

24-25

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR

CÓDIGO 28806108

UNED

24-25

FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA NUCLEAR

CÓDIGO 28806108

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
IGUALDAD DE GÉNERO

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Nombre de la asignatura   | FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  |
| Código                    | 28806108   |
| Curso académico           | 2024/2025  |
| Título en que se imparte  | <b>MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</b><br>PRUEBA DE APTITUD DE HOMOLOGACIÓN DE MÁSTER DE INGENIERÍA INDUSTRIAL |
| Tipo                      | CONTENIDOS   |
| Nº ETCS                   | 5  |
| Horas                     | 125  |
| Periodo                   | SEMESTRE 1   |
| Idiomas en que se imparte | CASTELLANO   |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura Fundamentos de Ciencia y Tecnología Nuclear del Máster Universitario en INGENIERÍA INDUSTRIAL tiene por objetivo proporcionar al estudiante conocimientos sobre la disciplina de ingeniería nuclear a un nivel básico. El alumno será capaz de comprender los dispositivos nucleares más relevantes con aplicaciones energéticas, industriales y médicas. Se trata, por tanto, de los conocimientos que un ingeniero debe poseer para abordar cuestiones generales del ámbito nuclear desde un punto de vista técnico y con criterio. Podrá formarse un juicio crítico sobre el papel de la energía nuclear y de las radiaciones ionizantes en el mundo actual. Se logrará una noción básica de multitud de aplicaciones que, de cara al futuro laboral, puede representar una ventaja si se trabaja en todo el sector laboral entorno a las mismas.

Los contenidos de la asignatura están organizados en tres bloques. El bloque 1 abarca los conceptos físicos que sustentan los conceptos de ingeniería que se exponen en el resto de la asignatura. Se estudian los conceptos y principios básicos de la fenomenología de los procesos nucleares y de la producción e interacción de las radiaciones ionizantes con la materia. El bloque 2 desarrolla los diferentes aspectos de las aplicaciones energéticas de la ingeniería nuclear. Se explica el funcionamiento de un reactor de fisión y el ciclo de combustible nuclear. Se ofrece un repaso de las principales nociones de seguridad nuclear, protección radiológica, residuos radiactivos y proliferación. Se aborda también la situación actual del uso de la energía nuclear desde una perspectiva socioeconómica y se plantean los principales retos futuros. Por último, se analizan distintas respuestas de la industria nuclear a dichos retos mediante el desarrollo de reactores de fisión avanzados, y mediante la fusión nuclear. El bloque 3, por su parte, aborda las aplicaciones no energéticas más relevantes de ingeniería nuclear. Se explica el funcionamiento y las tipologías principales de aceleradores de partículas. El uso y producción industrial de radionucleidos y radiaciones ionizantes, así como las aplicaciones médicas de diagnóstico y tratamiento completan este bloque.

A nivel contextual, merece la pena destacar dos hechos. La energía nuclear ha tenido un papel destacable en la producción eléctrica española y europea en las últimas décadas. En la actualidad, la evolución futura se debate a nivel nacional entre el apoyo que puede ofrecer en la transición ecológica y una opinión pública dividida en lo referido a los aspectos de seguridad y gestión de residuos radiactivos. En España operan en la actualidad 7 reactores

nucleares, que en futuro habrá que desmantelar y/o reemplazar. Se trata de un sector con una actividad económica garantizada en un sentido o en el otro. Por otro lado, las aplicaciones no energéticas de la ingeniería nuclear van al alza en España, en especial las médicas. Existe un despliegue creciente de dispositivos orientados a diagnóstico o a tratamiento que cuenta con la tecnología más avanzada a nivel mundial. Se espera que esta tendencia continúe.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los conocimientos de física, cálculo y ecuaciones diferenciales que el alumno habrá adquirido cursando las asignaturas del grado correspondiente.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JAVIER SANZ GOZALO  
jsanz@ind.uned.es  
91398-6463  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

FRANCISCO M OGANDO SERRANO  
fogando@ind.uned.es  
91398-8223  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

MERCEDES ALONSO RAMOS  
malonso@ind.uned.es  
91398-6464  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

RAFAEL JUAREZ MAÑAS (Coordinador de asignatura)  
rjuarez@ind.uned.es  
91398-8223  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JUAN PABLO CATALAN PEREZ  
jpcatalan@ind.uned.es  
91398-8209  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ANTONIO JESUS LOPEZ REVELLES  
alopez@ind.uned.es  
91398-6464  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

PATRICK SAUVAN  
psauvan@ind.uned.es  
91398-8731  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización se realizará fundamentalmente en línea, mediante la participación en los Foros de Debate de la plataforma virtual, si bien también pueden enviarse desde esta misma plataforma correos personales a los distintos profesores del equipo docente.

Además, el equipo docente de la asignatura tiene asignados unos días y horarios de guardia donde el alumno podrá contactar personalmente o por teléfono con los profesores y consultarles lo que considere oportuno para resolver las dudas que se le planteen en el estudio de la asignatura. Al final se da la información para contactar con los profesores, indicando en cada bloque temático el profesor responsable. También podrán hacerse consultas en otros días y horarios cuando sea posible mediante acuerdo previo del estudiante con el profesor.

En caso de comunicación por correo postal, la dirección de envío es la siguiente (precedida del nombre del profesor correspondiente):

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)  
E.T.S.I. Industriales  
Departamento de Ingeniería Energética  
C/ Juan del Rosal 12  
28040 Madrid

### Bloque 1

Profesor 1: D. Javier Sanz Gozalo  
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas  
Teléfono: 91 398 64 63  
Despacho: 2.18  
Correo electrónico: jsanz@ind.uned.es

Profesor 2: D. Patrick Sauvan  
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas  
Teléfono: 91 398 87 31  
Despacho: 0.16  
Correo electrónico: psauvan@ind.uned.es

### Bloque 2

Profesor 1: D. Juan Pablo Catalán Pérez  
Horario de guardia: Martes y Jueves de 16 a 18 horas  
Teléfono: 91 398 82 09  
Despacho: 0.15

Correo electrónico: jpcatalan@ind.uned.es

Profesor 2: D. Rafael Juárez Mañas  
Horario de guardia: Jueves de 10 a 14 horas  
Teléfono: 913988223  
Despacho: 0.15  
Correo electrónico: rjuarez@ind.uned.es

### **Bloque 3**

Profesor: D. Francisco Ogando Serrano  
Horario de guardia: Martes y Jueves de 16 a 18h  
Teléfono: 913988223  
Despacho: 0.15  
Correo electrónico: fogando@ind.uned.es

Profesor 2: D<sup>a</sup>. Mercedes Alonso Ramos  
Horario de guardia: Miércoles de 10 a 14 horas  
Teléfono: 913986464  
Despacho: 2.22  
Correo electrónico: malonso@ind.uned.es

D. Antonio Jesús López Revelles  
Horario de guardia: Miércoles de 10 a 12 horas  
Teléfono: 913986464  
Despacho: 0.18  
Correo electrónico: alopez@ind.uned.es

## **COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE**

### **Competencias básicas y generales**

CG36 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

CG1 - Iniciativa y motivación

CG2 - Planificación y organización

CG3 - Manejo adecuado del tiempo

CG4 - Análisis y síntesis

CG5 - Aplicación de los conocimientos a la práctica

CG16 - Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica

CG17 - Competencia en el uso de las TIC

CG18 - Competencia en la búsqueda de la información relevante

CG19 - Competencia en la gestión y organización de la información

CG20 - Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación

CG21 - Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros

CG22 - Habilidad para negociar de forma eficaz

CG23 - Habilidad para la mediación y resolución de conflictos

CG24 - Habilidad para coordinar grupos de trabajo

CG25 –Liderazgo

CG26 - Conocimiento y práctica de las reglas del trabajo académico

CG27 - Compromiso ético y ética profesional

CG28 - Conocimiento, respeto y fomento de los valores fundamentales de las sociedades democráticas

CG29 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, mecánica de fluidos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

CG7 - Pensamiento creativo

CG8 - Razonamiento crítico

CG9 - Toma de decisiones

CG10 - Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros

CG11 - Aplicación de medidas de mejora

CG12 –Innovación

CG13 - Comunicación y expresión escrita

CG14 - Comunicación y expresión oral

CG15 - Comunicación y expresión en otras lenguas

CG6 - Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el 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 específicas**

CE23 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

CE1 - Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

CE6 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

CE16 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y fundamentar el uso de los procesos nucleares para aplicaciones energéticas y no energéticas
- Conocer las características generales de tecnologías nucleares comercializadas para producción de electricidad.
- Conocer distintos sistemas para la producción de radionucleidos y radiaciones ionizantes, así como sus aplicaciones en la industria y en la medicina.
- Conocer los distintos tipos de riesgos y el impacto medioambiental asociados al uso de las instalaciones nucleares y radiactivas en general, y de las centrales nucleares en particular.
- Conocer los fundamentos y tecnología de ingeniería nuclear de aplicación en instalaciones nucleares para la generación de energía
- Adquirir los Conocimientos para la integrarse en equipos de trabajo de proyectos nucleares de fisión o de fusión
- Adquirir los criterios técnicos para trabajar en instalaciones nucleares
- Adquirir los criterios técnicos básicos para la elaboración de partes específicas de proyectos nucleares
- Conocer las fuentes de producción de residuos radiactivos y entender los principios utilizados en su clasificación.
- Conocer los tipos de actividades y estrategias para la gestión de los residuos radiactivos, así como los principios en los que se fundamenta su regulación.
- Saber establecer las bases de la evaluación de la seguridad y protección radiológica de los distintos tipos de almacenamiento y entender los diferentes elementos integrantes de la metodología de cálculo.
- Saber evaluar las posibilidades del proceso de desclasificación de materiales residuales con un muy bajo contenido radiactivo.
- Conocer las principales aplicaciones prácticas de las fuentes de radiación ionizante y de los aceleradores de partículas.
- Conocer las bases físicas de la aceleración de partículas, y las principales características de los diferentes tipos de aceleradores.
- Ser capaz de analizar la problemática de radioprotección e impacto medioambiental asociada a las fuentes de radiación y aceleradores.



## CONTENIDOS

### PRESENTACIÓN

La asignatura consta de una parte teórica que se encuentra dividida en tres bloques y de dos tipos de actividades complementarias:

1. Pruebas de evaluación continua (PEC), pensadas para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación de la asignatura, así como elemento de seguimiento y evaluación del proceso de aprendizaje.
2. Prácticas presenciales

Seguidamente se presentan los contenidos de la parte teórica.

### BLOQUE 1. Introducción y conceptos básicos para la ingeniería nuclear

En este bloque se introducirá la asignatura, y hablará de fenómenos físicos sin hacer mención alguna a si tendrán o no utilización práctica. Será un bloque temático de ciencia muy básica, el tratamiento de los fenómenos será fundamentalmente descriptivo, se introducirán los conceptos básicos de la ciencia/física nuclear, y aprovecharemos para recalcar cómo estos quedan fuera del campo de la física clásica.

Los dos fenómenos tratados en este bloque han sido seleccionados por haber dado lugar al desarrollo de aplicaciones tecnológicas: radiactividad y radiación por una parte, y de reacciones nucleares por otra, destacándose las reacción nuclear de fisión.

#### **Tema 1. Tecnología nuclear y su contexto**

- 1.1 Aplicaciones energéticas
- 1.2 Aplicaciones no-energéticas

#### **Tema 2. Energía nuclear y radiactividad**

- 2.1 Estructura de la materia y formas de energía
- 2.2 Conceptos básicos de mecánica relativista
- 2.3 Naturaleza atómica y nuclear de la materia
- 2.4 Estabilidad nuclear y desintegración radiactiva
- 2.5 Reacciones nucleares
- 2.6 Fisión nuclear

#### **Tema 3. Interacción de la radiación con la materia**

- 3.1 Partículas cargadas
- 3.2 Interacción de los rayos X y gamma con la materia
- 3.3 Interacción de los neutrones
- 3.4 Tasas de reacción con un flujo de neutrones polienergético

#### **Tema 4. Efectos de la radiación en la materia**

- 4.1 Efectos de la radiación en los materiales
- 4.2 Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes
- 4.3 Activación

## BLOQUE 2. Aplicación energética de la ingeniería nuclear

En este bloque se desarrolla los diferentes aspectos de las aplicaciones energéticas de la ingeniería nuclear. Se explica el funcionamiento de un reactor de fisión térmico y el ciclo de combustible nuclear. Se ofrece un repaso de las principales nociones de seguridad nuclear, protección radiológica, residuos radiactivos y proliferación. Se aborda también la situación actual del uso de la energía nuclear desde una perspectiva socioeconómica y se plantean los principales retos futuros. Por último, se analizan distintas respuestas de la industria nuclear a dichos retos mediante el desarrollo de reactores de fisión avanzados, y mediante la fusión nuclear.

### **Tema 5. Reactores de fisión nuclear**

- 5.1 El reactor nuclear térmico
- 5.2 Reacción en cadena autosostenida
- 5.3 Factor de multiplicación. Criticidad y reactividad
- 5.4 Ciclo neutrónico del reactor térmico
- 5.5 Evolución temporal de la población neutrónica. Período del reactor
- 5.6 Potencia del reactor
- 5.7 Reactores y centrales comerciales actuales

### **Tema 6. Ciclo de combustible**

- 6.1 Esquema general
- 6.2 Materias primas y su disponibilidad
- 6.3 Descripción de las etapas del ciclo de combustible
- 6.4 Combustible irradiado: el ciclo cerrado

### **Tema 7. Seguridad nuclear, protección radiológica, residuos y proliferación**

- 7.1 Seguridad nuclear
- 7.2 Protección radiológica
- 7.3 Gestión de residuos radiactivos
- 7.4 Proliferación de armamento nuclear

### **Tema 8. Aspectos socioeconómicos de la energía nuclear**

- 8.1 Situación actual de la energía nuclear de fisión
- 8.2 Aspectos económicos de la energía nuclear de fisión
- 8.3 Aspectos de seguridad de la fisión nuclear
- 8.4 Aspectos medioambientales de la fisión nuclear
- 8.5 Previsiones para la energía nuclear

**Tema 9. Tecnología de reactores nucleares de fisión**

- 9.1 Reactores térmicos avanzados
- 9.2 Reactores rápidos avanzados
- 9.3 El ciclo del Torio
- 9.4 Reactor epitérmico avanzados
- 9.5 Reactores pequeños modulares
- 9.6 Reactores rápidos como solución a los residuos actuales
- 9.7 Estado actual del despliegue de los reactores de IV generación

**Tema 10. Ciencia y tecnología de la fusión nuclear**

- 10.1 Reacciones de fusión nuclear
- 10.2 Plasmas de fusión
- 10.3 Confinamiento magnético
- 10.4 Confinamiento inercial
- 10.5 Ciclo de combustible de la fusión nuclear

**BLOQUE 3. Aplicaciones no-energéticas de la ingeniería nuclear**

En este bloque se abordan las aplicaciones no energéticas más relevantes de ingeniería nuclear. Se persigue que el estudiante consiga una cultura general sobre la diversidad de posibilidades prácticas que plantean las radiaciones ionizantes. Así, se explica aplicaciones de la tecnología de las radiaciones tanto en el campo industrial como en el médico. Finalmente se dedica un capítulo a las bases científicas y los métodos tecnológicos para la detección de la radiación, algo especialmente importante al no poder ser detectada con nuestros sentidos.

**Tema 11. Aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes**

- 11.1 Aplicaciones médicas de diagnóstico
- 11.2 Aplicaciones médicas de terapia

**Tema 12. Usos y producción industrial de radiaciones ionizantes**

- 12.1 Producción de isótopos radiactivos
- 12.2 Esterilización
- 12.3 Ensayos no destructivos
- 12.4 Aplicaciones espaciales
- 11.5 Otras aplicaciones industriales

**Tema 13. Sistemas de detección y medida de la radiación**

- 13.1 Introducción
- 13.2 Detectores de ionización gaseosa
- 13.3 Detectores de semiconductor
- 13.4 Detectores de centelleo y termoluminiscencia.

## Prácticas presenciales

Es obligatorio realizar prácticas presenciales de esta asignatura.

Estas prácticas consisten en dos sesiones realizadas en un único día. Una sesión consiste en unas sesiones de trabajo en equipo en el Departamento de Ingeniería Energética de la ETS Ingenieros Industriales, en la que los estudiantes utilizarán un software especializado para consultar secciones eficaces de reacciones nucleares para abordar un problema en equipo. La sesión se organizará en grupos a los que se asignarán diferentes problemas. Tras resolverlo, cada grupo presentará al resto los resultados y se abrirá un turno de preguntas.

La otra sesión consistirá o bien en una visita a una Instalación Nuclear, o bien prácticas en una sesión de laboratorio donde se ilustrarán conceptos importante de la asignatura mediante la realización de experimentos sencillos. Se realizarán en el periodo de prácticas de las asignaturas del primer semestre del master en el mes de febrero.

Las prácticas presenciales obligatorias tienen como objetivo fundamental ayudará al alumno a fijar conceptos esenciales de la asignatura, ponerlos en valor en la resolución de problemas prácticas, y que el alumno entre en contacto con las instalaciones de carácter nuclear y vean in situ la complejidad, desarrollo tecnológico y la seguridad de esas instalaciones.

No hay sesión de prácticas en el mes de septiembre. Por lo tanto, y dado el carácter obligatorio de las mismas, cualquiera que sea el plan que el alumno tenga de examinarse (febrero/septiembre) siempre tendrá que realizar las prácticas en el mes de febrero.

Con antelación a la realización de las prácticas, los alumnos recibirán vía correo electrónico toda la información necesaria sobre las mismas: horarios, actividades, material necesario.

Esa misma información aparecerá en el curso virtual de la asignatura.

## Pruebas de evaluación continua (PECs)

Actividades de seguimiento y evaluación continua del proceso de asimilación y aprendizaje en cada uno de los bloques en que se estructura la asignatura. Estas se pondrán a disposición de los estudiantes en el curso virtual de la asignatura. Tienen carácter obligatorio.

## METODOLOGÍA

Las actividades de aprendizaje se distribuyen entre el trabajo autónomo, trabajo con contenidos teóricos y prácticos y realización de actividades de evaluación.

El trabajo autónomo consiste en una serie de actividades que el alumno debe desarrollar de manera individual. Incluye el estudio de apuntes proporcionado por el equipo docente, resolución de ejercicios, y el visionado y lectura de material de apoyo.

El trabajo con contenidos prácticos abarca tres tipos de actividades que comprender distintos tipos de interacciones del alumno. Por un lado, la asistencia a las tutorías es muy recomendable. Se impartirán charlas resumen de los diferentes temas de la asignatura, y el alumno tendrá un espacio para plantear dudas sobre el contenido expuesto. La participación en los foros ofrece un canal de comunicación fluido y permanente con el equipo docente, y también con el resto de alumnos. Por último, las prácticas presenciales están concebidas para ilustrar conceptos clave de la asignatura, así como para fomentar el trabajo en equipo y la interacción entre alumnos.

La realización de actividades de evaluación comprende dos tipos de actividades. Por un lado, las pruebas de evaluación continua (PEC). Tienen carácter obligatorio y se realizarán paulatinamente a lo largo del curso. Están pensadas para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación en cada uno de los bloques en que se estructura la asignatura. Por otra parte, la prueba presencial personal (examen) será el indicador del nivel global de asimilación alcanzado por el estudiante al finalizar el periodo de aprendizaje de la asignatura. La evaluación de la asignatura se apoyará en ambas pruebas.

La distribución orientativa de estas actividades con arreglo al número de horas de trabajo del total de créditos, se estima de forma aproximada que sea la siguiente:

| Actividades formativas   | Porcentaje de horas de trabajo |
|--|--------------------------------|
| <b>Trabajo autónomo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Estudio de apuntes</li> <li>•Resolución de ejercicios</li> <li>•Asimilación material de apoyo</li> </ul> | 56% (70 horas)                 |
| <b>Trabajo con contenidos prácticos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Participación en los foros</li> <li>•Prácticas presenciales</li> </ul>                   | 24% (30 horas)                 |
| <b>Realización de actividades de evaluación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pruebas de evaluación continua (PEC)</li> <li>•Prueba de evaluación</li> </ul>   | 20% (25 horas)                 |

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Tipo de examen                  | Examen de desarrollo |
| Preguntas desarrollo            | 6                    |
| Duración del examen             | 120 (minutos)        |
| Material permitido en el examen |                      |

Calculadora no programable

### Criterios de evaluación

El examen consistirá en 1 o 2 preguntas de cada uno de los 3 bloques. El Bloque 1 y el Bloque 2 computarán un 40% en la nota del examen, y el Bloque 3 un 20% respectivamente.

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| % del examen sobre la nota final | 80 |
|----------------------------------|----|

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

|  |   |
|--|---|
| Nota mínima en el examen para sumar la PEC | 5 |
|--|---|

### Comentarios y observaciones

No es posible aprobar la asignatura sin haber realizado tanto las PEC como las prácticas presenciales con una calificación mínima de 5 en cada una de ellas. Con independencia de la nota en el examen.

**El número de preguntas de examen es orientativo, puede variar ligeramente en cada examen.**

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Requiere Presencialidad | Si |
|-------------------------|----|

### Descripción

La prueba presencial personal será indicadora del nivel global de asimilación alcanzado por el estudiante al finalizar el periodo de aprendizaje de la asignatura.

### Criterios de evaluación

El examen consistirá en 1 o 2 preguntas de cada uno de los 3 bloques. El Bloque 1 y el Bloque 2 computarán un 40% en la nota del examen, y el Bloque 3 un 20% respectivamente.

|   |     |
|---|-----|
| Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final | 80% |
|---|-----|

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Fecha aproximada de entrega | 15/02/2023 |
|-----------------------------|------------|

### Comentarios y observaciones

Ver fecha exacta consultando el calendario de las pruebas presenciales de las asignaturas del primer semestre del máster.

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

Las pruebas de evaluación continua tienen carácter obligatorio y se recomienda realizarlas paulatinamente a lo largo del curso. Están pensadas para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación en cada uno de los bloques en que se estructura la asignatura. El estudiante debe realizar tres PECs, correspondientes a cada uno de los bloques.

## Criterios de evaluación

Se debe obtener una nota igual o superior a 5 puntos en las PEC para poder aprobar la asignatura.

**La PEC del Bloque 1 y del Bloque 2 computará, cada una, un 40% en la nota total de las PEC, y las del Bloques 3, un 20%.**

Ponderación de la PEC en la nota final 10%

Fecha aproximada de entrega 15/01/2025

Comentarios y observaciones

Los enunciados de las PECs se harán disponibles para los estudiantes mediante la plataforma virtual durante el curso.

**La fecha de entrega se notificará a la vez que se distribuya el enunciado.**

**Posteriormente a la calificación de la asignatura en convocatoria ordinaria se abrirá de nuevo el plazo de entrega de las PEC para la convocatoria de septiembre, con la fecha aproximada de entrega del 28/08/2025.**

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si, presencial

Descripción

**Prácticas presenciales**

**La descripción de las prácticas está disponible en el apartado “Prácticas de laboratorio” de esta guía.**

## Criterios de evaluación

Se debe obtener una nota igual o superior a 5 puntos para poder aprobar la asignatura.

Ponderación en la nota final 10%

Fecha aproximada de entrega 30/02/2025

Comentarios y observaciones

Para las prácticas presenciales consultar la fecha definitiva en el calendario de prácticas del master para asignaturas del primer semestre cuando esté disponible.

**El resto de información sobre las prácticas está disponible en el apartado “Prácticas de laboratorio” de esta guía.**

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La evaluación de la asignatura se realizará en función de las siguientes actividades, todas ellas obligatorias.

Prueba Presencial (PruP).

Práctica Presencial (PraP).

Pruebas de Evaluación Continua (PEC).

**La nota final de la asignatura se calcula de acuerdo a los siguientes criterios:**

La asignatura se aprueba si se obtiene una calificación global igual o superior a cinco, pero además se fija como condicionante adicional para la superación de la misma, el haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las anteriores actividades.

Si se supera el condicionante mencionado, el cálculo de la nota final de la asignatura se hace de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Nota (final)} = 0,10 \times \text{PraP} + 0,10 \times \text{PEC} + 0,80 \times \text{PruP}$$

**Si la nota del examen es menor que 4 la nota final en las actas será la nota del examen, sin ponderar con las otras dos actividades.**

**La nota asociada a cualquier actividad se puntúa de 0 a 10.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Para la preparación de la asignatura se utilizará como texto base:

**Título:** Fundamentos De Ingeniería Nuclear

**Autores:** J.P. Catalán, R. Juárez, F. Ogando, J. Sanz, P. Sauvan, M. Alonso

**Descripción:** Este texto se pondrá a disposición para este curso académico en formato electrónico en el curso virtual. El libro está escrito y revisado por el equipo docente, está estructurado con los mismos temas que constituyen los contenidos de la asignatura. Es un texto pensado para estudiantes que por vez primera se enfrentan a cuestiones relacionadas con la ingeniería nuclear, cubriendo por tanto todos los conceptos básicos en el campo de la ciencia nuclear que se necesitan para abordar la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780201824988

Título: INTRODUCTION TO NUCLEAR ENGINEERING 3 edición

Autor/es: Anthony J. Baratta; John R. Lamarsh

Editorial: : PRENTICE -HALL

ISBN(13): 9788460453314

Título: 222 CUESTIONES SOBRE LA ENERGÍA

Autor/es: M. Barrachina

Editorial: Foro Nuclear



ISBN(13): 9788460541431

Título: HISTORIA NUCLEAR DE ESPAÑA

Autor/es: R. Caro

Editorial: Sociedad Nuclear Española

La bibliografía complementaria que se cita a continuación no es necesaria para el aprendizaje de la asignatura, pero sí es recomendable para ampliar la cultura nuclear sobre los temas que se tratan en la asignatura.

El libro *Introduction to Nuclear Engineering* se trata de un manual de referencia de ingeniería nuclear que cubre todos los aspectos más importantes con un nivel de profundidad y un aparato matemático mayor que el que se plantea en la bibliografía básica. En el libro *222 cuestiones sobre la energía* se presentan los interrogantes que más comúnmente se plantean sobre el tema energético y sobre el papel que la energía nuclear y sus aplicaciones desempeñan en nuestra sociedad. Las cuestiones que se discuten son las fundamentales a la hora de evaluar el problema de la necesidad de utilizar fuentes energéticas respetuosas con el medio ambiente y compatibles con un crecimiento sostenible. Este libro estará disponible en formato electrónico en el curso virtual.

El libro *Historia nuclear de España* recoge una historia exhaustiva y completa de cómo se desplegó la energía nuclear en España, e incluye una serie de entrevistas con personas clave.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

### Texto base:

El texto base que ha de utilizarse para asimilar esta asignatura tiene como objetivo hacer una revisión de las principales tecnologías ligadas a la explotación de los fenómenos nucleares, e introducir la ciencia básica necesaria para la descripción de dichos fenómenos.

### Curso virtual:

Es fundamental para el desarrollo de la asignatura que el alumno utilice su curso virtual. Cualquier material complementario adicional que se pueda publicar o aconsejar se encontrará en dicha Plataforma. El alumno puede enviar sus consultas a los distintos foros de debate, o por correo electrónico a la atención de cualquiera de los profesores de la asignatura.

En el curso virtual estarán a disposición de los alumnos, entre otros: materiales de apoyo para el estudio de los bloques, que podrán incluir además material multimedia o vínculos a materiales producidos por el equipo docente o de interés para la asignatura un calendario para las PECs.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

¿Hay prácticas en esta asignatura de cualquier tipo (en el Centro Asociado de la Uned, en la Sede Central, Remotas, Online,..)?

Si

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Presencial: Si

Obligatoria: Si

Es necesario aprobar el examen para realizarlas: Si

Fechas aproximadas de realización: 15 Febrero 2024 (ver calendario oficial de prácticas de asignaturas de primer semestre de máster)

Se guarda la nota en cursos posteriores si no se aprueba el examen:

Si, durante 1 curso

Cómo se determina la nota de las prácticas: Evaluación al final de la sesión

### REALIZACIÓN

Lugar de realización (Centro Asociado/ Sede central/ Remotas/ Online): ETS Ingenieros Industriales UNED

N.º de sesiones: 1

Actividades a realizar:

Estas prácticas consisten en dos tramos realizados en un único día. Un tramo consiste en unas jornadas de trabajo en equipo en el Departamento de Ingeniería Energética de la ETS Ingenieros Industriales, en la que los estudiantes utilizarán un software especializado para consultar secciones eficaces de reacciones nucleares para abordar un problema en equipo. Se organizará en grupos a los que se asignarán diferentes problemas. Tras resolverlo, cada grupo presentará al resto los resultados y se abrirá un turno de preguntas.

El otro tramo consistirá o bien en una visita a una Instalación Nuclear, o bien prácticas en una sesión de laboratorio donde se ilustrarán conceptos importante de la asignatura mediante la realización de experimentos sencillos. Se realizarán en el periodo de prácticas de las asignaturas del primer semestre del master en el mes de febrero.

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.