

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Tecnología nuclear

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Tecnología nuclear
<b>Titulación</b>	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
<b>Semestre/s de impartición</b>	Quinto semestre
<b>Módulos</b>	Itinerario tecnologías energeticas
<b>Materias</b>	Obligatorias especialidad
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	65004058
<b>Nombre en inglés</b>	Nuclear technologies

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	3
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Mecánica cuántica y relativista

Resolución de ecuaciones diferenciales

## Competencias

---

- CE42 - Conocer y comprender la física y tecnología de la desintegración radiactiva, la fisión y la fusión nuclear.
- CE43 - Aplicar los principios de la ingeniería nuclear y de la protección radiológica.
- CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.
- CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.
- 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 Energética en sus actividades profesionales.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA360 - Capacidad de identificación y análisis de los problemas -científicos y técnicos subyacentes- que plantea la energía nuclear
- RA108 - Aplicar los principios de la ingeniería nuclear
- RA124 - Analizar el comportamiento de la población neutrónica en un reactor nuclear.
- RA125 - Diferenciar las diferentes tecnologías de generación térmica nuclear en función del combustible, el moderador y el refrigerante.
- RA127 - Comprender las actividades relacionadas con la primera y segunda parte del ciclo del combustible nuclear.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
García Herranz, Nuria ( <b>Coordinador/a</b> )	Despacho	nuria.garcia.herranz@upm.es	La hora anterior a las clases impartidas
Minguez Torres, Emilio	Despacho	emilio.minguez@upm.es	La hora anterior a las clases impartidas
Lorente Fillol, Alfredo	Laboratorio	alfredo.lorente@upm.es	La hora anterior a las clases impartidas
Rivera De Mena, Antonio Juan	Despacho	antonio.rivera@upm.es	La hora anterior a las clases impartidas

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

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura Tecnología Nuclear tiene como objetivo que los alumnos adquieran los fundamentos generales de la energía 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 aquellas que permiten la producción eficiente de energía eléctrica, las reacciones de fisión y de 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.

## Temario

---

1. Conceptos Básicos
  - 1.1. Introducción. La energía nuclear
  - 1.2. Estructura básica del átomo y el núcleo
  - 1.3. Desintegración radiactiva
  - 1.4. Interacción de las partículas cargadas con la materia
  - 1.5. Interacción de la radiación electromagnética con la materia
  - 1.6. Detección y medida de las radiaciones
  - 1.7. Reacciones nucleares
  - 1.8. 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

## Cronograma

**Horas totales:** 63 horas

**Horas presenciales:** 63 horas (40.4%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Impartición Tems 1.1 y 1.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>Impartición Tema 1.3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral <b>Realización de ejercicios Tems 1.2 y 1.3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
Semana 3	<b>Impartición Tems 1.4 y 1.5</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	<b>Impartición Tema 1.6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral <b>Realización de ejercicios Tems 1.4, 1.5 y 1.6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
Semana 5	<b>Impartición Tems 1.7 y 1.8</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral <b>Realización de ejercicios Tems 1.7 y 1.8</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 práctica de laboratorio</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial
Semana 6	<b>Impartición Tems 2.1 y 2.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	<b>Realización de ejercicios Tems 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			

Semana 8	<p><b>Impartición Tema 2.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Realización de ejercicios Temas 2.3 y 2.4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Primera entrega de ejercicios para trabajo personal</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Primera prueba de evaluación continua</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 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>			
Semana 10	<p><b>Impartición Temas 2.6 y 2.7</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 11	<p><b>Impartición Tema 3.1 y 3.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 12	<p><b>Impartición Tema 3.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>Impartición Temas 4.1, 4.2 y 4.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 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>Tutoría Grupal y Segunda entrega de ejercicios para trabajo personal</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Segunda prueba evaluación continua</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Evaluación de práctica de laboratorio	01:00	Evaluación continua y sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	10%	5 / 10	CG3, CG7
8	Primera entrega de ejercicios para trabajo personal	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	5%	5 / 10	CG1, CG6
8	Primera prueba de evaluación continua	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE42, CE43
14	Tutoría Grupal y Segunda entrega de ejercicios para trabajo personal	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	5%	5 / 10	CG1, CG6
17	Segunda prueba evaluación continua	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE42, CE43
17	Examen final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	90%	5 / 10	CE42, CE43, CG1, CG6

## 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: el primero de ellos a mitad del cuatrimestre y el segundo coincidente con el día del examen final. Ambos exámenes deben aprobarse con una nota mayor o igual a 5

10% de la nota por entrega de dos series de ejercicios de trabajo personal

10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio (OBLIGATORIAS)

### 2) Evaluación final

90% de la nota por evaluación de un examen final

10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio (OBLIGATORIAS)

En cualquier caso es necesario aprobar las prácticas de laboratorio para aprobar la asignatura.

## Recursos Didácticos

Descripción	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