



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**55000804 - Tecnología nuclear**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

<b>Nombre de la Asignatura</b>	55000804 - Tecnología nuclear
<b>Nº de Créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso Académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías*</b>
Emilio Minguez Torres	Despacho	emilio.minguez@upm.es	- -La hora anterior a las clases impartidas
Nuria Garcia Herranz (Coordinador/a)	Nuclear Planta1	nuria.garcia.herranz@upm.es	- -La hora anterior a las clases impartidas
Alfredo Lorente Fillol	Laboratorio	alfredo.lorente@upm.es	- -La hora anterior a las clases impartidas

Antonio Juan Rivera De Mena	Nuclear Planta2	antonio.rivera@upm.es	--La hora anterior a las clases impartidas
Emilio Castro Gonzalez	Nuclear Planta1	emilio.castro@upm.es	--

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Estructura de la materia

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

- Mecánica cuántica y relativista
- Resolución de ecuaciones diferenciales
- Ciclos termodinámicos

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE24H - Conocimiento aplicado de la Física y tecnología de la desintegración radiactiva, la fisión y la fusión nuclear.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su

adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA418 - Fundamentos generales de la física y la tecnología de la fisión y la fusión nuclear, los reactores nucleares y del ciclo del combustible nuclear.

RA419 - Capacidad de abordar un estudio más profundo de las demás asignaturas relacionadas con la Ingeniería Nuclear impartidas en el Grado: Aplicaciones de las radiaciones, Centrales Nucleares, Protección Radiológica, Seguridad Nuclear.

RA420 - Capacidad de síntesis, necesaria para el estudio y aprobado de una asignatura de contenidos tan variados.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 Descripción de la asignatura

La asignatura Tecnología Nuclear tiene como objetivo que los alumnos adquieran los fundamentos generales de la ingeniería nuclear, es decir, de todos aquellos procesos en los que intervienen las fuerzas que ligan entre sí a los constituyentes de los núcleos atómicos. Así, en primer lugar, se estudia la radiactividad, las radiaciones ionizantes y su interacción con la materia. En segundo lugar se estudian las reacciones nucleares, enfocándose en aquéllas que permiten la producción eficiente de energía eléctrica, las reacciones de fisión y fusión, estudiándose así mismo las tecnologías asociadas. Al ser hoy en día la fisión la base de la explotación comercial de las materias primas nucleares para generación eléctrica, se dan a conocer el conjunto de actividades que permiten actualmente dicha explotación, que conforman el llamado ciclo de combustible nuclear. Se fomenta el desarrollo de la capacidad de análisis de las ventajas e inconvenientes de la energía nuclear.

## 5.2 Temario de la asignatura

### 1. Conceptos Básicos

- 1.1. Estructura básica del átomo y el núcleo
- 1.2. Desintegración radiactiva
- 1.3. Interacción de las partículas cargadas con la materia
- 1.4. Interacción de la radiación electromagnética con la materia
- 1.5. Detección y medida de las radiaciones
- 1.6. Reacciones nucleares
- 1.7. Secciones eficaces de las reacciones con neutrones

### 2. Física de Reactores de Fisión

- 2.1. Reacción nuclear de fisión
- 2.2. El ciclo neutrónico: criticidad
- 2.3. Reactores nucleares de fisión
- 2.4. Moderación de neutrones
- 2.5. Difusión de neutrones
- 2.6. Introducción a la cinética
- 2.7. Introducción a la dinámica

### 3. El Ciclo de Combustible Nuclear

- 3.1. Fase pre-reactor: de la minería del uranio a la fabricación de elementos combustibles
- 3.2. Fase reactor: evolución del inventario isotópico durante la irradiación
- 3.3. Fase post-reactor: gestión de residuos radiactivos

### 4. Fundamentos de Física del Plasma y Tecnología de Fusión Nuclear

- 4.1. Introducción a la Fusión Nuclear
- 4.2. Condiciones de la fusión termonuclear controlada
- 4.3. Conceptos básicos de Física de Plasmas
- 4.4. Fusión por Confinamiento Magnético
- 4.5. Fusión por Confinamiento Inercial
- 4.6. Tecnología de reactores de fusión

## 6. Cronograma

### 6.1 Cronograma de la asignatura\*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<b>Impartición Tema 1.1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Impartición Tema 1.2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Realización de ejercicios Tema 1.2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Impartición Temas 1.3 y 1.4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Impartición Tema 1.5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Realización de ejercicios Temas 1.3, 1.4 y 1.5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Impartición Temas 1.6 y 1.7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Realización de ejercicios Temas 1.6 y 1.7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Primera práctica de laboratorio: estudio del detector Geiger</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluación de la primera práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00
6	<b>Impartición Temas 2.1 y 2.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Realización de ejercicios Temas 2.1 y 2.2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Impartición Tema 2.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Impartición Tema 2.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Realización de ejercicios Temas 2.3 y 2.4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Primera entrega de ejercicios para trabajo personal</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Primera prueba de evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00

9	<p><b>Impartición Tema 2.5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Realización de ejercicios Tema 2.5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Segunda práctica de laboratorio: constante de desintegración y actividad de saturación</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Evaluación de la segunda práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de PrácticasEvaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00</p>
10	<p><b>Impartición Temas 2.6 y 2.7</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Impartición Tema 3.1 y 3.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Impartición Tema 3.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Impartición Temas 4.1, 4.2 y 4.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Impartición Temas 4.4, 4.5 y 4.6</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Segunda entrega de ejercicios para trabajo personal</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Segunda prueba evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 02:00</p>
15				
16				
17				<p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p>

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.



## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Evaluación de la primera práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	5%	5 / 10	CG7 CG3 CG4
8	Primera entrega de ejercicios para trabajo personal	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	5%	5 / 10	CG1 CG6
8	Primera prueba de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE24H
9	Evaluación de la segunda práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	5%	5 / 10	CG7 CG3 CG4
14	Segunda entrega de ejercicios para trabajo personal	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	5%	5 / 10	CG1 CG6
14	Segunda prueba evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE24H

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Evaluación de la primera práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	5%	5 / 10	CG7 CG3 CG4

9	Evaluación de la segunda práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	5%	5 / 10	CG7 CG3 CG4
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	90%	5 / 10	CG1 CG6 CE24H

### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2 Criterios de Evaluación

Dos opciones de evaluación a elegir por el alumno: 1) Evaluación continua y 2) Evaluación final

### 1) Evaluación continua

80% de la nota por evaluación de dos exámenes parciales, debiéndose APROBAR AMBOS con una nota igual o mayor que 5 para superar la asignatura por evaluación continua. Si el alumno suspende alguno de los dos exámenes parciales, podrá presentarse al parcial suspenso el día del examen final de enero, y nuevamente deberá obtener una nota igual o superior a 5 para superar la asignatura por evaluación continua, no haciéndose media. No se guardará ningún examen parcial para la convocatoria de julio.

10% de la nota por evaluación de dos bloques de ejercicios propuestos para trabajo personal que deberán entregarse manuscritos.

10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio. Son OBLIGATORIAS y deben aprobarse con una nota igual o superior a 5. Se evaluarán mediante cuestionarios individuales, previo y posterior a la realización de la práctica, y la elaboración de una memoria en grupo.

### 2) Evaluación final

90% de la nota por evaluación de un examen final, que debe aprobarse con una nota igual o mayor que 5.

10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio. Son OBLIGATORIAS y deben aprobarse con una nota igual o mayor que 5. Se evaluarán mediante cuestionarios individuales, previo y posterior a la realización de la prácticas, y la elaboración de una memoria en grupo.

En cualquier opción de evaluación es necesario aprobar las prácticas de laboratorio para superar la asignatura. Los alumnos de ERAMUS deben contactar con el coordinador de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes elaborados por el equipo docente	Otros	Apuntes de la asignatura, mayoritariamente en forma de presentaciones en PowerPoint
Ortega X., Jorba J., Radiaciones Ionizantes, Vol. I, Ediciones UPC (1996)	Bibliografía	Bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 1
Glasstone S., Sesonske A., Ingeniería de Reactores Nucleares. Edit. Reverté, Barcelona (1989)	Bibliografía	Bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 2
Lamarsh J.R., Introduction to Nuclear Engineering, Ed. Addison-Wesley Publishing Co., Reading Massachusetts, 1982	Bibliografía	Otra bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 2
Almenas K., Lee R., Nuclear Engineering, An Introduction. Springer-Verlag (1992)	Bibliografía	Otra bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 2

El ciclo de combustible nuclear, SNE, Senda Editorial, 1997	Bibliografía	Bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 3
Wark Justin, Plasma Physics	Bibliografía	Bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 4
Fitzpatrick Richard, The Physics of Plasmas	Bibliografía	Bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 4
Energy from inertial fusion, Ed. IAEA, Sci. Ed. W.J. Hogan	Bibliografía	Bibliografía recomendada para los Temas del Módulo 4