relativista y acoplamiento espín-órbita.

8.3. Estructura hiperfina.

8.4. *Electrones en un campo magnético. Precesión.*

8.5. Efecto Zeeman.

8.6. Átomos multielectrónicos.

8.7. Átomos/iones en presencia de campos magnéticos externos: Momento magnético. Efecto Zeeman.

9. Aplicaciones en Nanociencia

9.1. Barrera de potencial cuadrada en 1D; efecto túnel. Escalón de potencial cuadrado en 1D. Barreras Delta. Transporte electrónico.

9.2. Pozos con doble barrera de potencial; el diodo túnel resonante. Transmisión.

9.3. Superredes: fotodetectores de infrarrojos.

- 9.4. Pozo cuántico triangular: MODFET. Moduladores.
- 9.5. Efecto Hall cuántico en semiconductores y materiales 2D.
- 9.6. Acoplamiento spin-órbita más allá del átomo de hidrógeno

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas	16	0,64	
Clases de teoría	30	1,2	
resolucion de problemas en grupo	8	0,32	
Tipo: Supervisadas			
Presentaciones orales	6	0,24	
Resolución de problemas	6	0,24	
Tipo: Autónomas			
Estudio	68	2,72	

Clases de teoría

El professor/a explicará el contenido del programa en soporte audiovisual. Se dispondrá de material de soporte para librar a los alumnos.

Clases de problemas

Las clases de problemas servirán para consolidar y ver como se lleva a la práctica los conocimientos adquiridos en las clases de teoría. Se irán intercalando con las clases de teoría para reforzar aspectos determinados, o bien se harán al finalizar cada una de las unidades temáticas. Parte de los problemas los resolverá el profesor. Por otro lado, los alumnos dispondrán de los enunciados de los ejercicios que tendrán que ir resolviendo a lo largo del curso. El planteamiento/solución de los ejercicios se hará en clases de problemas bajo la dirección del profesor. Los alumnos resolverán y expondrán en clase los problemas no resueltos por el profesor.

Actividades dirigidas

Resolución de problema en clase y en grupo con interacción con el profesor

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Exámenes escritos (parciales y final)	70%	8	0,32	CM16, KM29, SM27
Problemas resueltos	15%	2	0,08	CM16, SM27
Trabajos, lecturas, actividades varias	15%	6	0,24	CM16, KM29, SM27, SM28

Exámenes escritos:

Supondrán el 70% de la nota. Se programarán dos exámenes parciales a lo largo del curso y un examen final. Los dos exámenes parciales tienen el mismo peso (35%). Si se han aprobado los dos exámenes parciales no será necesario presentarse al examen final. En caso de no haber aprobado uno o los dos parciales habrá que hacer el examen final. Es obligatorio aprobar esta parte para aprobar la asignatura.

En caso de que los alumnos no resuelvan problemas en grupo ni entreguen las actividades complementarias, los dos exámenes escritos supondrán el 100% de la nota.

Problemas resueltos:

Supondrán el 15% de la nota. Los alumnos deberán entregar al profesor un documento con los problemas resueltos, y exponerlos a clase. La resolución de los problemas, entrega de los documentos correspondientes y exposición en clase son obligatorios para aprobar la asignatura.

Actividades dirigidas

Supondrán el 15 % de la nota de la asignatura.

Examen de recuperació: Per tal de fer la recuperació l'alumne ha de presentar-se a la part que no hagi superat el 4. També es pot presentar qualsevol alumne a pujar nota. La nota que obtingui en l'examen de recuperació serà la nota que servirà per fer promig amb les altres activitats avaluable.

Examen de recuperación:

Para hacer la recuperación el alumno tiene que presentarse a la parte que no hay superado el 4. Cualquier alumno puede presentarse a subir nota, pero la nota que saque en el examen de recuperación será la nota con la que se hará media para obtener la calificación final del curso.

Evaluación única

El alumnado que se haya acogido a la modalidad de evaluación única deberá realizar una prueba final que consistirá en un examen de teoría en el que deberá responder a una serie de cuestiones cortas. Seguidamente, deberá realizar una aprobación de problemas donde deberá resolver una serie de ejercicios similares a los que se han trabajado en las sesiones de problemas. Cuando haya finalizado, entregará los informes correspondientes a soluciones de problemas y la entrega de un trabajo.

La calificación del estudiante será la media ponderada de las tres actividades anteriores, donde el examen de teoría supondrá el 35% de la nota, el examen de problemas el 35% y la entrega de los problemas y trabajos será del 30% .

Si la nota final no alcanza 5, el estudiante tiene otra oportunidad de superar la asignatura mediante el examen de recuperación que se celebrará en la fecha que fije la coordinación de la Titulación. En esta prueba se podrá recuperar el 70% de la nota correspondiente a la teoría y los problemas. La parte de entrega de problemas y trabajos no es recuperable

Bibliografía

No hay un texto básico de referencia, pero sí dos libros relevantes para la asignatura. También se utilizará el pdf

Introduction to quantum mechanics, David J. Griffiths, Cambridge University Press

The physics of low dimensional semiconductors. An introduction. John H. Davies, Cambridge University Press

Software

Se utilizan herramientas informáticas básicas basadas en windows para presentar documentos tipo ppt, pdf o word.

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre de 2025. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(PAUL) Prácticas de aula	1	Catalán	primer cuatrimestre	tarde
(SEM) Seminarios	1	Catalán/Español	primer cuatrimestre	tarde
(TE) Teoría	1	Catalán/Español	primer cuatrimestre	tarde