

**Nanotecnología para la Información y las Comunicaciones**

Código: 103295  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2501922 Nanociencia y Nanotecnología	OT	4	1

### Contacto

Nombre: Xavier Cartoixa Soler  
Correo electrónico: xavier.cartoixa@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí  
Algún grupo íntegramente en español: No

### Otras observaciones sobre los idiomas

Parte del curso impartido en castellano. Habrá materiales del curso en inglés.

### Equipo docente

Jordi Suñé Tarruella

### Prerequisitos

Es necesario tener conocimientos básicos de Mecánica Cuántica, dispositivos electrónicos y estado sólido.

### Objetivos y contextualización

- Identificar los límites físicos de las tecnologías actuales de procesado de la información i conocer qué alternativas se proponen desde la nanotecnología.
- Conocer los fundamentos de las diferentes aproximaciones al transporte electrónico en dispositivos.
- Describir el funcionamiento de dispositivos nanoelectrónicos, nanofotónicos y espintrónicos.

### Competencias

- Adaptarse a nuevas situaciones.
- Aplicar los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología.
- Aprender de forma autónoma.
- Comunicarse con claridad en inglés.
- Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.

- Demostrar que comprende los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología.
- Gestionar la organización y planificación de tareas.
- Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiada.
- Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo la utilización de medios telemáticos e informáticos.
- Operar con un cierto grado de autonomía e integrarse en poco tiempo en el ambiente de trabajo
- Proponer ideas y soluciones creativas.
- Razonar de forma crítica.
- Reconocer los términos relativos al ámbito de la Física, Química y Biología, así como a la Nanociencia y la Nanotecnología en lengua inglesa y utilizar eficazmente el inglés en forma escrita y oral en su ámbito laboral.
- Reconocer y analizar problemas físicos, químicos y biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo en casos necesarios el uso de fuentes bibliográficas.
- Resolver problemas y tomar decisiones.
- Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.

## Resultados de aprendizaje

1. Adaptarse a nuevas situaciones.
2. Aplicar los contenidos teóricos adquiridos a la explicación de fenómenos experimentales.
3. Aprender de forma autónoma.
4. Comunicarse con claridad en inglés.
5. Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
6. Construir simuladores numéricos simples y aplicarlos a la modelización de dispositivos electrónicos, magnéticos, térmicos ópticos y mecánicos en la escala nanométrica.
7. Describir el funcionamiento de los principales dispositivos nanoelectrónicos: diodos túnel resonante, contactos puntuales, quantum dots, transistores de un solo electrón y basados en nanotubos y nanohilos, dispositivos de espín,
8. Describir el impacto socio-económico de los nuevos dispositivos electrónicos, magnéticos y fotónicos en las tecnologías de la información y las comunicaciones.
9. Describir las principales herramientas y métodos para la manipulación óptica de objetos nanométricos.
10. Describir las tipologías de nanoestructuras magnéticas y sus propiedades e identificar los principios de la espintrónica.
11. Describir los fundamentos de la interacción entre la materia y la luz en la escala nanométrica y los principales dispositivos nanofotónicos.
12. Describir los principios de la electrónica molecular.
13. Describir los principios de la plasmónica.
14. Diseñar dispositivos electrónicos básicos, estableciendo la relación con las tecnologías de fabricación (incluyendo materiales, dimensiones y dopajes) con sus especificaciones a nivel eléctrico.
15. Evaluar resultados experimentales de forma crítica y deducir su significado.
16. Gestionar la organización y planificación de tareas.
17. Identificar los límites físicos de la tecnología CMOS y describir las tendencias actuales de la nanoelectrónica.
18. Interpretar textos en inglés sobre aspectos relacionados con la Física y Química en Nanociencia y Nanotecnología.
19. Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo el uso de medios telemáticos e informáticos.
20. Operar con un cierto grado de autonomía e integrarse en poco tiempo en el ambiente de trabajo
21. Proponer ideas y soluciones creativas.
22. Proponer y diseñar dispositivos nanoelectrónicos, nanomagnéticos y nanofotónicos en función de especificaciones y teniendo en cuenta la tecnología.
23. Razonar de forma crítica.
24. Realizar búsquedas bibliográficas de documentación científica.

25. Reconocer la necesidad de tratamiento multi-escala para la simulación del transporte electrónico en dispositivos de dimensiones nanométricas.
26. Redactar y exponer informes sobre la materia en inglés.
27. Resolver problemas con la ayuda de bibliografía complementaria proporcionada.
28. Resolver problemas y tomar decisiones.
29. Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.
30. Utilizar correctamente los programas de simulación específicos tanto físicos como electrónicos para estudiar los dispositivos electrónicos.
31. Utilizar correctamente los programas y herramientas de simulación específicos para dispositivos nanoelectrónicos, nanomagnéticos y nanofotónicos.

## Contenido

### 1. Transporte electrónico y simulación de dispositivos electrónicos

Fundamentos de dispositivos semiconductores. Ecuación de la masa efectiva. Ecuación de Boltzmann. Simulación Monte Carlo del transporte en dispositivos.

### 2. Dispositivos nanoelectrónicos basados en carga

El transistor MOS. Evolución de la tecnología de dispositivos semiconductores (ITRS y IRDS). Memorias. Dispositivos cuánticos (RTD, contactos puntuales). Dispositivos de un solo electrón. Dispositivos avanzados de efecto campo. Electrónica molecular.

### 3. Dispositivos fotónicos y optoelectrónicos

Isomorfismo entre ecuaciones de Maxwell i Schrödinger. Cristales fotónicos, defectos, guías de onda y localización de Anderson. Transiciones ópticas y reglas de selección en semiconductores. Láseres basados en nanoestructuras (pozo y punto cuántico, VCSELs, de cascada cuántica...). Foton entrelazados para criptografía cuántica. Nanofotónica y el mercado.

### 4. Dispositivos nanoelectrónicos basados en espín

Dinámica de espines aislados y en sólidos. Válvulas de espín y magnetoresistencia gigante. Cabezales de lectura en discos duros, acopladores de circuitos. Spin-transfer torque. Memorias RAM magnéticas (MRAMs). Inyección de espines a semiconductores. Mecanismos de relajación de espines en semiconductores. Transistores de espín. Computación cuántica basada en spins.

## Metodología

La formación se basará en clases magistrales complementadas con prácticas de aula y de laboratorio. Se realizarán actividades autónomas que incluirán la resolución de problemas, la lectura crítica de textos.

Las clases magistrales y sesiones de problemas y prácticas podrán ser online en función de la evolución de la situación sanitaria.

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 magistrales	30	1,2	5, 7, 11, 12, 13, 8, 9, 10, 17, 21, 23, 25	
Prácticas de aula	10	0,4	2, 15, 5, 6, 19, 22, 21, 23, 25, 27, 28, 30, 31	
Prácticas de laboratorio	8	0,32	1, 2, 15, 4, 6, 16, 19, 20, 22, 21, 23, 26, 28, 29, 30, 31	
Tipo: Autónomas				
Estudio de fundamentos teóricos	48	1,92	1, 3, 7, 11, 12, 13, 8, 9, 10, 24, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25	
Resolución de probemas y trabajos de laboratorio	50	2	1, 2, 3, 15, 4, 5, 6, 24, 16, 18, 19, 20, 22, 21, 23, 26, 27, 28, 31	

## Evaluación

La realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria, y hay que aprobar las prácticas separadamente.

Para aprobar la asignatura se requiere una nota mínima de 4 en la prueba de síntesis. Esto se puede obtener o bien:

- Cuando el promedio de las pruebas parciales de síntesis alcance el 4, y ninguna de las pruebas parciales tenga una calificación inferior a 2.
- Cuando la prueba de síntesis de recuperación alcance el mínimo de 4.

Para presentarse a la prueba de síntesis de recuperación hay que haberse presentado previamente a las dos pruebas parciales de síntesis y haber aprobado las prácticas.

Las matrículas de honor se concederán con preferencia a los resultados de las pruebas parciales de síntesis sobre la de recuperación. Se podrá ir a la prueba de síntesis de recuperación a subir nota, pero en caso de obtener una calificación inferior a la de la mediana de las pruebas parciales, la calificación de síntesis final será la mediana entre el promedio de los parciales y la nota de recuperación.

Las pruebas de síntesis podrán ser sustituidas por problemas y trabajos independientes adicionales si las autoridades determinan que no se puedan realizar exámenes presenciales.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Problemas y trabajos independientes	20%	0	0	15, 5, 24, 16, 18, 19, 20, 23, 27, 28, 29
Prueba de síntesis	55%	4	0,16	5, 6, 7, 11, 12, 13, 8, 9, 10, 14, 17, 23, 25, 28
Prácticas de laboratorio	25%	0	0	1, 2, 3, 15, 4, 6, 16, 19, 20, 22, 21, 23, 26, 28, 29, 30, 31

## Bibliografía

S. V. Gaponenko

Introduction to Nanophotonics

Cambridge University Press (2010)

P.N. Prasad

Nanophotonics

Wiley (2004)

Y. Tsividis and C. McAndrew

Operation and Modeling of the MOS Transistor

Oxford University Press (2010)

S.M Sze and K.K. Ng

Physics of Semiconductor Devices

Wiley (2007)

J. Burghartz

Guide to State-of-the-Art Electron Devices

Wiley (2013)

R. Waser

Nanoelectronics and Information Technology

Wiley (2005)

S. Bandyopadhyay and M. Cahay

Introduction to spintronics

CRC Press (2008)

M. Lundstrom

Fundamentals of carrier transport

Cambridge University Press (2009)

## **Software**

Una de las prácticas requerirá uso de Matlab/Octave.