



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53001589 - Fusión Nuclear

PLAN DE ESTUDIOS

05BF - Master Universitario En Ciencia Y Tecnologia Nuclear

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|---|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados..... | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 3 |
| 6. Cronograma..... | 5 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 7 |
| 8. Recursos didácticos..... | 8 |
| 9. Otra información..... | 9 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|---|
| Nombre de la asignatura | 53001589 - Fusión Nuclear |
| No de créditos | 3 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Segundo semestre |
| Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 05BF - Master Universitario En Ciencia Y Tecnología Nuclear |
| Centro responsable de la titulación | 05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales |
| Curso académico | 2019-20 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|---|-----------------|---------------------------|--|
| Manuel Cotelo Ferreiro (Coordinador/a) | | manuel.cotelo@upm.es | Sin horario. Es necesario solicitar la tutoría mediante correo electrónico. |
| Eduardo Oliva Gonzalo | | eduardo.oliva@upm.es | Sin horario. Es necesario solicitar la tutoría mediante correo electrónico. |

| | | | |
|---------------------|--|----------------------|---|
| Pedro Velarde Mayol | | pedro.velarde@upm.es | Sin horario. Es necesario solicitar la tutoría mediante correo electrónico. |
|---------------------|--|----------------------|---|

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Física Nuclear
- Teoría Del Transporte De Partículas Y Radiación

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Optica, Electromagnetismo, Fluidos, Mecánica Cuántica a nivel básico

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB06 - 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

CB08 - 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

CE01 - Entiende a fondo las leyes básicas y avanzadas de la física atómica y nuclear y las ciencias de la ingeniería pertinentes aplicables a la tecnología de las plantas de energía nuclear de fisión y/o fusión

CE06 - Concibe la utilización de los aceleradores de partículas como herramientas avanzadas en la investigación física, y sus aplicaciones en la medicina e industria

CG01 - Tener conocimientos avanzados de los aspectos científicos y tecnológicos de la energía nuclear

CG04 - Ser capaz 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

CT08 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

4.2. Resultados del aprendizaje

RA9 - Conocer los Principios de la Física de los Plasmas de alta y baja densidad con o sin campos electromagnéticos

RA10 - Entender de los Principios de la Tecnología de Generación de Energía por Fusión Nuclear por Confinamiento Magnético e Inercial

RA11 - Analizar el estado de instalaciones actuales y futuras. Sistemas y Materiales.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura parte de la introducción a fusión nuclear vista en Tecnología Nuclear y de los conocimientos de la reacción de fusión impartidos en Física Nuclear. Por tanto, el alumno profundizará en los fundamentos de la Fusión Nuclear como fuente de energía así como en el análisis crítico de las tecnologías en desarrollo para su futura implantación comercial. La asignatura comienza con una introducción a modo de resumen de conocimientos vistos en otras asignaturas previas de la titulación. A partir de esto se estudiarán los plasmas aplicados a fusión nuclear y la asignatura finalizará con un amplio estudio de las tecnologías para reactores de fusión nuclear.

5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos de Fusión Nuclear
 - 1.1. Reacciones de fusión nuclear y cinética de reacciones
 - 1.2. Física de plasmas aplicada a fusión nuclear
2. Plasmas de fusión nuclear
 - 2.1. Confinamiento inercial
 - 2.1.1. Tipos de blancos
 - 2.1.2. Interacción láser-blanco
 - 2.1.3. Compresión hidrodinámica
 - 2.1.4. Esquemas de ignición
 - 2.1.5. Ganancia de energía
 - 2.2. Confinamiento magnético
 - 2.2.1. Tokamak y stellarator
 - 2.2.2. Calentamiento del plasma
 - 2.2.3. Ignición y ganancia
 - 2.2.4. Efectos de borde
 - 2.2.5. Inestabilidades
3. Tecnologías de planta de potencia
 - 3.1. Interacción Radiación-Materia
 - 3.2. Confinamiento inercial
 - 3.2.1. Sistemas de planta
 - 3.2.2. Tipos de cámara
 - 3.2.3. De NIF y LMJ a plantas de potencia
 - 3.3. Confinamiento magnético
 - 3.3.1. Tecnologías de calentamiento
 - 3.3.2. Primera pared, divertor y manto reproductor
 - 3.3.3. De JET e ITER a plantas de potencia

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad presencial en aula | Actividad presencial en laboratorio | Otra actividad presencial | Actividades de evaluación |
|-----|--|-------------------------------------|---------------------------|---|
| 1 | Fundamentos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 2 | Fundamentos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 3 | Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 4 | Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 5 | Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 6 | Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 7 | Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Entrega de trabajos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00 |
| 8 | Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 9 | Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 10 | Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 11 | Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 12 | Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 13 | Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| 14 | Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Entrega de trabajos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00 |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | Examen Evaluación Continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00 Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00 |

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|----------------------------|---|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------------|
| 7 | Entrega de trabajos | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 02:00 | 15% | 4 / 10 | CE06 CG04 CB06 CB08 |
| 14 | Entrega de trabajos | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 02:00 | 15% | 4 / 10 | CE06 CG04 CB06 CB08 |
| 17 | Examen Evaluación Continua | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 70% | 4 / 10 | CT10 CE01 CG01 CT08 |

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|--------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 17 | Examen final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 5 / 10 | CT10 CE01 CE06 CG01 CT08 CG04 CB06 CB08 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

- Evaluación continua

La evaluación continua se compone de dos partes: la primera parte estará formada por varias entregas de ejercicios que supondrán el 30% de la calificación final. La segunda parte es un examen escrito al final del curso que tendrá un valor del 70% de la calificación final de la asignatura. Tanto los ejercicios como el examen final incluyen un criterio de nota mínima para que puedan ser considerados dentro de la Evaluación Continua.

- Evaluación Final

La evaluación final se realizará mediante un examen escrito al final de curso que formará el 100% de la evaluación de la asignatura.

Al comienzo de curso se considerará que todos los alumnos serán evaluados mediante Evaluación Continua. en caso de que un alumno dese cambiar el modo de evaluación, deberá notificarlo al coordinador de la asignatura mediante correo electrónico. Al comienzo del curso se informará de los alumnos de la fecha límite para poder realizar el cambio de modalidad de evaluación.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|--------------|--------------|---|
| Bibliografía | Bibliografía | Referencias bibliográficas relevantes comentadas. |
| Recursos web | Recursos web | Aplicaciones abiertas, simuladores y páginas de referencia, comentadas para profundizar en la asignatura. |
| Apuntes | Otros | Apuntes de asignatura con el contenido completo de la asignatura y aspectos adicionales para autoestudio. |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura