

Guía docente de la asignatura

**Nanoestructuras para  
Generación y Almacenamiento  
de Energía**Fecha última actualización: 15/07/2021  
Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 20/07/2021**Máster**Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología,  
Partículas y Astrofísica**MÓDULO**

Nanotecnología: Física y Aplicaciones

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

6

**Tipo**

Optativa

**Tipo de  
enseñanza**

Presencial

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

- Cálculo de estructura de bandas en nanoestructuras semiconductoras.
- Mecanismos de dispersión de los portadores.
- Transporte de carga en nanodispositivos electrónicos.
- Técnicas de simulación numérica y modelado compacto. Método de Monte Carlo.
- Herramientas y técnicas de caracterización eléctrica.
- Ruido en nanodispositivos electrónicos.
- Fundamentos de la interacción radiación-materia.
- Nanodispositivos detectores de luz: Fotodiodos y células solares.
- Nanodispositivos emisores de luz.
- Propiedades de puntos cuánticos, hilos cuánticos y nanotubos para aplicaciones energéticas.
- Generación: Células solares basadas en nanoestructuras, sistemas termoelectricos, nanogeneradores piezoeléctricos.



- Almacenamiento: Modelado de electrodos nanoestructurados en baterías, supercondensadores y pilas de combustible.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES



- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Los fundamentos físicos de los nanodispositivos electrónicos y optoelectrónicos.
- Modelos físicos que describan el comportamiento de los nanodispositivos.
- Los mecanismos físicos fundamentales implicados en el proceso de generación y almacenamiento de energía en nanoestructuras.

El alumno será capaz de:

- Manejar herramientas numéricas de simulación de nanodispositivos.
- Desarrollar modelos físicos que describan el comportamiento de los nanodispositivos.
- Aplicar los modelos físicos en simulaciones de dispositivos y sistemas.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

Tema 1.- Introducción: Aplicaciones de la nanotecnología en energía. Una panorámica

Tema 2.- Propiedades de sistemas de baja dimensionalidad para aplicaciones en energía: puntos cuánticos, hilos cuánticos, nanotubos y grafeno.

Tema 3.- Células solares de tercera generación

3.1.- Células solares. Conceptos generales. Características de las diferentes generaciones

3.2.- Células solares orgánicas y de perovskita



### 3.3.- Células solares tandem y multiunión

#### Tema 4.- Células solares basadas en puntos cuánticos

4.1.- Matrices de puntos cuánticos para células solares. Sistemas de puntos cuánticos ordenados y desordenados.

4.2.- Células solares con puntos cuánticos coloidales

4.3.- Nanocompuestos con puntos cuánticos para dispositivos fotovoltaicos

4.4.- Generación multiexcitón. Incremento de la eficiencia.

#### Tema 5.- Nanoestructuras en sistemas termoeléctricos y piezoeléctricos

5.1.- Fundamentos de termoelectricidad. Generadores termoeléctricos

5.2.- Propiedades termoeléctricas de nanocompuestos, nanohilos, nanotubos y grafeno

5.3.- Nanoestructuras para dispositivos termoeléctricos eficientes

5.4.- Nanogeneradores piezoeléctricos

#### Tema 6.- Almacenamiento de energía. Electrodo nanoestructurados.

6.1.- Fundamentos de electroquímica. El sistema metal-electrolito. Baterías, supercondensadores y pilas de combustible

6.2.- Electrodo nanoestructurados. Nanopartículas, nanohilos y nanocompuestos en baterías, supercondensadores y pilas de combustible.

6.3.- Electrodo de grafeno.

## PRÁCTICO

### Prácticas de Laboratorio

- Simulación de diversas nanoestructuras mediante aplicaciones ubicadas en [www.nanohub.org](http://www.nanohub.org)
- Simulaciones de dispositivos para generación y almacenamiento de energía y de nanoestructuras en entorno Matlab o equivalente

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- S. Datta, "Quantum Transport: Atom to Transistor", Cambridge University Press, Nueva



York, 2005

- J. Bisquert, “Nanostructured Energy Devices. Equilibrium Concepts and Kinetics”, CRC Press, 2015
- A. Luque, S. Hedegus, “Handbook of Photovoltaic Science and Engineering” 2ª Ed., Wiley, 2010
- J. Wu, Z.M. Wang (Eds), “Quantum Dot Solar Cells”, Springer, 2014

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- S. Priya, D.J. Inman (Eds), “Energy Harvesting Technologies”, Springer, 2009
- W.C. H. Choy (Ed), “Organic Solar Cells. Materials and Device Physics”, Springer, 2013
- X. Wang, Z.M. Wang (Eds), “Nanoscale Thermoelectrics”, Springer, 2014
- Artículos seleccionados

## ENLACES RECOMENDADOS

[www.nanohub.org](http://www.nanohub.org)

[www.pveducation.org](http://www.pveducation.org)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD02 Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una



temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Realización de exámenes parciales o final sobre los contenidos de la asignatura y de las actividades propuestas por el profesor 35.0 %
- Seguimiento del trabajo de prácticas de los alumnos y resolución de relaciones de problemas propuestas. Evaluación de las entregas de los informes/memorias realizadas por los alumnos y de las soluciones a las relaciones de problemas. 20.0 %
- Exposición oral y defensa en los seminarios de los trabajos realizados por el alumnado de forma autónoma durante el curso sobre los contenidos de la materia 40.0 %
- Valoración de la asistencia y participación activa en los seminarios. 5.0 %

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Realización de exámenes finales o parciales escritos y evaluación de los resultados de las actividades propuestas por el profesor. 40.0 %
- Realización de una sesión práctica y resolución de problemas escritos 30.0 %
- Exposición de un trabajo final de la materia. 30.0 %

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Realización de un examen escrito. 60.0 %
- Realización de una sesión práctica. 40.0 %

