

25-26

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



NEUTRÓNICA PARA INSTALACIONES DE FUSIÓN III: APLICACIONES A INSTALACIONES RELEVANTES

CÓDIGO 28010336

UNED

25-26

**NEUTRÓNICA PARA INSTALACIONES DE
FUSIÓN III: APLICACIONES A
INSTALACIONES RELEVANTES
CÓDIGO 28010336**

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
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	NEUTRÓNICA PARA INSTALACIONES DE FUSIÓN III: APLICACIONES A INSTALACIONES RELEVANTES
Código	28010336
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Existen diversas instalaciones relevantes de fusión nuclear. Por ejemplo, la construcción del reactor ITER es el principal proyecto de fusión nuclear a nivel mundial. La instalación de irradiación IFMIF-DONES, basada en un acelerador de partículas de alta intensidad, representa una pieza clave en el desarrollo de la fusión nuclear. Ambas instalaciones recurren a la neutróica computacional para predecir campos de radiación e incorporar medidas de mitigación que permitan operar ambas instalaciones en condiciones de seguridad y económicas. Y nuevas instalaciones pueden desarrollarse en los próximos años o décadas, dado que se trata de un ámbito en expansión.

Se persigue que el alumno adquiera un conocimiento sobre la problemática radiológica de las instalaciones relevantes de fusión nuclear, su relación con las fuentes de radiación implicadas, así como las asunciones más relevantes para abordar cálculos de neutróica en ambas instalaciones.

Los objetivos específicos de aprendizajes que se persiguen son:

- Descripción de las instalaciones relevantes tipo ITER y DONES.
- Física de las fuentes de radiación implicadas en las instalaciones relevantes tipo ITER y DONES.
- Metodologías de descripción de fuentes de radiación en neutróica.
- Campos de radiación y sensibilidad a diferentes parámetros de fuentes y geometrías.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para su mejor aprovechamiento, se recomienda haber cursado las asignaturas del mismo máster: “Neutrónica para instalaciones de fusión nuclear I: Teoría”, “Neutrónica para instalaciones de fusión nuclear II: Herramientas computacionales” y “Programación y análisis de datos”.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	RAFAEL IGNACIO JUAREZ MAÑAS (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	rjuarez@ind.uned.es
Teléfono	91398-8223
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA
Nombre y Apellidos	ANTONIO JESUS LOPEZ REVELLES
Correo Electrónico	alopez@ind.uned.es
Teléfono	91398-6464
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. 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

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

Profesor: D. Antonio J. López Revelles
Horario de guardia: Lunes y miércoles de 10 a 12 horas
Teléfono: 913986464
Despacho: 0.18
Correo electrónico: alopez@ind.uned.es

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS

CP1 Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos, habilidades en investigación, y creatividad.

CP3 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.

CP4 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.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CONOCIMIENTOS O CONTENIDOS

C1 Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación.

C3 Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales.

C4 Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional.

C5 Tomar conciencia de la importancia de la adquisición del conocimiento científico a la luz de la teoría de la ciencia actual, así como de la diversidad metodológica.

C6 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.

HABILIDADES O DESTREZAS

H1 Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica.

H2 Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental.

H3 Desarrollar capacidad de razonamiento crítico.

H4 Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

H5 Planificar las actividades de investigación.

H6 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.

H7 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

CP1 Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos, habilidades en investigación, y creatividad.

CP3 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.

CP4 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.

CONTENIDOS

Presentación

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

- 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.
- Trabajo final de la asignatura, en el que los alumnos ponen en práctica lo que han aprendido desarrollando por su cuenta la representación de una fuente de radiación para simulación computacional, y estiman los campos de radiación asociados en el contexto de ITER o DONES.

Seguidamente se presentan los contenidos de la parte teórica.

Temario

Tema 1. Descripción de ITER y DONES

1.1 ITER

1.2 IFMIF-DONES

Tema 2. Flujo de trabajo computacional

2.1 Flujo de trabajo de análisis nuclear

2.2 Transporte de radiación

2.3 Producción de geometría

2.4 Materiales y datos nucleares

2.5 Definición de fuentes de radiación

2.6 Tallies y convergencia

2.7 Cargas computacionales

2.8 Reducción de varianza

2.9 Evolución temporal del inventario isotópico

2.10 Análisis de resultados

Tema 3. Producción de geometrías

3.1 Tratamiento, simplificación y acondicionamiento de modelos CAD

3.2 Eliminación de partículas perdidas

3.3 Verificación de la representación de cuerpos

3.4 Procedimientos para la asignación de materiales y la conservación de masa

3.5 Conservación de masa

3.6 Modelos basados en el uso de universos de MCNP

Tema 4. Fuentes de radiación en ITER

4.1 Fuentes de radiación inmediatas

4.2 Fuentes de radiación retardadas

Tema 5. Agua activada en ITER

5.1 Sistema de agua de refrigeración de ITER

5.2 IBED - PHTS

5.3 NBI - PHTS

5.4 ITER TCWS

5.5 VV - PHTS

5.6 Productos de corrosión activados

5.7 Agua activada por neutrones

Tema 6. Fuentes de radiación en DONES

6.1 Fases de puesta en marcha del acelerador de DONES

6.2 Fase de operación del acelerador de DONES

6.3 Fuentes de radiación retardadas

Tema 7. Reacciones D-Li en DONES

7.1 Reacción D-Li como generador de neutrones en IFMIF-DONES

7.2 Test Cell

7.3 Lazo de litio

7.4 Radiación en la Test Cell

Tema 8. Radiación debida a las pérdidas del haz en DONES

8.1 Descripción de las pérdidas del acelerador de DONES

8.2 Distribución espacial de la emisión de neutrones y fotones

8.3 Distribución energética de la emisión de neutrones y fotones

Pruebas de evaluación continua

Actividades de seguimiento y evaluación continua del proceso de asimilación y aprendizaje del contenido de 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 clases de actividades que comprenden distintos tipos de interacciones del alumno. Por un lado, la asistencia a las tutorías es muy recomendable, puesto que en ellas se abordarán las dudas que los alumnos planteen. La participación en los foros ofrece un canal de comunicación fluido y permanente con el equipo docente, y también con el resto de los alumnos. Por último, las prácticas remotas 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 de los diferentes temas de la asignatura. Conforme avance el curso, los alumnos se embarcarán en el desarrollo de un trabajo final de la asignatura con una perspectiva similar a las PECs, pero más extenso. Y, 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 estas tres 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
A1. Audio o videoclases	5 horas (4%)
A3. Prácticas en línea o remotas	10 horas (8%)
A4. Tutoría en línea	10 horas (8%)
A5. Evaluación	5 horas (4%)
A6. Trabajo individual	95 horas (76%)

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	5
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	
Calculadora no programable	

Criterios de evaluación

Distribución equitativa de puntuación para cada pregunta
% del examen sobre la nota final 40

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 5
PEC

Comentarios y observaciones

No es posible aprobar la asignatura sin haber realizado tanto las PEC como el trabajo final de la asignatura 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

Prueba presencial de desarrollo en los centros asociados de la UNED durante las convocatorias oficiales de exámenes (ver descripción arriba).

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o
los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

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 de los temas de la asignatura.

Criterios de evaluación

Distribución equitativa de puntuación para cada PEC.

Ponderación de la PEC en la nota final 20%

Fecha aproximada de entrega 30/05/2026

Comentarios y observaciones

Los enunciados de las PECs se pondrán a disposición de 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 28/08/2026.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

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

Descripción

Trabajo Final en el que se ponen en desempeño los conocimientos adquiridos.

Criterios de evaluación

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

Ponderación en la nota final 40%

Fecha aproximada de entrega 30/05/2026

Comentarios y observaciones

El enunciado del trabajo se pondrá a disposición de los alumnos durante el curso a través de la plataforma virtual.

¿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).

Pruebas de Evaluación Continua (PEC).

Trabajo Final de la Asignatura (TFA)

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 esta, 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:

$$\text{Nota (final)} = 0,4 \times \text{PruP} + 0,2 \times \text{PEC} + 0,4 \times \text{TFA}$$

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: Neutrónica para instalaciones de fusión III: aplicaciones a instalaciones relevantes

Autores: R. Juárez, A.J. López Revelles, F. Ogando

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.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

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 los retos de la neutrónica computacional cuando se aplica al estudio de instalaciones relevantes de fusión nuclear como ITER o DONES. En particular en relación con el modelado de fuentes de radiación.

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, audio- o vídeo-clases y materiales de apoyo para el estudio de los temas.

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.