22-23

MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR

CÓDIGO 28806108

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

22-23

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

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/

CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Nombre de la asignatura	FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR
Código	28806108
Curso académico	2022/2023
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Tipo	
Nº ETCS	0
Horas	0.0
Periodo	SEMESTRE
Idiomas en que se imparte	

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura Fundamentos de Ciencia y Tecnología Nuclear del Máster Universitario en INGENIERÍA INDUSTRIAL tiene por objetivo el introducir al estudiante en el campo de las distintas tecnologías para la explotación de los fenómenos nucleares, así como en los conceptos y principios básicos en que se fundamentan. La asignatura se imparte desde el departamento de Ingeniería Energética.

En esta asignatura se estudian en primer lugar los conceptos y principios básicos de la fenomenología de los procesos nucleares y de la producción e interacción de las radiaciones ionizantes. Esta primera parte es la que podríamos considerar una introducción a los temas fundamentales de la ciencia nuclear.

Posteriormente la asignatura se orienta a describir y fundamentar las tecnologías que sustentan las principales aplicaciones de los procesos nucleares y las radiaciones. Esta parte es la que podríamos considerar como una introducción a las distintas tecnologías nucleares y de aplicación de la radiación. A este respecto se presta especial atención a las aplicaciones energéticas de los procesos nucleares, y para ello se describe la fuente de energía de fisión nuclear y distintas tecnologías concebidas para explotar su aprovechamiento, desde las actuales a las avanzadas y todavía no implementadas. También se introducen las bases de la fuente de energía de fusión nuclear y de algunas de las tecnologías más prometedoras encaminadas a lograr su aprovechamiento para la producción de energía eléctrica. Por otra parte, se aborda también el estudio de las aplicaciones no energéticas, orientadas a campos tales como la industria, la investigación y sobre todo la medicina.

En el curso se subraya la idea de que, si bien las aplicaciones de las reacciones nucleares y la radiación son potencialmente muy beneficiosas, desgraciadamente no están exentas de riesgos, debidas a la presencia de productos radiactivos y radiaciones que pueden interaccionar con la naturaleza y las personas, y producir daños biológicos. En este contexto se introducen los conceptos fundamentales de la cultura de la seguridad nuclear, se plantean las estrategias ligadas a la gestión de los posibles residuos radiactivos que se generan en las distintas aplicaciones, y se presentan algunas de las cuestiones a tener en cuenta para evaluar las posibilidades de alcanzar una energía nuclear sostenible.

En relación con los estudiantes que pudieran estar interesados en cursar la Especialidad de INGENIERIA NUCLEAR del máster, indicarles que la asignatura Fundamentos de Ciencia y Tecnología Nuclear ofrece los conocimientos básicos recomendados para afrontar con éxito el estudio de las tres asignaturas específicas de la especialidad: Tecnologías de la Energía

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Nuclear, Tecnologías de la Gestión de Residuos Radiactivos y Tecnología y Aplicaciones de las Fuentes de Radiación y Aceleradores. Por otra parte, las capacidades y competencias adquiridas en el aprendizaje de estas asignaturas se podrán aplicar en el Trabajo de Fin de Máster, que será un trabajo que se desarrollará asociado a una de las líneas del Grupo de investigación en tecnologías de sistemas nucleares de fusión y fuentes de irradiación (grupo TECF3IR de la UNED) o a una de las empresas del sector nuclear. Además del grupo de investigación citado, se ha constituido un grupo multidisciplinar en temas de innovación educativa y cambio de cultura en el sector nuclear: INOOC (Innovative Open Online Culture in the Nuclear Field), con posibilidad de incorporar alumnos para desarrollar el Proyecto Fin de Máster.

En el contexto de la I+D+i, señalar que dentro de los grandes retos hacia los que se quiere orientar la actividad de I+D+i en Europa y España durante los próximos años, las aplicaciones de los procesos nucleares y las fuentes de radiación tienen una cabida muy significativa en varios de ellos. Ver a este respecto documentos sobre:

1. EU research and innovation strategic plan, Horizon Europe (2021-2024)
2. European Atomic Energy Community (EURATOM) programme, Horizon Europe, for nuclear research and training activities (2021-2025)
3. Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027
4. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (2021-23)

Como en ellos puede observarse, las contribuciones esperadas a los retos de energía y salud son muy relevantes.

A nivel contextual, merece la pena hacer constar dos tipos de hechos: i) en España más del 20% de la energía eléctrica producida durante los últimos 10 años ha sido de origen nuclear, en concreto, la energía nuclear fue la segunda fuente de generación de energía eléctrica de España en 2021, con un 20,8 % de la producción, formando parte de la denominada energía de base, y ii) el enorme avance que en medicina han supuesto la gran variedad de pruebas de diagnóstico y tratamiento basadas en las propiedades nucleares de la materia.

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	JAVIER SANZ GOZALO
Correo Electrónico	jsanz@ind.uned.es
Teléfono	91398-6463
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Nombre y Apellidos	FRANCISCO M. OGANDO SERRANO
Correo Electrónico	fogando@ind.uned.es
Teléfono	91398-8223
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos	MERCEDES ALONSO RAMOS
Correo Electrónico	malonso@ind.uned.es
Teléfono	91398-6464
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos	RAFAEL JUAREZ MAÑAS (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	rjuarez@ind.uned.es
Teléfono	91398-8223
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos	JUAN PABLO CATALAN PEREZ
Correo Electrónico	jpcatalan@ind.uned.es
Teléfono	91398-8209
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	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: D. Javier Sanz Gozalo
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas
Teléfono: 913986463

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Despacho: 2.18
Correo electrónico: jsanz@ind.uned.es

Bloque 2
Profesor: D. Juan Pablo Catalán Pérez
Horario de guardia: Martes y Jueves de 16 a 18 horas
Teléfono: 913988209
Despacho: 0.15
Correo electrónico: jpcatalan@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

Bloque 4
Profesor: Dª. Mercedes Alonso Ramos
Horario de guardia: Miércoles de 10 a 14 horas
Teléfono: 913986464
Despacho: 2.22
Correo electrónico: malonso@ind.uned.es

Bloque 5
Profesor: D. Rafael Juárez
Horario de guardia: Jueves de 10 a 14 horas
Teléfono: 913988223
Despacho: 0.15
Correo electrónico: rjuarez@ind.uned.es

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:
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

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

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 Generales:

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

CG6 - Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos

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

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.

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

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

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

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.

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN

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

1. Prácticas virtuales síncronas.
2. 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.

Seguidamente se presentan los contenidos de la parte teórica.

BLOQUE 1. Introducción a la Ingeniería Nuclear y fundamentos teóricos en los que se basa.

En este bloque al ser de ciencia, se hablará de fenómenos 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 como estos

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

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 reacciones nucleares de fisión y fusión.

Tema 1. Estructura de la materia y formas de energía.

1.1 Introducción: materia y energía.

1.2 Materia

1.3 La energía: concepto y propiedades.

1.4 Formas de energía: cinética, potencial, térmica, química y nuclear

1.5 Radiación electromagnética.

1.6 Introducción a la mecánica relativista: equivalencia masa-energía y leyes de conservación.

1.6.1 Dinámica de una partícula material.

1.6.2 Unidades de masa y energía: equivalencia entre ellas.

1.6.3 Dinámica de una partícula sin masa.

1.6.4 Sistema aislado de partículas: leyes de conservación en colisiones y desintegraciones.

1.6.5 Energía de enlace de un sistema.

1.6.6. Consideraciones generales y ejemplos útiles para la solución de problemas de mecánica relativista/masa-energía

Tema 2. La naturaleza atómica y nuclear de la materia.

2.1 Composición de átomos y núcleos: propiedades generales.

2.2 Los elementos químicos y los isótopos.

2.3 Peso atómico, mol y densidad atómica.

2.4 Energía del átomo y del núcleo: estados excitados y radiación.

2.5 Energía de enlace del núcleo y del átomo.

2.6 Fuerzas en la naturaleza y fuerzas entre nucleones.

Tema 3. Radiactividad y reacciones nucleares.

3.1 Estabilidad nuclear y desintegración radiactiva.

3.1.1 Procesos de desintegración radiactiva.

3.1.2 Ley fundamental de la desintegración radiactiva: cálculos de radiactividad.

3.1.3 Radiactividad natural y artificial.

3.2 Reacciones nucleares

3.2.1 Introducción.

3.2.2 Cinemática de una reacción nuclear.

3.2.3 Sección eficaz microscópica. Tasas de reacción

3.2.4 Sección eficaz macroscópica y recorrido libre medio

3.2.5 Variación de la sección eficaz con la energía. Modelo del núcleo compuesto

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Tema 4. Interacción de la radiación con la materia.

4.1 Partículas cargadas.

4.1.1 Mecanismos de interacción: magnitudes caracterizadoras de la pérdida de energía y la penetración en la materia

4.1.2 Interacción de las partículas alfa con la materia.

4.1.3 Interacción de las partículas beta con la materia.

4.1.4 Fragmentos de la reacción de fisión.

4.2 Interacción de los rayos X y gamma con la materia.

4.2.1 Modos de interacción

4.2.2 Algunas implicaciones prácticas asociadas a la fenomenología de los procesos.

4.2.3 Atenuación y absorción de la radiación electromagnética.

4.2.4 Deposición de energía.

4.3 Interacción de los neutrones

4.3.1 Reacciones nucleares con neutrones

4.3.2 Clasificación de reacciones y secciones eficaces.

4.3.3 Tasas de reacción con un flujo de neutrones polienergético.

Tema 5. Fisión nuclear.

5.1 Fisión espontánea y fisión inducida

5.2 Nucleidos fisionables por neutrones.

5.3 Secciones eficaces de fisión inducida por neutrones

5.4 Productos emitidos durante las distintas fases del proceso de fisión inducida por neutrones

5.4.1 Productos de fisión

5.4.2 Neutrones de fisión: inmediatos y diferidos.

5.5 Energía liberada en la fisión: energía total y energía útil.

Tema 6. Fusión nuclear.

6.1 Introducción

6.2 Principios de la fusión nuclear

6.2.1. Reacción de fusión nuclear

6.2.2. Balance energético

6.2.3. Temperatura de ignición

6.2.4. Criterio de Lawson

BLOQUE 2. Aplicación de la fisión nuclear a la producción de energía eléctrica

En la primera parte de este bloque se describirá el funcionamiento básico del reactor térmico que, a día de hoy, representa prácticamente la totalidad de los reactores utilizados para la generación de energía eléctrica. Para entender los procesos que tienen lugar dentro del núcleo se utilizará el concepto de reactor infinito homogéneo que permite, de forma simple,

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

entender los complejos equilibrios que rigen la operación de los reactores nucleares térmicos. Por otro lado, en el capítulo se explicará el esquema general de una central nuclear, así como se describirán los principales tipos de reactores utilizados para la producción de energía eléctrica.

En la segunda parte se describirá el ciclo de combustible desde las materias primas y su disponibilidad hasta la reutilización o gestión como residuo final de los elementos de combustible. Este tema es de vital importancia dentro de la tecnología de fisión ya que el impacto medioambiental y económico de esta tecnología es crítico a la hora de evaluar el coste-beneficio, y por tanto la viabilidad, de las diferentes tecnologías de fisión.

Tema 7. Conceptos básicos del reactor nuclear térmico.

7.1 Introducción.
7.2 Esquema general de una central nuclear
7.3 Reacción en cadena controlada.
7.4 Factor de multiplicación. Criticidad y reactividad
7.5 Ciclo neutrónico
7.6 Reactor infinito homogéneo
7.7 Evolución temporal de la población neutrónica. Período del reactor
7.8 Neutrones diferidos
7.9 Potencia del reactor
7.9.1 Potencia del reactor durante la operación. Quemado
7.9.2 Potencia residual del reactor durante la parada.
7.10 Tipos de reactores térmicos

Tema 8. El ciclo de combustible nuclear.

8.1 Introducción. Esquema general
8.2 Materias primas y su disponibilidad
8.3 Extracción
8.4 Procesado
8.5 Fabricación
8.6 Utilización
8.7 Almacenamiento
8.8 Reprocesado
8.9 Gestión de residuos

BLOQUE 3. Aplicaciones de radionucleidos y radiaciones en campos diferentes del energético: sistemas para su producción, uso y detección

Se inicia en este bloque un repaso por las principales aplicaciones no energéticas de las radiaciones ionizantes en medicina e industria. Las aplicaciones energéticas, con mucho las

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

más importantes hoy en día, han sido ya tratadas extensamente en el bloque 2 de este mismo texto. El enfoque que se ha pretendido dar a esta sección tiene el objetivo de que el estudiante consiga una cultura general sobre la diversidad de posibilidades prácticas que plantean las radiaciones ionizantes. Esta cultura sobre el tema puede aportar dos beneficios fundamentales:

- Se tendrá una información más precisa de cara a formarse un juicio crítico sobre el papel 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. Toda la maquinaria de la que se va a tratar tiene utilización diaria en nuestra sociedad actual. Esto genera todo un sector laboral en su entorno, desde las fases de diseño, comercialización, mantenimiento y uso. Si bien el uso médico puede caer fuera de esta titulación de ingeniería, sí que nos afecta directamente el resto de los sectores.

Tema 9. Aceleradores de partículas.

9.1 Introducción

9.2 Fundamentos de la aceleración de partículas

9.3 Esquemas prácticos de aceleración de partículas

9.4 Grandes aceleradores de investigación

Tema 10. Aplicaciones médicas de los radionucleidos y radiaciones ionizantes.

10.1 Introducción

10.2 Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

10.3 Aplicaciones médicas de diagnóstico

10.4 Aplicaciones médicas de terapia

Tema 11. Producción de radionucleidos y aplicaciones de los mismos y de las radiaciones ionizantes en la industria.

11.1 Introducción.

11.2 Producción de isótopos radiactivos

11.3 Esterilización

11.4 Ensayos no destructivos

11.5 Generación de energía

11.6 Otras aplicaciones industriales de las radiaciones ionizantes

Tema 12. Sistemas de detección y medida de la radiación.

12.1 Introducción

12.2 Detectores de ionización gaseosa

12.3 Detectores de semiconductor

12.4 Detectores de centelleo y termoluminiscencia.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

BLOQUE 4. Riesgos derivados de la utilización civil de los procesos nucleares: salud, impacto medio ambiental, proliferación. Medios para hacerlos frente

Este bloque habla de los temas relacionados con los riesgos debidos al uso civil de los procesos nucleares. Primero se trata de introducir la Protección Radiológica, disciplina que se ocupa de la medida de las dosis de radiación y del establecimiento de los límites correspondientes. Posteriormente la Seguridad Nuclear Tecnológica, en el contexto de una Seguridad Nuclear que incluye también la Seguridad Nuclear Física, y del marco de la cultura de seguridad nuclear. Se centra el estudio especialmente en las Centrales Nucleares, y se presenta como la materia que estudia las condiciones que han de cumplir este tipo de instalaciones para considerarse seguras. La gestión de residuos radiactivos también forma parte de las consecuencias medioambientales del uso pacífico de la energía nuclear.
En este bloque, además del material básico y complementario relacionado en esta guía, se pondrá a disposición en el plan de trabajo del curso virtual material adicional de apoyo.

Tema 13. Protección Radiológica.

13.1 Introducción
13.2 Fuentes naturales y artificiales de radiaciones y radiactividad
13.3 Unidades de dosis de radiación
13.4 El objetivo y los principios básicos de la protección radiológica. El establecimiento de los límites de dosis
13.5 El cálculo de la dosis absorbida
13.6 Exposición interna
13.7 Medios físicos para la protección frente a las radiaciones ionizantes
13.8 El estudio del impacto radiológico
13.9 Los estándares de protección radiológica
13.10 Resumen y conclusiones

Tema 14. Seguridad nuclear y cultura de seguridad nuclear

14.1 Introducción
14.2 Características diferenciadoras de la energía nuclear
14.3 Filosofía básica de la Seguridad Nuclear
14.4 ¿Cómo afecta mi trabajo a la seguridad?
14.5 Evolución del concepto de Defensa en profundidad

Tema 15. Gestión de residuos radiactivos.

15.1 Introducción
15.2 Generación de residuos radiactivos
15.3 Clasificación de los residuos radiactivos
15.4 La generación de residuos radiactivos en el ciclo del combustible nuclear
15.5 El transporte de los residuos radiactivos

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

15.6 Gestión de los residuos de media, baja y muy baja actividad
15.7 Gestión de residuos de alta actividad
15.8 El desmantelamiento de las centrales nucleares

BLOQUE 5. Perspectivas futuras de la ingeniería nuclear

El quinto y último bloque ofrece una perspectiva del papel que desempeña la energía nuclear en el presente, así como de las posibilidades futuras que ofrece. En el Tema 16 se desglosan las perspectivas que se deben considerar al analizar una fuente de energía y se aplican a la energía nuclear del presente. En el Tema 17 se desarrollan los conceptos de reactores de fisión que optimizan diferentes aspectos del diseño para ofrecer soluciones concretas a los retos técnicos actuales de la energía nuclear y poder, así, seguir formando parte de la producción eléctrica en el medio plazo. En el Tema 18 se abordan los reactores de fusión nuclear. Representan, en el largo plazo, una prometedora alternativa energética nuclear con grandes ventajas respecto de las tecnologías de fisión.

Tema 16. La energía nuclear en la planificación energética: aspectos económicos, medioambientales y estratégicos.

16.1 Situación de la energía nuclear de fisión
16.2 Aspectos económicos de la energía nuclear de fisión
16.3 Aspectos de seguridad de la fisión nuclear
16.4 Aspectos medioambientales de la fisión nuclear
16.5 Previsiones para la energía nuclear
16.5 Conclusiones

Tema 17. Reactores avanzados de fisión nuclear

17.1 Reactores térmicos de generación IV
17.1.1 Reactor de agua supercrítica
17.1.2 Reactor de muy alta temperatura
17.1.3 Generación de residuos radiactivos
17.2 Reactores rápidos de generación IV
17.2.1 Selección del refrigerante para los reactores rápidos
17.2.2 Reactores refrigerados por metales líquidos: SFR y LFR
17.2.3 Reactor rápido de gas
17.3 El ciclo del Torio
17.4 Reactor epitérmico de generación IV: reactor de sales fundidas
17.5 Reactores pequeños modulares (Small Modular Reactors)
17.6 Reactores rápidos como solución a los residuos actuales
17.7 Resumen y estado actual de los reactores avanzados

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Tema 18. Aprovechamiento de la reacción de fusión nuclear para la producción de energía eléctrica. Conceptos de reactores de fusión

18.1 El ciclo de combustible de fusión
18.1.1 Reacciones de fusión
18.1.2 Combustible
18.1.3 Recursos energéticos
18.2 Fusión por confinamiento magnético (FCM)
18.2.1 Confinamiento del plasma
18.2.2 Calentamiento del plasma
18.2.3 Reactor de fusión por confinamiento magnético
18.3 Fusión por confinamiento inercial (FCI)
18.3.1 Principales fases del proceso de fusión en confinamiento inercial
18.3.2 Método de irradiación
18.3.3 Cápsula de combustible

Prácticas virtuales síncronas en grupos

En este curso académico, y vinculadas a un Proyecto de Innovación Docente de la UNED, se realizarán unas prácticas virtuales síncronas trabajando en grupos para aprendizaje basado en problemas usando un programa de simulación para el cálculo y representación de secciones eficaces.
La información sobre las prácticas, tanto fechas propuestas como indicaciones para su preparación previa y posterior realización serán publicadas en el curso virtual de la asignatura.
Estas prácticas son obligatorias. La información sobre la evaluación de las prácticas virtuales está disponible en el apartado “Sistema de evaluación” de esta guía.

Pruebas de evaluación continua (PECs)

Se trata de actividades de seguimiento y evaluación continua del proceso de aprendizaje de 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. En el apartado “Sistema de evaluación” se dan los detalles sobre cómo se evalúan estas Pruebas de Evaluación Continua (PECs).

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

METODOLOGÍA

La metodología utilizada es la característica de la UNED, enseñanza a distancia apoyada en el uso de las tecnologías de información y comunicación. La bibliografía básica está especialmente diseñada para facilitar al alumno la asimilación de los contenidos de manera autónoma.
Las actividades de seguimiento y evaluación continua se realizarán este curso a través de las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) a distancia.
Por otra parte, la prueba presencial personal y las prácticas virtuales serán indicadoras del nivel global de asimilación alcanzado por el estudiante al finalizar el periodo de aprendizaje de la asignatura.
Las pruebas de evaluación continua 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.
Las prácticas virtuales obligatorias síncronas en grupos para aprendizaje basado en problemas, vinculadas a un Proyecto de Innovación Docente de la UNED, pretenden trabajar competencias transversales de la titulación, y servir además para afianzar conceptos importantes de la asignatura y mejorar la motivación de los estudiantes.
La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, siendo fundamental la asimilación de los nuevos conceptos.
El reparto de la dedicación del estudiante a las diferentes actividades formativas es el siguiente:

- 15 horas de interacción con el docente, parte teórica
- 15 horas de interacción con el docente, parte práctica
- 40 horas de trabajo autónomo, parte teórica
- 30 horas de trabajo autónomo, parte práctica

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	8
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	
Calculadora no programable	
Criterios de evaluación	

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

El estudiante debe considerar que si bien todos los temas que forman parte del temario son igualmente importantes hay que tener en cuenta que unos requieren un estudio más profundo que otros.

El examen consiste en cinco partes, una por cada uno de los bloques en que está dividida la asignatura. Las preguntas del Bloque 1 computarán un 30% en la nota del examen, y las del resto de los Bloques (2-5) el 70% restante, repartido de forma igualitaria.

% 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	4

Comentarios y observaciones

No es posible aprobar la asignatura, independientemente de la nota en el examen, sin haber realizado tanto las PEC como las prácticas virtuales síncronas en grupos con una evaluación mínima de 4 en cada una de ellas.

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 estudiante debe considerar que si bien todos los temas que forman parte del temario son igualmente importantes hay que tener en cuenta que unos requieren un estudio más profundo que otros.

El examen consiste en cinco partes una por cada uno de los bloques en que está dividida la asignatura. Las preguntas del Bloque 1 computarán un 30% en la nota del examen, y las del resto de los Bloques (2-5) el 70% restante, repartido de forma igualitaria..

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final	80%
Fecha aproximada de entrega	30/02/2023

Comentarios y observaciones

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

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

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 cinco PECs, correspondientes a cada uno de los bloques.

En este curso académico la PEC del bloque 4 estará vinculada a otro Proyecto de Innovación Docente de la UNED, mediante actividades vinculadas a la realización de MOOCs. Las indicaciones para realizarla estarán disponibles cuando se publique el enunciado de la PEC del Bloque 4.

Criterios de evaluación

Se debe obtener una nota igual o superior a 4 puntos en las PEC para poder aprobar la asignatura.

La PEC del Bloque 1 computará un 30% en la nota total de las PEC, y las del resto de los Bloques (2-5) el 70% restante, repartido de forma igualitaria.

Ponderación de la PEC en la nota final 10%

Fecha aproximada de entrega 12/01/2023

Comentarios y observaciones

Al inicio del curso virtual se pondrán todos los enunciados de las PEC a disposición de los estudiantes en el apartado “Trabajos” del curso virtual.

En el plan de trabajo se pondrá un calendario con la información sobre las fechas recomendadas para la entrega de la PEC de cada bloque, y la fecha límite para la entrega de todas ellas en las convocatorias ordinaria y extraordinaria.

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 28/08/2023

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si,no presencial

Descripción

Prácticas virtuales síncronas en grupos

Estas prácticas se describen en la sección correspondiente del apartado de contenidos de esta guía.

Criterios de evaluación

Se debe obtener una nota igual o superior a 4 puntos para poder aprobar la asignatura.

Ponderación en la nota final 10%

Fecha aproximada de entrega 30/02/2023

Comentarios y observaciones

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Esta fecha puede variar mucho, pues no está fijada en el calendario de prácticas presenciales. Habrá prácticas para la convocatoria de febrero y para la de septiembre. **Con antelación a la realización de las prácticas, los alumnos recibirán toda la información necesaria sobre las mismas: fecha, actividades y material de apoyo. Esa misma información aparecerá en el curso virtual de la asignatura.**

¿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 Virtual (PraV).

Pruebas de Evaluación Continua (PEC).

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

1. 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 4 puntos sobre 10 cada una de las anteriores actividades.

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

Nota (final) = 0,1 ×PraV + 0,1 ×PEC + 0,8 ×PruP

***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

Autor/es: SANZ, J.; CATALÁN, J.P.; OGANDO, F.; ALONSO, M. y JUÁREZ, R.

Este texto se pondrá a disposición para este curso académico en formato electrónico en el curso virtual.

Este libro, 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. Se trata de un material muy extenso, por lo que en la sección de contenidos de la guía del curso completa que está a disposición de los alumnos matriculados se dan las orientaciones al estudio pertinentes, limitando y priorizando sus contenidos de cara a la preparación de las pruebas presenciales.

Además, del texto base se utilizará para la preparación del tema 15 del Bloque 4 el siguiente material básico:

MOOC: NOOC II Understanding Nuclear Safety Culture. Disponible en la plataforma de MOOCs UNED Abierta. Producido por UNED y Tecnatom. Directores: Mercedes Alonso

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

Ramos (UNED) y Fernando González González (Tecnatom). Edición permanente iniciada en 2020.
Se trata de un curso gratuito, abierto y masivo en inglés, producido en el marco del proyecto europeo Euratom H2020 ANNETTE, que pertenece al grupo de MOOCs "Introduding Safety Culture and its application to the nuclear field"

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788474841190
Título:REACTORES NUCLEARES (1ª)
Autor/es:Martínez-Val Peñalosa, José Mª ; Piera, Mireia ;
Editorial:UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

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.
•MOOC: NOOC I. What is safety culture?
•MOOC: NOOC III. Developing leadership for safety
Ambos cursos están disponibles en la plataforma de MOOCs UNED Abierta. Producidos por UNED y Tecnatom. Directores: Mercedes Alonso Ramos (UNED) y Fernando González González (Tecnatom). Edición permanente iniciada en 2020. Se trata de dos cursos gratuitos, abiertos y masivos en inglés, producidos en el marco del proyecto europeo Euratom H2020 ANNETTE, que pertenecen al grupo de MOOCs "Introduding Safety Culture and its application to the nuclear field"
Título: ***222 Cuestiones sobre la energía***, Edit. Foro de la Industria Nuclear Española, 2001, Madrid.
Autor/es: BARRACHINA, M y otros
Editorial: El FORO NUCLEAR
Este libro está disponible en formato electrónico en el curso virtual.
En este texto 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.
Por tanto, se ajusta fielmente a los objetivos que se pretenden conseguir en el curso.
Presenta una estructura bastante similar a la del texto base. Muchas de las preguntas que sobre el tema nuclear se plantean, se tratan con más amplitud en el texto base. Otras relacionadas con otras fuentes energéticas distintas a la nuclear, y que apenas se desarrollan en el texto base, son sin embargo fundamentales a la hora de que el alumno

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

encuadre a la energía nuclear en el marco general de las todas las demás fuentes energéticas, comprendiendo sus similitudes y diferencias, ventajas y desventajas.

Título: ***REACTORES NUCLEARES***

ISBN (13): 9788474841190

Autor/es: Piera, Mireia; Martínez-Val Peñalosa, José Mª

Editorial: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Madrid. Ed. Sección de Publicaciones de la ETSII de la UPM. (Tel.: 91 336 30 68)

Este libro de tecnología nuclear de fisión es de contenido avanzado, y aunque no necesario para el aprendizaje de esta asignatura, es uno de los pocos libros en español sobre tecnología nuclear.

Título: **Introducción a la física atómica y nuclear**

Autor/es: SANZ, J.; SAUVAN, P.

Este texto es de contenido avanzado, y aunque no necesario para el aprendizaje de esta asignatura, se recomienda para aquellos estudiantes que quieran introducirse en la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica y de su aplicación a ciertos problemas del mundo atómico y nuclear.

El libro no ha sido publicado aún, pero está disponible en formato electrónico en la plataforma virtual.

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. Sabíamos que el resultado iba a ser un texto amplio, más allá del alcance especifico de la signatura. Sin embargo, creemos que esta es la mejor opción, pues el texto así concebido creemos que será muy útil para que el estudiante encuadre convenientemente aquellas cuestiones y materia que específicamente constituye el contenido de la asignatura.

En la sección del libro de texto base dedicada a su Presentación se indica de forma general como ha de utilizarse para abordar esta asignatura, y en la parte restringida de esta guía de estudio, disponible para todos los alumnos matriculados en ella al comienzo del curso virtual, se indica ya de forma específica los temas que van a constituir la materia de estudio y los de lectura aconsejada pero no como materia de estudio propiamente dicha de la asignatura.

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

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C

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
- un vídeo de introducción con la presentación de cada bloque temático por el profesor responsable
- enunciados de exámenes anteriores
- otros materiales y vínculos de interés

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.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
CD4B337374B46E23F175EA3D6420C12C