

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	POLÍMEROS		
<b>Materia</b>			
<b>Módulo</b>	ESPECIALIZACIÓN EN FÍSICA DE MATERIALES		
<b>Titulación</b>	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA		
<b>Plan</b>	617	<b>Código</b>	
<b>Periodo de impartición</b>	S1-1	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	3		
<b>Lengua en que se imparte</b>	ESPAÑOL		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ PÉREZ, JAVIER PINTO SANZ, PAULA CIMAVILLA, BEATRIZ MERILLAS, SANTIAGO MUÑOZ, ÁNGEL LOZANO LÓPEZ, ALBERTO GALLARDO RUÍZ, CARLOS ELVIRA PUJALTE		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	FÍSICA DE LA MATERIAL CONDENSADA, CRISTALOGRAFÍA Y MINERALOGÍA		
<b>Departamento</b>	<a href="mailto:marrod@fmc.uva.es">marrod@fmc.uva.es</a> , <a href="mailto:jpinto@fmc.uva.es">jpinto@fmc.uva.es</a> ; <a href="mailto:celvira@ictp.csic.es">celvira@ictp.csic.es</a> ; <a href="mailto:lozano@ictp.csic.es">lozano@ictp.csic.es</a> ; <a href="mailto:gallardo@ictp.csic.es">gallardo@ictp.csic.es</a>		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Los materiales poliméricos se han convertido en los últimos años en imprescindibles en todos los sectores claves. Desde su invención han experimentado un crecimiento exponencial y en la actualidad el consumo de polímeros en volumen es claramente superior al de un material estructural primario como el acero. Los polímeros, debido a varias razones como su versatilidad, baja densidad, bajo coste, libertad de diseño, seguridad y baja energía de obtención y transformación, se han convertido en materiales esenciales para nuestra vida diaria.

Estos materiales constituidos por moléculas de gran tamaño, mediante ensamblaje de moléculas más pequeñas (nomómeros), son extremadamente complejos tanto en sus síntesis, en sus posibles estructuras en estado fundido y en estado sólido y en sus propiedades. Entender estos materiales es un gran reto científico en el que físicos, químicos e ingenieros han conseguido realizar grandes avances en los últimos años.

Esta asignatura optativa del Módulo de Especialización en Física de Materiales del Máster Universitario en Física pretende introducir a los alumnos en la síntesis, arquitectura molecular, cristalización de polímeros, caracterización micro-estructural y macroscópica de polímeros (propiedades térmicas y mecánicas) y polímeros avanzados.

### 1.2 Relación con otras materias

La asignatura tiene relación con varias asignaturas del máster, en particular todas aquellas que están dentro del Módulo de Especialización en Física de Materiales.

### 1.3 Prerrequisitos

Los alumnos que hayan completado un grado de ciencias, preferentemente física o química, pueden seguir sin dificultades la asignatura.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos.
- G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis.
- G3. Capacidad de Comunicación
- G4. Capacidad de aprendizaje autónomo.
- G5. Capacidad de trabajo en equipo

### 2.2 Específicas

- C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.
- C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.
- C6. Capacidad para optimizar recursos.
- C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.
- C9. Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos.
- C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.
- C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.

Otras competencias específicas adquiridas por los alumnos que cursen esta asignatura:

- Conocimiento de materiales de gran interés tecnológico y de nuevos materiales.
- Conocimiento de las diversas metodologías químicas que se emplean en la síntesis de materiales
- Comprensión de las propiedades físicas conducentes a la caracterización de materiales.
- Capacidad para poder participar en actividades científicas internacionales.



### 3. Objetivos

#### Introducción:

La asignatura pretende que los estudiantes se familiaricen con los elementos claves en el campo de la ciencia y tecnología de polímeros. Existe una variedad de polímeros enorme por lo que no es posible explicar muchos de ellos en un curso de este tipo, por esa razón la forma de abordar la asignatura será centrarse en los polímeros más esenciales y explicar todos los elementos esenciales que permiten comprender su fabricación, estructura, propiedades y aplicaciones. Este aprendizaje será extrapolable a muchos otros polímeros, por lo que los estudiantes una vez cursada esta asignatura serán capaces de profundizar en el campo de la ciencia de polímeros sin excesivas dificultades.

#### Objetivos/resultados del aprendizaje:

- Dominar las principales vías para sintetizar polímeros y las principales técnicas de caracterización de la estructura molecular.
- Conocer las principales familias de polímeros y las clasificaciones habituales, así como las principales aplicaciones de los polímeros, tanto los que poseen bajo valor añadido (polímeros *commodity*) como aquellos con alto valor añadido (polímeros de ingeniería).
- Modificación de polímeros, tanto en todo el polímero como en su superficie.
- Conocer las diferentes tipologías de arquitectura moleculares.
- Entender los procesos de vitrificación y cristalización y las técnicas más habituales que se usan para estudiarlos.
- Conocer como es la estructura de un polímero en las diferentes escalas tanto en estado fundido como en estado sólido.
- Conocer las principales técnicas industriales de transformación de los polímeros.
- Dominar las principales técnicas de caracterización de la estructura de materiales poliméricos.
- Entender las propiedades térmicas, mecánicas y de permeabilidad a gases y su conexión con la arquitectura molecular y estructura.
- Conocer los principales polímeros avanzados y las líneas de investigación punteras en esta área de la ciencia de los materiales.
- Impresión 3D de materiales polímeros. Tipos y nuevos desarrollos



#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Temario clases teórico-prácticas:

- Síntesis de polímeros por crecimiento de cadena.
- Síntesis de polímeros por polimerización en pasos.
- Arquitectura molecular.
- Cristalización de polímeros.
- Caracterización micro-estructural y macroscópica de polímeros (propiedades térmicas y mecánicas).
- Polímeros avanzados.

##### Prácticas de laboratorio:

Los alumnos llevarán a cabo varias prácticas de laboratorio, en las que afianzarán y pondrán en práctica los conocimientos adquiridos sobre fabricación y caracterización de materiales poliméricos. Adicionalmente, algunas de las prácticas a desarrollar se centrarán sobre recientes avances científicos.

##### Práctica 1

Modificación de la estructura molecular mediante reticulación: efecto en el comportamiento reológico.

En esta práctica se trabajará con poliolefinas y se reticularán por vía química generando materiales con diferentes arquitecturas moleculares. Estas diferencias se traducirán en cambios significativos en las propiedades reológicas que se estudiarán en la práctica.

##### Práctica 2

Solubilidad, difusividad y permeabilidad a gases en polímeros.

En esta práctica se trabajará con polímeros amorfos y se estudiará como dependen la solubilidad, difusividad y permeabilidad a gases de polímeros con diferentes arquitecturas moleculares. Estas propiedades son esenciales en varios campos como por ejemplo en el campo de los envases para alimentos o en la fabricación de materiales celulares

##### Práctica 3

Cristalización de polímeros:

Se estudiará el fenómeno de la cristalización de los polímeros usando varias técnicas experimentales y se analizarán los datos usando modelos teóricos que describen dicho fenómeno.

##### Práctica 4

Identificación de polímeros mediante diversas técnicas.

Mediante el uso de diversas técnicas analíticas, como espectroscopia infrarroja, calorimetría diferencial de barrido (DSC) y termogravimetría (TGA) se identificarán polímeros y mezclas de polímeros.

##### Práctica 5





Uso de la herramienta de cálculo COPOL para determinar las relaciones de reactividad de reacciones de copolimerización en cadena, así como para predecir características composicionales y microestructurales de los materiales copoliméricos.

### Práctica 6

Síntesis de materiales polímeros mediante las principales vías de polimerización

Se realizará la síntesis de materiales polímeros lineales y entrecruzados mediante las dos vías principales de formación de estructuras macromoleculares; polimerización en cadena y polimerización en pasos.

### Práctica 7

Impresión 3D de materiales polímeros

Se realizará la producción de piezas simples mediante impresión 3D, abordándose el uso de impresoras 3D por fundido e impresoras 3D mediante fotopolimerización de resinas.

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

---

Los métodos docentes que se emplearán son:

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Seminario sobre temas de actualidad en la investigación sobre materiales poliméricos.
- Realización de prácticas de laboratorio (explicada en el apartado previo)
- Tutorías:
  - Tutoría conjunta: se llevará a cabo una tutoría conjunta al finalizar el temario
  - Los alumnos podrán acudir a tutorías individuales siempre que lo necesiten)

Se presentará la materia en clases magistrales participativas o de resolución de problemas. Es aconsejable que el alumno prepare la materia con antelación, para ellos se le proporcionarán materiales docentes, ya sea elaborados por el propio profesorado de la asignatura, y de fácil acceso en la red o en la biblioteca.

Una vez realizada la explicación de cada parte teórica y práctica de la asignatura, resolviendo las dudas o cuestiones que puedan surgir, se pedirá al alumno que trabaje sobre una colección de problemas proporcionada por el profesor, que puede ser ampliada con la bibliografía propuesta. Parte de estos problemas serán resueltos en clase, con el objetivo de demostrar a los alumnos el uso de las herramientas y ecuaciones propuestas para la comprensión de la asignatura.

Se utilizará el Campus Virtual de la Uva para proporcionar los materiales básicos de la asignatura.

Se llevará a cabo una tutoría conjunta con los alumnos al finalizar el temario, que servirá para resolver las dudas principales que puedan haber surgido y afianzar los conocimientos adquiridos antes de iniciar las clases prácticas en el laboratorio.

Una vez finalizadas las clases magistrales y de resolución de ejercicios los alumnos realizarán en grupos las prácticas de laboratorio, en las que tendrán que poner en prácticas los conocimientos adquiridos y podrán



comprobar experimentalmente algunas de las técnicas de fabricación, teorías, modelos y técnicas de caracterización de materiales poliméricos explicados en la asignatura.

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas	7	Estudio y trabajo autónomo individual	22
Seminario	1	Realización trabajo individual	15
Tutoría	1	Búsquedas bibliográficas	2
Prácticas de laboratorio	27		
Total presencial	<b>36</b>	Total no presencial	<b>39</b>

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final	40%	Duración aproximada: 3 horas
Seguimiento de la actividad en el laboratorio	20%	Se valorará la asistencia a las prácticas de laboratorio y actitud proactiva del alumno (70%), dominio de los conceptos básicos de la asignatura (15%), capacidad de trabajo en equipo (15%)
Trabajo individual	40%	Se valorará la originalidad del trabajo (no valen copias de textos y/o artículos) (20%), la calidad y claridad en la explicación de los conceptos teóricos (25%), el desarrollo y presentación correcta de los cálculos y medidas experimentales (25%), el pensamiento crítico en la interpretación de los resultados (20%), y la presentación del trabajo (10%)

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Para aprobar la asignatura será necesario obtener más de un 50% de la puntuación total, obteniendo además más del 50% de la puntuación tanto en el examen final como en el trabajo individual. De manera excepcional, quienes habiendo llegado al 50% de la puntuación total no llegasen al 50% de la puntuación en el examen final o en el trabajo individual podrán aprobar la asignatura si han obtenido más del 90% de la puntuación en el seguimiento de la actividad en el laboratorio.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Para aprobar la asignatura será necesario obtener más de un 50% de la puntuación total, obteniendo además más del 50% de la puntuación tanto en el examen final como en el trabajo individual. Aquellos alumnos que en la convocatoria ordinaria hubieran obtenido más del 50% en el examen final o en el trabajo individual podrán elegir volver a evaluarse o no de dicha parte, siendo obligatorio evaluarse de cualquiera de esas partes con menos de un 50% de la puntuación. La nota correspondiente al seguimiento de la actividad en el laboratorio obtenida en la convocatoria ordinaria se conservará para la convocatoria extraordinaria.



## 8. Consideraciones finales

Los profesores de la asignatura harán accesible a los alumnos el conjunto de materiales y recursos de apoyo que consideren adecuado utilizar en la preparación de la asignatura a través de la página web de la UVa (campus virtual) o de la reprografía del centro.

### Bibliografía recomendada:

- J. A. de Saja, M. A. Rodríguez-Pérez, M. L. Rodríguez-Méndez, *Materiales: Estructura, Propiedades y aplicaciones*, Thompson Paraninfo, 2005.
- Robert J. Young, Peter A. Lovell, *Introduction to Polymers*, CRC Press.
- W. D. Callister, *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*, Ed. Reverté, 1995.
- O.W. WEBSTER, *Living Polymerization Methods*, *Science* (80-. ). 251 (1991) 887–893. doi:10.1126/science.251.4996.887.
- G. Odian, *Principle of Polymerization*, Princ. Polym. Wiley Sons. (2004).
- K.Y. Choi, K.B. McAuley, *Step-Growth Polymerization*, in: *Polym. React. Eng.*, 2008. doi:10.1002/9780470692134.ch7.

