

Titulación	Tipo	Curso
Nanociencia y Nanotecnología	OB	3

Profesor/a de contacto

Nombre : Xavier Oriols Pladevall

Correo electrónico : xavier.oriols@uab.cat

Idiomas de los grupos

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

Prerrequisitos

Se requieren conocimientos básicos de:

- Electrostática básica (conceptos de campo, potencial eléctrico, etc.). Se recomienda haber aprobado la asignatura *Física General*.
- Matemáticas (números complejos, ecuaciones diferenciales básicas, etc.). Se recomienda haber aprobado las asignaturas de primero y segundo curso de matemáticas.
- Mecánica cuántica (ecuación de Schrödinger independiente del tiempo). Se recomienda haber aprobado la asignatura *Fenómenos Cuánticos I*.
- Cristalografía (periodicidad de la red, celda primitiva, espacio real y espacio recíproco). Se recomienda haber aprobado la asignatura *Cristalografía*.
- Teoría de circuitos (análisis de circuitos lineales con resistencias, condensadores e inductancias). Es muy recomendable haber aprobado la asignatura *Instrumentación Electrónica*.
- Programación básica (Matlab o Python para encontrar los estados propios y valores propios de una matriz). Se recomienda haber aprobado la asignatura *Herramientas Informáticas y de Programación*.

Objetivos

Los objetivos principales son:

- Comprender las características del estado sólido: estructuras periódicas, estados electrónicos y bandas de energía, vibraciones de la red (fonones).
- Adquirir comprensión y dominio de los principios físicos del transporte electrónico en semiconductores, así como de los dispositivos electrónicos más comunes y de sus tecnologías de fabricación.
- Relacionar el rendimiento de los dispositivos, su funcionamiento en circuitos y los procesos de fabricación mediante modelos físicos analíticos, simulaciones numéricas, modelos compactos y soluciones circuitales.

Resultados de aprendizaje

- CM16 (Aplicar los conocimientos físicos a la resolución de problemas en la nanoescala) Aplicar los conocimientos físicos a la resolución de problemas en la nanoescala
- CM17 (Proponer soluciones a problemas del ámbito de la nanotecnología relacionando las prestaciones de materiales y dispositivos con sus procesos de fabricación.) Proponer soluciones a problemas del ámbito de la nanotecnología relacionando las prestaciones de materiales y dispositivos con sus procesos de fabricación.

- KM28 (Describir las leyes físicas fundamentales que permiten entender el funcionamiento básico y las aplicaciones de los principales dispositivos semiconductores.) Describir las leyes físicas fundamentales que permiten entender el funcionamiento básico y las aplicaciones de los principales dispositivos semiconductores.
- SM25 (Diseñar dispositivos electrónicos básicos, seleccionando la tecnología de fabricación adecuada a las especificaciones eléctricas deseadas.) Diseñar dispositivos electrónicos básicos, seleccionando la tecnología de fabricación adecuada a las especificaciones eléctricas deseadas.
- SM26 (Utilizar técnicas de caracterización y de simulación para investigar las prestaciones de los dispositivos electrónicos.) Utilizar técnicas de caracterización y de simulación para investigar las prestaciones de los dispositivos electrónicos.
- SM28 (Reunir, sintetizar y presentar resultados y conclusiones de publicaciones científicas.) Reunir, sintetizar y presentar resultados y conclusiones de publicaciones científicas.

Contenidos

Tema 1. Física del estado sólido

- 1.1 Cuantización de la energía en sistemas simples
- 1.2 Teorema de Bloch. Estructura de bandas E-k en sistemas periódicos. Masa efectiva
- 1.3 Vibraciones de la red. Fonones

Tema 2. Transporte electrónico en semiconductores

- 2.1 Estructura de bandas: aislantes, metales y semiconductores
- 2.2 Sistemas en equilibrio y fuera de equilibrio. Estadística de Fermi
- 2.3 Estructura de bandas E-x en dispositivos. Cargas y campos eléctricos
- 2.4 Modelo semiclasico de conducción: corriente de deriva y difusión

Tema 3. Diodo de unión PN

- 3.1 Electrostatica de la unión PN en equilibrio
- 3.2 Unión PN fuera de equilibrio. Corrientes
- 3.3 LEDs, láseres semiconductores, diodos PIN y células solares
- 3.4 Aplicaciones básicas en circuitos con diodos

Tema 4. Transistor MOSFET

- 4.1 Estructura y funcionamiento del transistor MOSFET
- 4.2 Tipos de transistores y curvas corriente-tensión
- 4.3 Aplicaciones básicas en circuitos: puertas lógicas, amplificadores, circuitos CMOS

Tema 5. De la microelectrónica a la nanoelectrónica

- 5.1 More Moore. Escalado del MOSFET. Dieléctricos de alta K. Efectos de canal corto
- 5.2 Más allá del CMOS: Dispositivos túnel, puntos cuánticos, grafeno, electrónica molecular, tecnologías cuánticas

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Resolución de problemas	20	0,8	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26, SM28
Clases magistrales	30	1,2	CM16, CM17, KM28, SM25

Preparación de sesiones de laboratorio	20	0,8	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26
Tutorías	5	0,2	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26, SM28
Sesiones de laboratorio	15	0,6	SM25, SM26, SM28
Seminarios de problemas	15	0,6	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26, SM28
Estudio	27	1,08	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26, SM28

Actividades dirigidas

- Clases magistrales: El profesor explicará los temas usando (i) apuntes en pantalla disponibles previamente en el campus virtual, y (ii) ejercicios o explicaciones complementarias en la pizarra.
- Seminarios de problemas: El profesor resolverá problemas de ejemplo.
- Sesiones de laboratorio: Antes de cada sesión, el estudiante deberá preparar y entregar un informe previo (en inglés). Al finalizar la sesión, entregará un informe final (en inglés) realizado durante la práctica.

Actividades supervisadas

- Tutorías: Fuera del horario de clases, el alumno podrá consultar con el profesorado de teoría, problemas o prácticas cualquier duda. Se recomienda hacer uso de este recurso.

Actividades autónomas

- Estudio: Es necesario el estudio autónomo de cada tema.
- Resolución de problemas: Se recomienda que el alumno intente resolver los ejercicios antes de clase.

Preparación del laboratorio: Como se ha mencionado, se debe entregar un informe previo antes de cada sesión práctica.

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
2o examen parcial	35	4	0,16	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26, SM28
1er examen parcial	35%	4	0,16	CM16, CM17, KM28, SM25, SM26, SM28
Sesiones de laboratorio de cada tema	30%	10	0,4	SM25, SM26, SM28

A. Tres tipos de evaluación

1. Evaluación de las pruebas teóricas individuales

Para la evaluación de la asignatura se tendrán en cuenta dos pruebas parciales individuales realizadas en el aula durante el curso. Cada una de ellas tendrá un peso del 35 % sobre la calificación final (70 % en total). Será necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos en cada una de las dos pruebas para superar este apartado.

Para asistir a cualquier examen será obligatorio identificarse mediante el DNI o un documento oficial

equivalente.

2. Evaluación de los trabajos de prácticas

Las prácticas de laboratorio son obligatorias. Durante la realización de cada una de las prácticas en grupo, el alumnado deberá cumplimentar un cuestionario que será evaluado por el profesorado, excepto en las prácticas de simulación con SPICE, en las que deberá entregarse un informe al inicio de la práctica siguiente.

La calificación correspondiente a las prácticas de laboratorio, que no son recuperables, tendrá un peso del 30 % sobre la calificación final. Para que esta calificación pueda ser considerada en la evaluación de la asignatura, será necesario obtener una puntuación mínima de 5.

En el caso del alumnado repetidor que haya superado las prácticas de laboratorio en alguno de los tres cursos académicos anteriores, no será necesario que las vuelva a realizar, siempre que solicite expresamente el reconocimiento de dicha calificación. En ese caso, se conservará la nota obtenida.

3. Evaluación de recuperación

El alumnado que no alcance la calificación mínima requerida en una o ambas pruebas teóricas individuales (apartado 1) tendrá derecho a una prueba de recuperación, siempre que haya realizado y superado las prácticas de laboratorio.

La prueba de recuperación podrá realizarse para:

- recuperar el primer parcial (35 % de la calificación final);
- recuperar el segundo parcial (35 % de la calificación final); o
- recuperar ambos parciales (70 % de la calificación final).

En todos los casos será necesario obtener una calificación mínima de 5 en la correspondiente prueba de recuperación para que dicha calificación pueda promediarse con la nota de las prácticas de laboratorio.

Asimismo, el alumnado que haya superado las pruebas teóricas individuales podrá presentarse voluntariamente a la prueba de recuperación con el fin de mejorar su calificación. En este caso, la calificación definitiva de cada prueba será la mayor entre la nota obtenida inicialmente y la obtenida en la recuperación.

B. Procedimiento para determinar la calificación final

- En caso de haber alcanzado la calificación mínima requerida en los apartados 1 (pruebas teóricas individuales) y 2 (trabajos de prácticas), la calificación final de la asignatura se obtendrá aplicando las ponderaciones establecidas.
- Si no se alcanza la calificación mínima exigida en alguno de los apartados obligatorios, la asignatura no se considerará superada. En este caso, si la nota correspondiente a las pruebas teóricas individuales es inferior a 5, esta será la calificación final de la asignatura. Si dicha nota es igual o superior a 5, la calificación final será de 4,5 (Suspendido).
- Esta asignatura no contempla el sistema de evaluación única.
- Para cada actividad de evaluación se indicarán el lugar, la fecha y la hora de revisión, durante la cual el estudiantado podrá revisar la actividad junto con el profesorado. En este proceso podrán presentarse reclamaciones sobre la calificación obtenida, que serán resueltas por el profesorado responsable de la asignatura. Si el estudiante no asiste a la revisión en la fecha establecida, no podrá solicitar una revisión posterior.
- La concesión de la calificación de Matrícula de Honor corresponde al profesorado responsable de la asignatura. De acuerdo con la normativa de la UAB, únicamente podrá concederse a estudiantes que

hayan obtenido una calificación igual o superior a 9,0, y el número de Matrículas de Honor no podrá superar el 5 % del alumnado matriculado. Las calificaciones obtenidas en las pruebas de recuperación no se tendrán en cuenta para la concesión de la Matrícula de Honor.

- La calificación de «No evaluable» se otorgará únicamente a los estudiantes que no se hayan presentado ni a las pruebas teóricas individuales ni a la prueba de recuperación.
- El calendario de las prácticas y las fechas de entrega de los trabajos se publicarán en el Campus Virtual y podrán modificarse por motivos organizativos o por incidencias sobrevenidas. Cualquier cambio será comunicado a través del Campus Virtual, que constituye el canal oficial de comunicación entre el profesorado y el estudiantado.
- Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que puedan adoptarse, y de acuerdo con la normativa académica vigente, cualquier irregularidad cometida por un estudiante (véase el apartado C) que pueda alterar la calificación de una actividad de evaluación será sancionada con una calificación de cero en dicha actividad. Las actividades calificadas de este modo no serán recuperables. Si la superación de dicha actividad es requisito para aprobar la asignatura, esta quedará automáticamente suspendida, sin posibilidad de recuperación durante el mismo curso académico.

C. Irregularidades que pueden comportar el suspenso de la asignatura

Se considerarán irregularidades, entre otras:

- la copia total o parcial de una práctica, informe o cualquier otra actividad de evaluación;
- dejar copiar;
- presentar un trabajo en grupo que no haya sido elaborado íntegramente por los miembros del grupo;
- presentar como propios materiales elaborados por terceros, aunque se trate de traducciones o adaptaciones o, en general, trabajos que contengan elementos no originales ni elaborados por el estudiante;
- tener dispositivos de comunicación (teléfonos móviles, relojes inteligentes, etc.) accesibles durante las pruebas teóricas individuales;
- hablar con otros estudiantes durante las pruebas teóricas individuales;
- copiar o intentar copiar de otros estudiantes durante las pruebas teóricas individuales;
- utilizar o intentar utilizar apuntes o cualquier otro material relacionado con la asignatura durante las pruebas teóricas individuales cuando su uso no haya sido autorizado explícitamente.

En futuras ediciones de esta asignatura, al estudiante que haya cometido irregularidades en un acto de evaluación no se le reconocerá ninguna de las actividades de evaluación previamente superadas.

En resumen, copiar, dejar copiar, plagiar o intentar cualquiera de estas acciones en cualquier actividad de evaluación comportará el suspenso de la asignatura, sin posibilidad de compensación ni de reconocimiento de ninguna de sus partes en cursos posteriores.

D. Uso de la inteligencia artificial

En esta asignatura no se permite el uso de tecnologías de inteligencia artificial (IA) en ninguna de las actividades de evaluación. Cualquier trabajo que incluya contenidos generados mediante herramientas de IA será considerado una falta de honestidad académica y podrá conllevar una penalización parcial o total de la calificación de la actividad, así como otras sanciones disciplinarias en los casos de mayor gravedad.

Bibliografía

Bibliografía básica

- C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons
- N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, *Solid State Physics*, Saunders College
- L. Prats Viñas & J. Calderer Cardona, *Dispositivos electrónicos y fotónicos. Fundamentos*, Edicions UPC, 2001
- P. Horowitz & W. Hill, *The Art of Electronics*, Cambridge University Press (1989)

Bibliografía complementaria - Dispositivos electrónicos
(*Modular Series on Solid State Devices*, Addison-Wesley)

- R. F. Pierret, *Semiconductor Fundamentals* (1988) / *Fundamentos de semiconductores* (1994)
- G. W. Neudeck, *The PN Junction Diode* (1989) / *El diodo PN de unión* (1993)
- G. W. Neudeck, *The Bipolar Junction Transistor* (1989) / *El transistor bipolar de unión* (1994)
- R. F. Pierret, *Field Effect Devices* (1990) / *Dispositivos de efecto de campo* (1994)

Bibliografía complementaria - Dispositivos nanoelectrónicos

- Rainer Waser (Ed.), *Nanoelectronics and Information Technology*, Wiley-VCH

Recursos web

- <https://nanohub.org>

Software

Se utilizará el programa PSPICE para la simulación de circuitos

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. 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

Tipo de docencia	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TE) Teoría	1	Inglés	primer cuatrimestre	tarde
(PAUL) Prácticas de aula	1	Inglés	primer cuatrimestre	tarde
(PLAB) Prácticas de laboratorio	1	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PLAB) Prácticas de laboratorio	2	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PLAB) Prácticas de laboratorio	3	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto