



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53002045 - Materiales Para Aplicaciones Energéticas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53002045 - Materiales para Aplicaciones Energéticas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Antonio Juan Rivera De Mena	IFN	antonio.rivera@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor
Ovidio Yordanis Peña Rodriguez	IFN	ovidio.pena@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor

Raquel Gonzalez Arrabal (Coordinador/a)	IFN	raquel.gonzalez.arrabal@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor
David Garoz Gomez	IFN	david.garoz@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Jorge Kohanoff	j.kohanoff@upm.es	ETSII/UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Máster Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Solid state physics
- Materials science

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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.

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

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

CE15 - Conocer los criterios básicos de seguridad y protección radiológica, el impacto de las radiaciones ionizantes y las tecnologías del blindaje contra las mismas.

CE17 - Comprender los procesos que integran el ciclo de vida de los procesos energéticos, desde la obtención del recurso primario, hasta su desmantelamiento, y su integración en la economía circular.

CE8 - Disponer de habilidades, criterios y conocimientos para investigar, desarrollar e innovar en el campo de la energía: tecnologías renovables y no renovables, almacenamiento, vectores energéticos, en un contexto de decarbonización del sistema.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CT14 - Idea. Creatividad.

CT2 - Experimenta. Habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar datos.

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA68 - Destreza en la utilización de herramientas de simulación para diseño y análisis de sistemas nucleares

RA72 - Conocer y analizar el estado actual de las instalaciones de Fusión Nuclear por confinamiento magnético e inercial.

RA247 - Analizar y evaluar resultados.

RA71 - Entender de los Principios de la Tecnología de Generación de Energía por Fusión Nuclear por Confinamiento Magnético e Inercial.

RA89 - - Adquirir conocimientos complementarios o que amplíen las materias tratadas en las demás asignaturas del Máster en temas avanzados de investigación, tecnológicos o socioeconómicos en relación a la Energía Nuclear (fisión y fusión)

RA73 - Identificar las funciones y sistemas necesarios para el funcionamiento de una instalación de Fusión Nuclear y sus restricciones.

RA246 - Aplicar distintos métodos de investigación.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

The main objective of this subject is to understand the effects of irradiation on materials, particularly the influence of radiation-induced damage over the material properties. We will study the radiation fluxes produced on different nuclear facilities and at different locations within them, as well as the thermomechanical, atomistic and electronic effects produced by the radiation. As part of the course, we will learn to use various simulation codes, to calculate the effects of radiation-induced damage in the diverse energy regimes. Finally, we will discuss the capabilities and limitations of several experimental techniques for characterization radiation-induced damage.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction
2. Thermomechanical effects
3. Atomistic effects
4. Effects of high electronic excitation
5. Macroscopic effects

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>1. Introduction</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>2.1. Thermomechanical effects</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>2.2. Thermomechanical effects</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>3.1. Atomistic effects</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>3.2. Atomistic effects</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>3.3. Atomistic effects (Computer simulations)</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
7	<b>4.1. Effects of high electronic excitation</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>4.2. Effects of high electronic excitation</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9	<b>4.3. Effects of high electronic excitation (Computer simulations)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
10		<b>Visit to experimental facility</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		
11	<b>5.1. Macroscopic effects</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>5.2. Macroscopic effects</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Deliveries, mandatory and non-recoverable</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00



13	<b>5.3. Macroscopic effects (Processing of experimental data)</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
14	<b>Discussion of the deliveries</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
15				<b>Global evaluation</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00
16				
17				<b>Extraordinary evaluation</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Deliveries, mandatory and non-recoverable	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG1 CB10 CT2 CT4 CB9 CB7 CT14
15	Global evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CB10 CE8 CB7
17	Extraordinary evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Deliveries, mandatory and non-recoverable	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG1 CB10 CT2 CT4 CB9 CB7 CT14
15	Global evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CB10 CE8 CB7
17	Extraordinary evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Two deliveries will be published at the beginning of the course. They are compulsory and non-recoverable. Each of them is worth 2 points (in total, 40% of the final grade), and will be considered both in the ordinary and extraordinary calls.

### 1.-Ordinary call:

1.1.- Written exam: 60% of the final grade

1.2.-Deliveries: 40% of the final grade

### 2.- Extraordinary call:

2.1.- Written exam: 60% of the final grade

2.2.- Deliveries: 40% of the final grade

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
G.S. Was, Fundamentals of Radiation Materials Science, Springer (2007), ISBN 978-1-4939-3438-6	Bibliografía	
A. Rivera Noviembre 2012. Apuntes Interacción Radiación - Materia	Bibliografía	
J. F. Ziegler, M. D. Ziegler, J. Biersack: The Stopping and Range of Ions in Solids, ISBN-13: 978-0080216034	Bibliografía	

<p>D Garoz, R González-Arrabal, R Juárez, J Álvarez, J Sanz, J M Perlado and A Rivera. Silica final lens performance in laser fusion facilities: HiPER and LIFE. Nuclear Fusion 53(1):013010, Enero 2013.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>D Garoz, A R Páramo, A Rivera, J M Perlado and R González-Arrabal. Modelling the thermomechanical behaviour of the tungsten first wall in HiPER laser fusion scenarios. Nuclear Fusion 56(12):126014, 2016</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>O Peña-Rodríguez, M L Crespillo, P Díaz-Nuñez, J M Perlado, A Rivera and J Olivares. In situ monitoring the optical properties of dielectric materials during ion irradiation. Optical Materials Express 6(3):734-742, 2016</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>R. Gonzalaz-Arrabal, A. Rivera, J. M. Perlado, Limitations for tungsten as plasma facing material in the diverse scenarios of the European inertial confinement fusion facility HiPER: Current status and new approaches, <a href="https://doi.org/10.1063/5.0010954">https://doi.org/10.1063/5.0010954</a></p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>J Alvarez, D Garoz, R Gonzalez-Arrabal, A Rivera and M Perlado. The role of spatial and temporal radiation deposition in inertial fusion chambers: the case of HiPER. Nuclear Fusion 51(5):053019, Mayo 2011</p>	<p>Bibliografía</p>	

www.srim.org	Recursos web	
M. Born, E. Wolf, Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, 7th ed., Cambridge University Press, UK, 1999.	Bibliografía	
An introduction to computational Physics. Tao Pang. Cambridge University Press	Bibliografía	
D. K. AvasthiG. K. Mehta, Swift Heavy Ions for Materials Engineering and Nanostructuring, 978-94-007-1229-4	Bibliografía	
Primary Radiation Damage in Materials, Nuclear Science, NEA/NSC/DOC(2015)9, www.oecdnea.org	Bibliografía	
Konings, Allen, Stoller, and Yamanaka Comprehensive Nuclear Materials, Editors:, Elsevier, 2012, ISBN: 008056027X	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

SDG2 Zero Hunger: Radiation techniques can be used to improve food security and agriculture. They serve a variety of purposes, from conserving soil, water, and agricultural resources, to protecting plants from insect pests, and raising new varieties of plants with desirable characteristics. For food preparation and preservation, irradiation techniques can be used to ensure higher quality, longer shelf life, and increased food safety.

SDG3 Health and wellness: The development of Irradiation Techniques has given rise to new diagnostic and treatment techniques through Radiography, Radiotherapy and Nuclear Medicine. They can be used to treat cancer and to control and evaluate other health conditions, such as cardiovascular disease or tuberculosis.

SDG7 Affordable and clean energy: Access to clean, reliable and affordable energy is a precondition for sustainable economic growth and the improvement of human well-being. It encourages the efficient and safe use of nuclear energy to safely meet growing energy demands for development, while improving energy security, reducing the environmental and health effects of energy production, and mitigating climate change.

SDG9 Industry, innovation and infrastructure: Leading-edge industrial technologies underpin the success of strong economies, in both developed and developing countries. Nuclear science and technology, in particular, can make an important contribution to economic growth and play an important role in supporting sustainable development. Each country's economies can increase the competitiveness of their industries by using nuclear technologies to conduct safety and quality tests in the industry and by applying irradiation techniques to improve product durability. Irradiation also improves industrial sustainability by helping to reduce the environmental impact of industrial production.

SDG13 Climate action: Nuclear science, including nuclear energy, can play an important role in both mitigation and adaptation to climate change. Nuclear energy can play a relevant role in relation to climate change and the reduction of greenhouse gas emissions. Nuclear power is one of the lowest carbon-emitting technologies available to generate electricity. It helps countries to use nuclear techniques to adapt and mitigate the consequences of climate change through management of soil, water and crop resources and scientific research with nuclear tools.

SDG17 Partnerships to achieve the goals: Partnerships help expand access to science and technology to achieve the SDGs. Close collaboration between the IAEA, United Nations organizations, such as FAO and the World Health Organization, and other international and civil society organizations help maximize the contribution of IAEA support to achieving development priorities. of the countries.