

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145009004 - Introduccion A La Fisica De Plasmas Y Sus Aplicaciones Espaciales

PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

BORRADOR

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145009004 - Introduccion a la Fisica de Plasmas y Sus Aplicaciones Espaciales
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Octavo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
Centro responsable de la titulación	14 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Juan Luis Domenech Garret	Dpto. FAIAN	domenech.garret@upm.es	Sin horario. Horas (6) estipuladas por el Dpto. en el semestre correspondiente.

Luis Conde Lopez	Dto. FAIAN	luis.conde@upm.es	Sin horario. A determinar en el semestre correspondiente, (6h semanales)
Jose Manuel Donoso Vargas (Coordinador/a)	Dto. FAIAN	josemanuel.donosos@upm.es	Sin horario. Las determinadas al inicio de curso en el Departamento (6h)

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Jorge González Muñoz	j.gonzalezmunos@diffen.nl	Dutch Institute for Fundamental Energy Research

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Química
- Física II
- Termodinámica
- Mecánica Clásica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Métodos Matemáticos y Matemáticas II

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE01 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algoritmos numéricos; estadística y optimización.

CE02 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE16 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG4 - Capacidad para integrarse y formar parte activa de equipos de trabajo. Trabajo en equipo

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA316 - Conocimiento adecuado de la física básica de plasmas aplicado a la ingeniería aeroespacial a fin de reconocer el efecto de un medio natural con plasma en sistemas de navegación astronáuticos

RA314 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos de identificación por parámetros de diversos regímenes de plasma, en la naturaleza y en el laboratorio

RA36 - Conocimiento de los métodos de cálculo numérico fluidodinámico y capacidad para resolver los problemas de simulación numérica fluidodinámica.

RA548 - Conocimiento básico de la propulsión eléctrica y por plasma en motores iónicos

RA255 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la ingeniería de la Propulsión Aeroespacial de naturaleza profesional.

RA315 - Conocimiento y aplicación de las técnicas de generación y diagnóstico de plasmas así como sus

aplicaciones tecnológicas aeroespaciales y el efecto de plasmas naturales en dispositivos aeroespaciales usuales

RA317 - Conocimiento adecuado de la física básica de plasmas y aplicado a la ingeniería aeroespacial a fin de conocer las aplicaciones de plasmas en tecnologías aeroespaciales.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta materia optativa se plantea como una introducción a los plasmas en la naturaleza, en el medio espacial y sus aplicaciones aeroespaciales. Nuestro objetivo no es sobrecargar de trabajo al estudiante y el programa está diseñado para proporcionar al mismo una visión global y unos conceptos básicos de la Física de Plasmas que los anime a profundizar posteriormente sus estudios en un Máster especializado.

La evaluación se efectuará mediante un sencillo examen de tipo test de respuesta múltiple que involucrará cálculos sencillos, órdenes de magnitud, etc.

Los primeros temas del curso representan básicamente una descripción de los plasmas en el espacio y en la naturaleza. Los gases parcialmente ionizados a baja presión, están presentes en nuestra vida diaria por sus muchas aplicaciones tecnológicas, y en particular en el medio espacial. Seguidamente se repasan conceptos de teoría cinética elemental ya explicados en cursos anteriores y se introducen los parámetros fundamentales de un plasma. Aprovechando la formación adquirida en cursos previos se introducen las ecuaciones de dos fluidos y la aproximación MHD, siguiendo las referencias citadas]. Se discuten las principales descargas eléctricas de un modo fenomenológico, esencialmente y, finalmente también se proporciona al alumno una visión general de diversas aplicaciones aeroespaciales de los plasmas.

5.2. Temario de la asignatura

1. T1. Introducción.
 - 1.1. Características y propiedades de los plasmas.
 - 1.2. Propiedades de gases neutros y plasmas. Grado de ionización.
 - 1.3. Las descargas eléctricas. Aplicaciones tecnológicas de los plasmas.
 - 1.4. Los plasmas en el medio espacial, la ionosfera y magnetosfera terrestres, la corona solar, el viento solar.
2. T2. Teoría Cinética de plasmas.
 - 2.1. Conceptos previos. Descripción cinética de un gas neutro.
 - 2.2. Distribución de Maxwell-Boltzmann.
 - 2.3. Sección eficaz, colisiones y recorrido libre medio.
3. T3. Caracterización de los plasmas.
 - 3.1. Parámetros fundamentales.
 - 3.2. Clasificación de plasmas de la naturaleza y de laboratorio.
 - 3.3. Plasmas magnetizados y no magnetizados.
 - 3.4. Estimaciones de los parámetros en diversos regímenes de plasma.
4. T4. Ecuaciones fundamentales del plasma.
 - 4.1. Interacción entre las partículas cargadas y campos electromagnéticos.
 - 4.2. Formulación de las ecuaciones cinéticas y su relación con ecuaciones de varios fluidos y aproximaciones teóricas.
 - 4.3. Ecuaciones de un solo fluido MHD y aplicaciones. Confinamiento de plasmas.
5. T5. Plasmas de laboratorio.
 - 5.1. Producción de plasmas en el laboratorio. Tipos de descargas eléctricas.
 - 5.2. Diagnóstico en plasmas. Sondas de Langmuir.
 - 5.3. Fenómenos de ruptura y descarga de arco. Aplicaciones.
6. T6. Aplicaciones aeroespaciales.
 - 6.1. Propulsión eléctrica en astronáutica. Tipos de motores de plasma.
 - 6.2. Otras Aplicaciones: Propulsión por Plasma. Vainas electrostáticas
 - 6.3. Sistemas de medida embarcados en satélites de exploración.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Teoría. Presentaciones. De 1.1 a 1.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Formación básica para formación investigadora (búsqueda de bibliografía, redacción de textos ...). Como las demás actividades, puede realizarse no presencialmente si es necesario Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
2	Teoría. Presentaciones. De 1.3 a 1.4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Teoría. Presentaciones. 2.1 y 2.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Resolución de problemas en aula (magistral, individual, en equipo) Temas 1 y 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4	Teoría. Presentaciones. 2.2 y 2.3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Resolución de problemas en aula (magistral, individual, en equipo) Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	Teoría. Presentaciones. De 3.1 a 3.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Resolución de problemas en aula (magistral, individual, en equipo) Temas 2-3. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6	Teoría. Presentaciones. 3.2 y 3.3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7			Actividad para formación básica y para formación investigadora (búsqueda de bibliografía especializada, redacción de textos científicos ...) Posible asistencia a Conferencia relacionada con Temas 3 y 5. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	Pueba tipo test o tarea de investigación dirigida y/o presentación en grupo (presencial si es posible) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
8				
9				
10	Teoría. Presentaciones. Tema 4. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Teoría. Presentaciones. 4.3 - 5.1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Resolución de problemas en aula (magistral, individual, en equipo) Team 4. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

12	Teoría. Presentaciones. De 5.1 a 5.3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Teoría. Presentaciones. Tema 6. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Resolución de problemas en aula (magistral, individual, en equipo) Tema 4. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
14	Teoría. Presentaciones. Sección 6.3 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15		Práctica magistral. Práctica personal. Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Toma de datos experimentales. Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas	
16		Práctica magistral. Práctica personal. Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tratamiento de datos, curvas I-V. Tema 5. Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
17	Presentación de trabajos y/o examen final. Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			Prueba final conjunta o individual con problemas de investigación dirigida y/o presentaciones individuales (puede ser en plataforma Teams) PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

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	Pueba tipo test o tarea de investigación dirigida y/o presentación en grupo (presencial si es posible)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	%	3 / 10	CE02 CG3
17	Prueba final conjunta o o individual con problemas de investigación dirigida y/o presentaciones individuales (puede ser en plataforma Teams)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	100%	7 / 10	CG9 CE01 CE02 CG3 CG4

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final conjunta o o individual con problemas de investigación dirigida y/o presentaciones individuales (puede ser en plataforma Teams)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	100%	7 / 10	CG9 CE01 CE02 CG3 CG4

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Control Teórico-Práctico tipo test de multi-respuesta (una hora) y/o preguntas de respuesta breve (Si se decide realizarlo). Opcionalmente, dependiendo del número alumnos, éstos pueden realizar presentaciones en el aula de artículos científicos leídos. (Hasta 30% de la nota). Puede ser no presencial mediante elección de problemas de nivel (tipo investigación) a realizar con guía del profesor.

Examen final (1 + 2 horas, si no se aprueba por la modalidad anterior) Dos o tres problemas y cuestiones de aplicación de conocimientos básicos. Opcionalmente, dependiendo del número alumnos, éstos pueden realizar presentaciones en el aula de artículos científicos leídos. (Resto de la nota). Del mismo modo, cada alumno puede resolver un problema a modo de tarea de investigación y presentar los resultados en un informe. Cualquiera de las dos últimas modalidades equivalen al examen final. Puede ser no presencial.

Como en otros cursos, puede optarse por la realización de problemas de una colección de nivel de investigación, que exija trabajo personal o en grupo como tarea de investigación aplicando los contenidos dados. Esta colección se presentará en un fichero pdf encriptado con apertura mediante clave. Esta modalidad no presencial se ha realizado ya en dos cursos anteriores. Cada alumno opta por resolver (hasta el 100% de la nota) los que sean de su interés, pudiendo realizarse la tarea en grupo de dos o tres alumnos. La recogida del material será mediante entrega personal al profesor, o, si no es posible, mediante los mecanismos telemáticos propuestos por la Ordenación académica del Centro (email, Moodle ?).

Al igual que las clases y actividades, las pruebas anteriores pueden realizarse mediante uso medios de tele-enseñanza, en particular, las presentaciones, se harán por la Plataforma Teams (con grabación de pantalla con voz comentando una presentación previa).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Referencias bibliográficas.	Bibliografía	Uso de textos sobre teoría de plasmas. Acceso a revistas electrónicas específicas del área desde la web UPM.
RECURSOS WEB propios	Recursos web	Aula con conexión a Internet.. Uso de recursos intranet de la Biblioteca ETSIA para acceso a artículos científicos. Uso de Internet para visionado de videos, conferencias, modelizaciones y trabajos de investigación propios o de terceros.
PlasmaLab UPM	Equipamiento	Laboratorio de Física de plasmas Plasmalab (cámaras y bombas de vacío y prototipos de motores iónicos diseñados para proyectos de fin de grado, máster o carrera por alumnos del Centro).
Laboratorio y software propio adicional	Equipamiento	Además de los recursos de equipamiento se contará con material de uso habitual del grupo de investigación si hubiera clases magistrales de prácticas de laboratorio o software propio para cálculos en plasma.
Acceso No presencial	Recursos web	Para el acceso a los recursos se dispondrá de medios como : videos y software del PlsmaLab, Plataforma Teams, etc.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Sobre la situación sobrevenida por la crisis sanitaria de la COVID-19: Las actividades presenciales pueden convertirse en actividades a distancia si fuer necesario. Se intentará siempre que las clases sean presenciales ya que el número de alumnos suele ser reducido. Las clases no presenciales darán mediante grabación con captura de pantalla sobre las presentaciones y guiones de clase de la web de la asignatura (PlasmaLab.aero.upm.es/Docencia). Se estima una duración de grabación de 20 minutos por cada clase presencial (con desarrollo en pizarra) de 50 minutos. Las clases por Teams serán interactivas, de grupo, y posteriores a las de introducción teórica.

Puede ofertarse la Asignatura también para el Semestre séptimo.

Bibliografía: La bibliografía básica recomendada se indicará al alumno al inicio del curso. El profesorado usará apuntes y guiones de clase así como material propio, que podrá incluirse en la página web <http://plasmalab.aero.upm.es/Docencia.html>, si así lo indica el profesor en el aula. Un texto de referencia aconsejado:

Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists?. Umran S. Inan. Ed. Cambridge University Press, (2010). isbn: 9780521193726.

También se aconsejan textos clásicos de la materia como

Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Chen, Francis F. Springer(2016) ISBN 978-3-319-22309-4

Otros textos, disponibles en la biblioteca de la ETSIAE, como

An Introduction to Plasma Physics and its Space Applications, Volume 1: Fundamentals and Elementary Processes (IOP Concise Physics) . Luis Conde (2018).ISBN-13: 978-1643271750

se citarán durante el desarrollo de la asignatura, mencionando los capítulos de interés para la misma de cada

texto. En la WEB plasmalab.aero.upm.es se ubicará la información correspondiente en la sección de DOCENCIA de cada profesor.

Clases de Teoría: Tipo Lección Magistral (LM, 1.5 ECTS), promoviendo la participación reflexiva del alumno sobre los conceptos introducidos. Se formularán preguntas de carácter científico-técnico para suscitar el *interés del alumno por la investigación y analizar la trascendencia de los avances científicos en plasmas en el mundo empresarial*. Se promoverá el *aprendizaje autónomo dirigido*, basado en el planteamiento de problemas sencillos previos que introduzcan los contenidos teóricos a desarrollar y forme al alumno para ser autosuficiente en el aprendizaje y en la resolución de problemas prácticos.

Clases de problemas: Resolución de problemas en el aula (RPA, 0.5 ECTS). Se propondrán y resolverán problemas básicos (con datos realistas) relacionados con los conceptos impartidos. Los problemas se tratarán durante el horario lectivo. Se propondrá al estudiante en la clase anterior que trabaje individualmente cada problema a tratar, promoviendo ya durante la clase el *trabajo en grupo* para la resolución de problemas o *exposiciones en público*.

Prácticas: En función del número de alumnos de cada grupo se podrán realizar prácticas magistrales de laboratorio (PML) para producción y diagnóstico de plasmas, de modo magistral por parte del profesor o de personal del laboratorio de plasma de la ETSIAE (Plasmalab), donde, en particular puede estudiarse el motor iónico ALPHIE patentado recientemente. También podrían realizarse visitas concertadas a laboratorios de plasma de otros centros de investigación públicos (CSIC, CIEMAT) que podrían ser tratadas como clases magistrales de prácticas.

Trabajos autónomos: El alumno ha de dedicar el tiempo al estudio necesario (que obviamente variará en cada persona) que será menor a mejor y mayor aprovechamiento de las clases y a mayor esfuerzo continuado de seguimiento de la asignatura. Ante un seguimiento responsable y continuado de la materia por parte del alumno, se estima para éste un promedio de entre una hora u hora y media de estudio por cada hora de aula (resto del tiempo hasta completar los 3 créditos ECTS). Se sugerirá en clase que el alumno investigue individualmente sobre el uso de plasmas en diversas *aplicaciones tecnológicas* en materiales, aeronáutica, astronáutica, etc.

Tutorías: El alumno dispondrá para consultas sobre la asignatura de las horas semanales de tutoría asignadas al profesor en periodo de docencia, distribuidas en el horario que se anunciará en el Tablón de la asignatura, en el Departamento de Física Aplicada (FAIAN). Dependiendo de las características del grupo, opcionalmente, el profesor podrá convocar a los alumnos (en acuerdo con éstos) dentro de su horario de tutorías para una tutoría programada (TP) de aula, si fuere necesario, con anterioridad a las pruebas objetivas, para ayudar al alumnado en su trabajo de preparación de actividades de evaluación. *Si fuera estrictamente necesaria* la no presencialidad las tutorías se concertarían por la plataforma Teams.

Visitas: Podrán realizarse visitas a empresas públicas o privadas implicadas en el desarrollo tecnológico de motores por propulsión iónica. Se pretende que el alumno conozca de primera mano la repercusión de la teoría de plasmas y sus aplicaciones en el sector empresarial.

No se usarán recursos web de mensajería o intercomunicación no oficiales para resolución de dudas o para pruebas de evaluación no presenciales (si éstas fueran estrictamente necesarias).

BORRADOR