Universitat Autònoma de Barcelona

2023/2024

Física de Nanomateriales

Código: 100184
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500097 Física	OT	4	2

Contacto

Nombre: Marta Gonzalez Silveira

Correo electrónico: marta.gonzalez@uab.cat

Idiomas de los grupos

Puede consutarlo a través de este enlace. Para consultar el idioma necesitará introducir el CÓDIGO de la asignatura. Tenga en cuenta que la información es provisional hasta el 30 de noviembre del 2023.

Equipo docente

Cristian Rodriguez Tinoco

Marta Gonzalez Silveira

Prerrequisitos

Es recomendable, aunque no imprescindible, haber cursado Física del Estado Sólido.

Objetivos y contextualización

El objectivo de esta asignatura es proporcionar los fundamentos que permitan al estudiante entender cómo varían las propiedades físicas (electrónicas, ópticas, térmicas, magnéticas y de transporte) de los materiales en la escala nanométrica.

Competencias

- Actuar con responsabilidad ética y con respeto por los derechos y deberes fundamentales, la diversidad y los valores democráticos.
- Actuar en el ámbito de conocimiento propio valorando el impacto social, económico y medioambiental.
- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.

- Conocer las bases de algunos temas avanzados, incluyendo desarrollos actuales en la frontera de la Física, sobre los que poder formarse posteriormente con mayor profundidad.
- Formular y abordar problemas físicos identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si fuera necesario, para llegar a una solución que debe ser presentada explicitando hipótesis y aproximaciones.
- Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
- Planear y realizar, usando los métodos apropiados, un estudio o investigación teórico e interpretar y presentar los resultados.
- Planear y realizar, usando los métodos apropiados, un estudio, medida o investigación experimental e interpretar y presentar los resultados.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Realizar trabajos académicos de forma independiente usando bibliografía, especialmente en inglés, bases de datos y colaborando con otros profesionales.
- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionando las herramientas apropiadas, construyendo modelos adecuados, interpretando resultados y comparando críticamente con la experimentación y la observación.

Resultados de aprendizaje

1. Calcular diagramas de bandas en sistemas de baja dimensionalidad.
2. Calcular la absorción y emisión de luz en nanopartículas semiconductoras.
3. Calcular y analizar las características del gas de electrones bidimensional.
4. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
5. Correlacionar las modificaciones de las propiedades físicas en la nanoescala con el desarrollo de nuevos dispositivos.
6. Explicar el codi deontològic, explícit o implícit, de l`àmbit de coneixement propi.
7. Identificar la importancia de la dimensionalidad en las propiedades electrónicas, térmicas, ópticas, magnéticas y de transporte en los materiales.
8. Identificar las implicaciones sociales, económicas y medioambientales de las actividades académico-profesionales del ámbito de conocimiento propio.
9. Identificar las modificaciones de las propiedades físicas al disminuir el tamaño a la escala nanométrica.
10. Identificar los principios básicos del transporte electrónico y fonónico para su posterior aplicación en sistemas avanzados de baja dimensionalidad.
11. Identificar situaciones que necesitan un cambio o mejora.
12. Interpretar la simplificación de las ecuaciones de transporte en el límite balístico.
13. Medir la luminiscencia de puntos cuánticos semiconductores.
14. Obtener modelos simplificados de bandas de energía para describir el comportamiento electrónico de sólidos de baja dimensionalidad.
15. Profundizar en la descripción de la interacción radiación-materia en sistemas nanométricos.
16. Racionalizar los resultados obtenidos en el laboratorio en relación a los fenómenos físicos observados considerando la influencia de la dimensionalidad en las medidas experimentales.
17. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
18. Realizar trabajos académicos de forma independiente usando bibliografía, especialmente en inglés, bases de datos y colaborando con otros profesionales.
19. Relacionar la dimensionalidad con las dimensiones características de las partículas en la nanoescala.
20. Simular las propiedades de transporte mediante analogías con circuitos electrónicos.
21. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
22. Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.

23. Utilizar el cálculo en una y varias variables, las ecuaciones diferenciales y el cálculo matricial en el estudio de las propiedades físicas de los nanomateriales.
24. Utilizar el formulismo de Landauer para describir el transporte balístico.

Contenido

1. Métodos de obtención de NANOCRISTALES y MATERIALES NANOCRISTALINOS

1.1. Nucleación y Crecimiento

1.2 A partir de fase vapor

1.3. A partir de fase líquida

1.4. A partir de fase sólida

2. Efectos de TAMAÑO en las propiedades físicas.

2.1 Propiedades electrónicas: Confinamiento en 1,2,3 dimensiones

2.1.1. Red lineal o circular de átoms de carbono.

2.1.2. Partículas en pozos de potencial quadrados.

2.1.3. Estructura de bandas y densidad de estados en función de la dimensionalidad.

2.1.4. Confinamiento en presencia de un campo eléctrico: pozo de potencial triangular.

2.1.5. Confinamiento en presencia de un campo magnético: pozo de potencial parabólico.

2.1.5.1. Niveles de Landau. Efecto Hall quántico.

2.2. Propiedades de transporte electrónico

2.2.1 Transporte balístico: Formulismo de Landauer

2.2.2. Transporte túnel: Función escalón. Barrera cuadrada. Corrient en 1D. Efecto túnel resonante. Tunnelling en heteroestructuras.

2.2.3 Aplicaciones: Dispositivos electrónicos y magnéticos basados en heterostructuras.

2.3.Propiedades ópticas

2.3.1 Excitones: interacciones coulombianas.

2.3.2 Emisión y absorción de luz(interbanda, intrabanda).

2.3.3 Aplicaciones tecnológicas

2.4. Propiedades térmicas

2.4.1 Capacidad calorífica

2.4.2 Temperatura y entalpía de fusión en nanopartículas metálicas y semiconductoras.

2.4.3 Ejemplos y Aplicaciones tecnológicas.

2.4.4 Transporte térmico.

2.4.5 Efectos Seebeck y Peltier

Prácticas de laboratorio

1. Influencia del tamaño sobre la emisión de luz en puntos quánticos semiconductores de CdSe.
2. Determinación de la curva IV en un díodo túnel resonante.
3. Transporte térmico en sistemas bidimensionales

Metodología

En este curso se ofrece enseñamiento específico, el cuál se llevará a cabo a partir de las actividades formativas descritas a continuación. Las horas de trabajo que se especifican para cada actividad formativa corresponden al alumno promedio. Naturalmente, no todos los alumnos necesitan el mismo tiempo para aprender conceptos y realizar determinadas actividades, de manera que la distribución temporal hay que entenderla como orientativa. En esta asignatura se intenta potencial la participación activa del estudiante com una herramienta relevante en el aprendizaje.

Actividades formativas dirigidas:

Clases magistrales: clases en las que el profesor de teoría explica los conceptos más relevantes de cada tema. Habitualmente son clases en pizarra aunque también se utiliza el proyector. Los alumnos disponen de los apuntes en el campus virtual con antelación.

Clases de problemas: clases en las que el profesor de problemas explica a los alumnos como resolver los problemas tipo de la asignatura. El profesor resolverá en detalle una lista de problemas seleccionados, y propondrá a los alumnos una lista de problemas que deberán entregarse de forma obligatoria, dado que forman parte de la evaluación de la assignatura.

Clases de discusión: Se recomienda la lectura de artículos científicos relacionados directamente con la temática de la asignatura y se discute su contenido en clase.

Prácticas de laboratorio: Los alumnos realizarán prácticas de laboratorio como una herramienta más de aprendizaje.

Actividades formativas supervisadas:

Tutorías: en las horas de atención a los alumnos, los profesores estarán disponibles para las consultas de los alumnos que tengan dudas sobre cualquiera de los temas del temario.

Activitats formatives autònomes:

Resolución de problemas y entrega de problemas adicionales: el alumno deberá resolver los problemas de la lista que proponen los profesores y los problemas adicionales que pida el profesor de problemas o los que el alumno quiera hacer por su cuenta para preparar mejor la asignatura.

Estudio y preparación de exámenes: Trabajo personal del alumno con el objectivo de adquirir los conceptos teóricos de la asignatura y las habilidades necesarias para la resolución de problemas.

Trabajos: de manera opcional los estudiantes pueden hacer trabajos que requieren de un nivel de programación adecuado para resolver problemas relacionados con temas de la asignatura.

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.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de discusión de artículos científicos	3	0,12	
Clases de problemas	12	0,48	
Clases de teoría	27	1,08	
Laboratorio	7	0,28	
Tipo: Autónomas			
Estudio y preparación de exámenes	51	2,04	
Realización de trabajos	20	0,8	
Resolución de problemas y entrega de problemas adicionales	17	0,68	
Tutorías	5	0,2	

Evaluación

Resolución de problemas y participación en lecturas: 10 % de la nota final.

Trebajos de prácticas (realización, informe, entrevista): 10 % de la nota final.

Examen1 : 40% de la nota final.

Examen 2: 40% de la nota final

Examen recuperación: 80% nota final (para poder presentarse al examen de recuperación, es necesario haber sido evaluado préviamente de al menos 2/3 de la nota final)

Evaluación única

Las personas que decidan acogerse a la opción de evaluación única deberán hacer un único examen en el cual se evaluará el contenido al completo de la asignatura. Este examen tindrá lugar el mismo día que el reso del alumnado realiza el segundo parcial y contará un 80% de la nota final.

Las sesiones de laboratorio, así como la entrega de informes (10% de la nota final) y la entrega de los ejercicios propuestos en clase (10% de la nota final) son obligarorios. En este caso, la entrega de todas las entregas se realizará el mismo día del examen.

En el caso en que la nota final de la asignatura sea inferior a 5, quien siga la evaluación única tendrá la oportunidad de realizar un segundo examen que contará el 80% de la nota final. La fecha de este examen será notificada por la coordinación del grado.

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje

Entrega de problemas y lectura de actículos	10%	0	0	15, 1, 3, 2, 4, 5, 8, 18, 10, 7, 6, 9, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Examen parcial I	40%	2	0,08	1, 3, 4, 5, 8, 7, 6, 9, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24
Examen parcial II	40%	2	0,08	15, 2, 5, 8, 10, 7, 6, 9, 11, 12, 14, 19, 20, 23, 24
Examen recuperación parciales	80%	3	0,12	15, 1, 3, 2, 4, 5, 8, 10, 7, 6, 9, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24
Prácticas de laboratorio	10%	1	0,04	15, 2, 4, 5, 18, 10, 7, 6, 9, 11, 13, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24

Bibliografía

Solid State Physics, N.W.Ashcroft, N.D. Mermin, Saunders College Publishing.

The Physics of Low dimensional semiconductors: An introduction, J.H.Davies, Cambridge University Press, 1997.

Quantum semiconductor structures: Fundamentals and applications , C.Weisbuch, B.Vinter, Academic Press, 1991.

Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Ed. A. S. Edelstein, R. C. Cammarata, Institute of Physics, 1998.

The atomistic nature of crystal growth, B.Mutaftschiev,... Springer-verlag, 2003.

Software

No se requiere ningún programario específico.