

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA NUCLEAR

Curso 2015/2016

(Código:6890308-)

1.PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

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.

La segunda parte de 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 un capítulo destacado lo ocupan las aplicaciones energéticas de los procesos nucleares. 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.

Se destaca también el capítulo de aplicaciones no energéticas, orientadas a campos tales como la industria, la investigación y sobre todo la medicina.

Por otra parte 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 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 las cuestiones a tener en cuenta para evaluar las posibilidades de alcanzar una energía nuclear sostenible.

A nivel contextual, merece la pena también hacer constar que en España más del 20% de la energía eléctrica producida durante 2013 ha sido de origen nuclear, formando parte de la denominada energía de base, y del enorme avance que en medicina han supuesto la gran variedad de pruebas de diagnóstico y tratamiento basadas en las propiedades nucleares de la materia.

La información ofrecida en esta primera parte de la guía de la asignatura se extiende y complementa en la Guía II, que se pondrá a disposición de los alumnos matriculados en la misma dentro del curso virtual implementado en la plataforma de aprendizaje aLF de la UNED.

2.CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Fundamentos de Ingeniería Nuclear es una asignatura con dos rutas distintas, aunque en ambas el contenido y el desarrollo de la asignatura es el mismo:

Obligatoria de 5 ECTS que se imparte en el segundo cuatrimestre del 3ºcurso en el Grado de Tecnologías Industriales

Optativa de 5 ECTS que se imparte en el segundo cuatrimestre del 4ºcurso en el Grado de Ingeniería Eléctrica y el Grado de Ingeniería Mecánica.



3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

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

Manejo de herramientas informáticas básicas para efectuar las prácticas de simulación a distancia vía Internet

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con el estudio de esta asignatura se pretende que el alumno sea capaz de conseguir los siguientes objetivos:

- Conocer y fundamentar el uso de los procesos nucleares para aplicaciones energéticas y no energéticas
- Conocer los conceptos básicos de la ciencia nuclear y entender las limitaciones de la física clásica para analizar el átomo y el núcleo.
- Identificar a la fisión como la reacción básica para el aprovechamiento de la energía nuclear en la actualidad.
- Conocimiento cualitativo del funcionamiento del reactor: el cómo y el porqué de su configuración
- Conocer las características generales de tecnologías nucleares comercializadas para producción de electricidad. Centrales de agua ligera.
- Conocer las actividades que constituyen el ciclo de combustible nuclear
- Conocer los principales tipos de aceleradores de partículas
- Conocer distintos sistemas para la producción de radionucleidos y radiaciones ionizantes.
- Conocer diversas aplicaciones de los radionucleidos y las radiaciones en la industria y en la medicina.
- Conocer cómo se detecta y mide la radiación.
- Conocer los distintos tipos de riesgos asociados al uso de las instalaciones nucleares y radiactivas en general, y de las centrales nucleares en particular.
- Conocer los medios disponibles y en desarrollo para hacer frente a los riesgos relativos a la salud, el impacto medio ambiental y la proliferación.
- Conocer las características de los reactores de fisión avanzados y de otros sistemas nucleares futuros: sistemas transmutadores y reactores de fusión.
- Plantear y discutir las cuestiones que sirvan para evaluar el interés de la energía nuclear como opción para producir electricidad.
- Plantear y discutir las posibilidades de la Energía Nuclear Sostenible.

Conocer las características de los reactores de fisión avanzados y de otros sistemas nucleares futuros: sistemas transmutadores y reactores de fusión.

5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La asignatura consta de una parte teórica que se encuentra dividida en cinco bloques y de dos tipos de prácticas obligatorias: i) prácticas de simulación a distancia vía Internet, y ii) prácticas presenciales. También se incluirá en el desarrollo del programa de la asignatura pruebas de evaluación continua de carácter voluntario, pero muy recomendables para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación de la asignatura, así como elemento de seguimiento y evaluación del proceso de aprendizaje.

Parte teórica: como ya se ha mencionado en el párrafo anterior está dividida en cinco bloques:

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

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

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

Tema 3. Radiactividad y reacciones nucleares.



Tema 4. Interacción de la radiación con la materia.

Tema 5. Fisión nuclear.

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

Tema 6. Concepto de reactor nuclear de fisión. Fisión en cadena autosostenida con neutrones.

Tema 7. Central nuclear: conversión de la energía nuclear en energía eléctrica.

Tema 8. El ciclo de combustible nuclear. Fases pre y post-reactor.

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

Tema 9. Aceleradores de partículas.

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

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

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

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

Tema 13. Protección Radiológica.

Tema 14. Seguridad de instalaciones nucleares y radiactivas.

Tema 15. Gestión de residuos radiactivos.

Tema 16. Diferenciación entre los usos civiles y militares de los procesos nucleares. La no proliferación y las salvaguardias.

Tema 17. Normativa sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

BLOQUE 5. Perspectivas futuras de la ingeniería nuclear

Tema 18. La energía nuclear en la planificación energética: aspectos económicos, medioambientales y estratégicos.

Tema 19. Reactores avanzados de fisión nuclear.

Tema 20. Sistemas transmutadores de residuos nucleares.

Tema 21. Aprovechamiento de la reacción de fusión nuclear. Conceptos básicos de reactores de fusión.

PRÁCTICAS OBLIGATORIAS

La información sobre las prácticas obligatorias de la asignatura: prácticas de simulación vía Internet y prácticas presenciales se da en el apartado *Prácticas*

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (optativas)

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

En la Guía II de la asignatura se amplía toda esta información, y se dan las indicaciones del Plan de Trabajo con un



cronograma de actividades y tiempos de preparación para orientar el estudio de la asignatura.

6.EQUIPO DOCENTE

- [MIREIA PIERA CARRETE](#)
- [MERCEDES ALONSO RAMOS](#)
- [PATRICK SAUVAN -](#)
- [JAVIER SANZ GOZALO](#)
- [FRANCISCO M. OGANDO SERRANO](#)

7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

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 fundamentalmente a través de la participación en los foros de debate del aula virtual, de las pruebas de evaluación continua, que tendrán carácter voluntario, y de las prácticas obligatorias de simulación a distancia vía Internet. Por otra parte, la prueba presencial personal será un indicador del nivel global de asimilación alcanzado por el estudiante al finalizar el periodo de aprendizaje de la asignatura. Las prácticas presenciales contribuirán a su vez a valorar todo el proceso de aprendizaje.

Las pruebas de evaluación continua tienen carácter voluntario, y son muy recomendables para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación en cada uno de los bloques en que se estructura la asignatura.

La prácticas obligatorias de simulación a distancia vía Internet, tienen dos objetivos: i) ayudar al alumno a utilizar las librerías de datos sobre secciones eficaces para el diseño de cualquier instalación nuclear, y ii) poner de manifiesto la gran importancia de la simulación computacional en la predicción y análisis de la evolución del inventario isotópico, aplicándose en esta signatura a sistemas sencillos

Las prácticas presenciales obligatorias tienen como objetivo fundamental que el alumno entre en contacto con las instalaciones de carácter nuclear y vean in situ la enorme complejidad, desarrollo tecnológico y la seguridad de esas instalaciones. En caso de establecer las prácticas en forma de seminario, el objetivo será garantizar que el alumno disponga de las bases y actitud crítica que le permitan evaluar la viabilidad de la energía nuclear (en sus distintas opciones) para producir electricidad de forma sostenible.

La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, siendo fundamental la asimilación de los nuevos conceptos.

8.EVALUACIÓN

La evaluación/nota final de la asignatura se hace de acuerdo a los siguientes criterios:

1. La asignatura se aprueba si se obtiene una calificación igual o superior a cinco, pero además se fija como condicionante adicional para la superación de la misma, el que se ha de obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada una de las tres actividades de carácter obligatorio, esto es: prácticas de simulación a distancia vía Internet, prácticas presenciales y prueba presencial personal.
2. Si se supera el condicionante mencionado, el cálculo de la nota final de la asignatura se hace, teniéndose ya en cuenta las actividades de carácter voluntario (pruebas de evaluación continua) siempre que en ellas se obtenga una nota igual o superior a cinco, de acuerdo a la siguiente fórmula:

Nota (final) = 0.1 x Nota (prácticas de simulación a distancia vía Internet, nota mínima 4) + 0.1 x Nota(prácticas presenciales, nota mínima 4) + 0.80 x Nota(prueba presencial personal, nota mínima 4) + 0,1 x Nota(pruebas de evaluación continua, nota mínima 5)



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

9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

MATERIAL PARA LA PARTE TEÓRICA

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

Título: FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA NUCLEAR

Autor/es: SANZ, J.; PIERA, M. ; OGANDO, F.; SAUVAN, P. y ALONSO, M.

Este texto y su adenda asociada no han sido publicados aún, pero están disponibles para el curso presente en formato electrónico en la Plataforma aLF.

Este libro, escrito y revisado por el equipo docente, está estructurado con los mismos temas que constituyen los contenidos de la asignatura, tal y como se explica en el apartado *Presentación* de esta Guía. 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 Plataforma aLF se darán las orientaciones al estudio pertinentes, limitando y priorizando sus contenidos de cara a la preparación de las pruebas presenciales.

MATERIAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE SIMULACIÓN POR INTERNET

Título: INGENIERÍA NUCLEAR: PRÁCTICAS DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL VÍA INTERNET (1ª)

Autor/es: Sanz Gozalo, Javier; Ogando Serrano, Francisco; Rodríguez Calvo, Arturo

Editorial: UNED

(ISBN: 84-362-4949-6).

En este material se describe cómo utilizar tres sistemas computacionales de simulación vía Internet, y fundamentalmente se muestra el tipo de problemas que permiten analizar. Estos programas de cálculo, desarrollados por miembros del Departamento de Ingeniería Energética de la UNED como herramientas de simulación para fines didácticos, son los siguientes:

- sistema AGRSEIN (Sistema computacional para Análisis GRáfico de Secciones Eficaces por INternet) y resolución de problemas asociada.
- sistema APFVENIN (Sistema para Análisis de la generación de Productos de Fisión y del efecto del enVENenamiento mediante INternet) y resolución de la colección de problemas asociados.
- programa PHRAD (Programa para estudio de series radiactivas de enfriamiento tipo Padre e Hijo RADiactivos) y resolución de colección de problemas asociados.

El objetivo es permitir que el alumno estudie de forma interactiva vía Internet varios problemas interesantes de la Ciencia e Ingeniería Nuclear haciendo uso de la metodología de simulación computacional, accediendo a varias actividades de manejo de códigos, bases de datos nucleares, etc., con la finalidad de que pueda entender y disfrutar de las enormes posibilidades que la simulación computacional ofrece para el estudio y la práctica profesional de la Ingeniería Nuclear en particular y para su formación académica en general.

10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788436251937

Título: EL PANORAMA ENERGÉTICO MUNDIAL: PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE FUTURO (2005)

Autor/es: Alonso Ramos, Mercedes ;



Editorial: UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788474841190

Título: REACTORES NUCLEARES (1ª)

Autor/es: Martínez-Val Peñalosa, José M^a ; Piera, Mireia ;

Editorial: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

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.

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 a través de la Plataforma aLF. Puede enviarse a los alumnos interesados en formato físico por correo ordinario, habiéndose puesto a nuestra disposición por cortesía de EL FORO NUCLEAR.

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 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 M^a

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

Este libro es de contenido más avanzado, y se utiliza como uno de los textos base de las asignaturas optativas Ingeniería Nuclear y Diseño de Reactores Nucleares.

También se recomienda el Cd-Rom multimedia:

Título: *EL PANORAMA ENERGÉTICO MUNDIAL: PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE FUTURO* (2005)

ISBN (13): 9788436251937

Autor/es: ALONSO, M., LECHÓN, Y., MANSO, R., EMBID, M., ALPAÑÉS, D. y GONZÁLEZ, A;

Editorial: UNED

Premio al mejor material didáctico audiovisual del Consejo Social de la UNED, convocatoria 2008. Este Cd quiere promover el debate energético en nuestra aldea global: los costes externos de la energía, la gestión de los residuos radioactivos y la mejora de la misma mediante la transmutación, el cambio climático y el papel de la energía nuclear en relación con el desarrollo sostenible. Aunque algunas partes de este material ya no son de actualidad, los conceptos básicos que se dan sobre temas nucleares son muy pertinentes para comprender mejor la asignatura. Si hay disponibilidad de existencias, este CD se enviará gratuitamente a los alumnos interesados, por cortesía de la autora Mercedes Alonso.

11. RECURSOS DE APOYO

Curso virtual:

Es fundamental para el desarrollo de la asignatura que el alumno utilice la Plataforma aLF.

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.

Programas de radio grabados por el equipo docente:

En el curso virtual de la asignatura se comunicará al alumno la temática del programa que se emita así como la significación del mismo en el contexto de la asignatura. Además podrá encontrar una relación de los programas emitidos con los enlaces adecuados.

Prácticas virtuales a través de internet:

Como parte de la asignatura se realizarán prácticas virtuales. Para ello se contará con los computadores de simulación del área de ingeniería nuclear, con los que se interaccionará a través de internet mediante el navegador. La información sobre estas prácticas se da en el apartado *Prácticas* de esta Guía.

Webconferencia

En el curso virtual se anunciará con suficiente antelación la fecha de realización de una Webconferencia para aclaración de conceptos básicos de la asignatura. El acceso para participar será mediante el icono de Webconferencia de la plataforma aLF, y estará disponible también en diferido.

Página de la Biblioteca

http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,505432&_dad=portal&_schema=PORTAL

12. TUTORIZACIÓN



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

Con este objetivo de tutorización y seguimiento también se realizará una Webconferencia, tal y como se ha indicado en el apartado *Recursos de Apoyo*, que será anunciada convenientemente en la plataforma aLF.

Además el equipo docente de la asignatura tiene asignados unos días 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. A continuación se da la información para contactar con los profesores, indicando en cada bloque temático el profesor responsable.

Bloque 1

Profesor: D. Javier Sanz Gozalo
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas
Teléfono: 913986463
Despacho: 2.18
Correo electrónico: jsanz@ind.uned.es

Bloque 2

Profesor: Dña. Mireia Piera Carreté
Horario de guardia: Lunes de 16 a 20 horas
Teléfono: 913986471
Despacho: 2.21
Correo electrónico: mpiera@ind.uned.es

Bloque 3

Profesor: D. Francisco Ogando Serrano
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas
Teléfono: 913988223
Despacho: 0.15
Correo electrónico: fogando@ind.uned.es

Bloque 4

Profesor: D^a. Mercedes Alonso Ramos
Horario de guardia: Martes de 15 a 19 horas
Teléfono: 913986464
Despacho: 0.18
Correo electrónico: malonso@ind.uned.es

Bloque 5

Profesor: D. Patrick Sauvan
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas
Teléfono: 913988731
Despacho: 0.16
Correo electrónico: psauvan@ind.uned.es



13.Prácticas

PRÁCTICAS OBLIGATORIAS

Prácticas de simulación a distancia vía Internet.

Las prácticas de simulación a distancia vía Internet se orientan fundamentalmente a que el alumno se familiarice con el concepto de sección eficaz y comprenda su enorme utilidad en el diseño de cualquier tipo de instalación nuclear. En segundo lugar, también van a servir de ayuda para asentar los conceptos básicos ligados a la ley fundamental de la desintegración radiactiva y poner de manifiesto la importancia de la simulación computacional en la predicción y análisis de la evolución del inventario isotópico.

Para el desarrollo de las mismas es necesario utilizar el material indicado en la sección de Bibliografía Básica. El texto de prácticas allí referido recoge los problemas a resolver, las características de los programas de simulación desarrollados para poder llevar a cabo su resolución, y las instrucciones sobre cómo utilizarlos.

En la Plataforma aLF de la asignatura se recoge toda la información precisa para el buen desarrollo de las prácticas vía Internet. En concreto, se proporciona los datos de acceso a los programas de prácticas, se indica la lista de los problemas seleccionados del texto de prácticas que se proponen para ser resueltos por el alumno, y se dan las indicaciones precisas sobre la presentación, forma de envío y fechas de entrega del trabajo.

Las prácticas de simulación a distancia vía Internet son obligatorias, pudiéndose obtener con ellas hasta un máximo de un punto. Para poder aprobar la asignatura debe obtenerse en ellas una calificación mínima de 4 puntos sobre 10.

Prácticas presenciales

Las prácticas presenciales tienen carácter voluntario. Estas prácticas consisten en una visita a una Instalación Nuclear que se realizará en el mes de junio, o bien en un seminario presencial en los locales del Departamento de ingeniería Nuclear de la ETS Ingenieros Industriales sobre un tema de especial relevancia y actualidad.

Con antelación a la realización de las prácticas, los alumnos recibirán toda la información necesaria sobre las mismas: actividades y material de apoyo. Esa misma información aparecerá en la Plataforma aLF de la asignatura.

