



## Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

### Presentación

La Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad de Vigo en el Campus universitario de Ourense oferta las titulaciones de la Universidad de Vigo tanto a nivel grado como a nivel máster que estén relacionadas con la ingeniería aeroespacial o aeronáutica.

Más información relativa al Centro y sus titulaciones se encuentra en este documento o en la página web (<http://aero.uvigo.es>).

### Localización

Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

Pavillón Manuel Martínez-Risco  
Campus universitario  
32004 Ourense

Tel.: +34 988 368 823  
Web: <http://aero.uvigo.es>

### Normativa y legislación

Se encuentra la información disponible en la página web del Centro (<http://aero.uvigo.es> en el apartado Escuela -> Normativa).

## Grado en Ingeniería Aeroespacial

### Asignaturas

#### Curso 3

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
007G410V01501	Fabricación aeroespacial	1c	6
007G410V01921	Mecánica de sólidos y estructuras aeronáuticas	1c	9
007G410V01922	Mecánica de fluidos II y CFD	1c	9
007G410V01923	Aerodinámica y aeroelasticidad	2c	9
007G410V01925	Ingeniería de sistemas y comunicaciones aeroespaciales	2c	6
007G410V01931	Aerorreactores y motores alternativos aeronáuticos	1c	6

O07G410V01932	Diseño mecánico, MEF y vibraciones	2c	9
O07G410V01933	Vehículos espaciales	2c	6
O07G410V01941	Cálculo numérico	1c	6
O07G410V01942	Aleaciones y materiales compuestos aeroespaciales	2c	9
O07G410V01943	Mecánica analítica y orbital	2c	6

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Fabricación aeroespacial</b>				
Asignatura	Fabricación aeroespacial			
Código	007G410V01501			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	3	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Diseño en la ingeniería			
Coordinador/a	Pereira Domínguez, Alejandro Pérez García, José Antonio			
Profesorado				
Correo-e				
Web	<a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>			
Descripción general	Esta asignatura introduce aspectos de la tecnología, de los procesos, de la planificación y del control de calidad en al ámbito de la fabricación aeroespacial.			

<b>Competencias</b>	
Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B1	Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
B2	Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
C12	Comprender los procesos de fabricación.
D2	Liderazgo, iniciativa y espíritu emprendedor
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D9	Capacidad de trabajo en equipo de carácter interdisciplinar
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios
D13	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
- Interpretación, confección y gestión de documentos técnicos, para el diseño conceptual, preliminar y detalle de modelos físicos y sistemas	A2 B1 C12 D2 A3 B2 D3
- Conocimiento de los principios generales sobre diseño geométrico, funcional y los específicos de los elementos e instalaciones propias de las especialidades	A5 D4 D6 D8
- Criterios de calidad y análisis de estos diseños. El alumno conoce los procesos de producción, sus principales parámetros definitorios y su campo de aplicación	D9 D11 D13
- El alumno o la alumna conoce toda la información necesaria para llevar a cabo un proceso de producción	
- El alumno o la alumna es capaz de realizar un informe que permita la ejecución exitosa de un proceso de producción	

<b>Contenidos</b>	
Tema	
01 - Integración de Diseño y Fabricación	01.1 Requisitos propios de los componentes diseñados en el sector aeroespacial 01.2 Diseño para fabricación y ensamblaje (DFMA) 01.3 Sistemas de fabricación aeroespacial. Componentes y tipos
02 - Técnicas de Conformado en la Fabricación Aeroespacial	02.1 Fabricación Aditiva 02.2. Conformado de Materiales Compuestos 02.3. Conformado por Arranque de Viruta 02.4. Conformado por Moldeo 02.5. Conformado de Materiales Plásticos 02.6. Conformado por Deformación Plástica
03 - Fabricación Virtual	03.1 Simulación de Procesos de Fabricación
04 - Técnicas de Unión y Ensamblaje en la Fabricación Aeroespacial	04.1 Procesos de Unión Mecánica 04.2 Procesos de Unión Química y Adhesivos 04.3 Procesos de Soldadura
05 - Técnicas de Inspección en el ámbito Aeroespacial	05.1. Atributos geométricos y dimensionales del producto 05.2 Técnicas de medición y verificación de producto 05.3 Control Estadístico de Proceso

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	8	16	24
Resolución de problemas	8	16	24
Aprendizaje basado en proyectos	12	24	36
Prácticas en aulas de informática	14	28	42
Prácticas de laboratorio	6	12	18
Salidas de estudio	2.5	1.5	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	0	1
Trabajo	1	0	1

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Indicaciones básicas de contenidos. Se hará referencia a bibliografía, publicaciones y desarrollos. Descripción de casos
Resolución de problemas	En determinados temas se plantearán problemas a resolver, realizando los cálculos necesarios
Aprendizaje basado en proyectos	El objetivo prioritario de este curso será el aprendizaje adquirido mediante el diseño y desarrollo de producto/proceso, que se realizará en función de los medios disponibles, aplicando contenidos, técnicas y resolución de problemas, adquiridos en teoría y práctica
Prácticas en aulas de informática	Realización de fases de Diseño conceptual, diseño detallado, planificación de proceso y programación mediante plataforma CAD/CAM disponible
Prácticas de laboratorio	Se realizarán fases de fabricación de productos y utillaje prototipo en materiales poliméricos, y metálicos en función de los medios disponibles.
Salidas de estudio	Dependiendo de la disponibilidad y número permitido de personas por visita se realizarían viajes a empresas del sector aeronáutico.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Resolución de problemas	resolución dudas particulares
Prácticas en aulas de informática	Exposición de metodologías de diseño y desarrollo de producto/proceso, orientados a los distintos trabajos escogidos por grupos de alumnos
Prácticas de laboratorio	Fabricación de prototipos poliméricos y metálicos seleccionados
Aprendizaje basado en proyectos	Totalmente personalizado al proyecto particular de alumno o grupo de alumnos

<b>Evaluación</b>				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Lección magistral	Prueba escrita	20	C12	D3
Resolución de problemas	Prueba escrita	20	C12	D3
				D8

Aprendizaje basado en proyectos	Trabajo	20	B2	C12	D3 D8 D9
Prácticas en aulas de informática	Prueba escrita	20	B2	C12	
Prácticas de laboratorio	Prueba escrita	20	B2	C12	

### Otros comentarios sobre la Evaluación

PRIMERA EDICIÓN DE ACTA: La asignatura se evalúa en base a dos parámetros: Examen de Teoría / Problemas (nota máxima 8 puntos) Trabajo de la Asignatura (nota máxima 2 puntos) Aprobarán la asignatura aquellos alumnos que consigan, entre los dos apartados, una nota igual o superior a 5 puntos.

SEGUNDA y SUCESIVAS EDICIONES DE ACTA: El método de Evaluación es el mismo que el descrito para la PRIMERA EDICIÓN DE ACTA.

OTRAS CONSIDERACIONES: Los trabajos serán entregados el día del Examen de la asignatura. En caso de discrepancia entre el contenido de la Guía Docente en sus versiones en Castellano, Gallego e Inglés, prevalecerá lo establecido en la versión en Castellano. Se realizará una prueba escrita de desarrollo a aquellos estudiantes que, por causas excepcionales y justificadas, no hayan realizado trabajo de curso.

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Xunta de Centro de la EEAE se encuentra publicado en la página web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

J.T. Black, Ronald A. Kohser, **DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing**, 12, Wiley, 2017

#### Bibliografía Complementaria

Kalpakjian, Serop, **Manufacturing engineering and technology**, 7, Pearson Education, 2014

Mikell P. Groover, **Principles of modern manufacturing**, 5, John Wiley & Sons, 2013

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Tecnologías para conformado de materiales aeroespaciales/O07G410V01913

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica de sólidos y estructuras aeronáuticas**

Asignatura	Mecánica de sólidos y estructuras aeronáuticas			
Código	O07G410V01921			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Ingeniería de los materiales, mecánica aplicada y construcción			
Coordinador/a	Comesaña Piñeiro, Rafael Conde Carnero, Borja			
Profesorado	Bendaña Jácome, Ricardo Javier Comesaña Piñeiro, Rafael Conde Carnero, Borja			
Correo-e	bconde@uvigo.es racomesana@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es/index.php/es/">http://faitic.uvigo.es/index.php/es/</a>			
Descripción general	Introducción a la mecánica de sólidos y a las estructuras aeronáuticas.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
C20	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.
C26	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.
C33	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, teoría de estructuras.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Comprensión de las ecuaciones y principios generales del medio continuo, así como la adecuada selección de los diferentes modelos de comportamiento de sólidos deformables.	A2	C26 C33	D4 D5 D11
Análisis de sólidos y estructuras sometidas a tensiones superiores al límite elástico y a cargas cíclicas	A3 A4	C20	D4 D6 D8 D11
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la teoría de estructuras	A3 A4	C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11

Conocimiento de los aspectos más destacados del comportamiento estructural en aeronaves	A2	C20	D4
	A3	C26	D5
		C33	D8

## Contenidos

Tema	
Introducción a las características y configuración de las estructuras aeronáuticas.	- Cargas sobre la estructura. - Elementos estructurales. Estructura del fuselaje: monocasco, semimonocasco. Estructura de ala y de cola.
Estructuras simétricas.	- Estructuras simétricas.
Esfuerzos producidos por el momento flector y por la fuerza cortante.	- Teorema del flujo cortante. - Esfuerzos cortantes. - Flexión compuesta en estructuras simétricas.
Torsión.	- Secciones no circulares. Sección rectangular. - Secciones abiertas de pequeño espesor. Secciones cerradas de pequeño espesor. Secciones cerradas multicelulares. - Centro de torsión. - Flexión-torsión.
Análisis de tensiones en alas.	- Análisis de tensiones en alas.
Análisis de tensiones en fuselajes.	- Análisis de tensiones en fuselajes.
Introducción a la integridad estructural	- Requisitos de resistencia y rigidez. Factor último de seguridad. - Fatiga. Criterios de fatiga basados en tensiones. - Criterios de fatiga basados en deformaciones. - Introducción a la mecánica de la fractura. Criterios de tolerancia al daño. Margen de seguridad y factor de reserva.
Elementos sometidos a esfuerzos axiales de tracción y momentos flectores.	- Elementos sometidos a esfuerzos axiales de tracción y momentos flectores. Momento flector último.
Problemas de inestabilidad	- Introducción a la teoría de la estabilidad - Pandeo global. Inestabilidad primaria de columnas de sección estable. - Pandeo de viga-columna. Esfuerzo de crippling. - Inestabilidad de paneles planos y curvos. - Pandeo local de vigas de sección de pared delgada. - Paneles rigidizados. Formas de fallo a compresión y cortadura.
Uniones en estructuras aeronáuticas.	- Uniones en estructuras aeronáuticas.
Teoría de placas y láminas.	- Elementos estructurales tipo placa y lámina. - Hipótesis básicas de cálculo. - Flexión de placas y láminas. - Pandeo de placas.
Método de los elementos finitos (MEF).	- Análisis estático lineal con elementos tipo barra, elasticidad 2D y 3D, placas y láminas. - Introducción a software de simulación MEF. - Inestabilidad estructural. Pandeo mediante MEF. - Introducción al análisis estático no-lineal de estructuras: no-linealidad geométrica, no-linealidad del material (plasticidad), no-linealidad debida a las condiciones de contorno.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	40	0	40
Resolución de problemas	10	0	10
Prácticas de laboratorio	24	10	34
Resolución de problemas de forma autónoma	0	120	120
Examen de preguntas de desarrollo	3.5	17.5	21

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición en el aula de los conocimientos básicos de la materia.
Resolución de problemas	Resolución de problemas relacionados con los contenidos teóricos.
Prácticas de laboratorio	Realización de prácticas en laboratorio y/o realización de prácticas en aula informática y/o resolución de problemas prácticos.
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma por parte del alumnado.

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	En las prácticas se intentará en la medida de lo posible atender personalmente a todas las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las prácticas

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Prácticas de laboratorio	Asistencia y participación activa en las clases prácticas. Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma.	10	A2 A3	C20 C26 C33	D3 D4 D5 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Se realizará un examen al final del curso sobre la totalidad del contenido abordado en la asignatura.	90	A2 A4	C20 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8

## Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la asignatura en la evaluación correspondiente a la 1ª convocatoria y 2ª convocatoria se requerirá obtener una calificación superior a 5 puntos sobre 10 en la valoración conjunta de la evaluación continua durante el desarrollo de las clases y el examen en la fecha oficial. La calificación final se obtendrá de acuerdo a los porcentajes indicados.

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro de la EEAE se publica en la web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

La duración máxima del examen será de 3 horas si no hay interrupción o de 5 horas si hay una pausa intermedia (siendo 3 horas el máximo para cada parte).

Estudiantes que renuncien oficialmente a la evaluación continua: la nota obtenida en el examen correspondiente representará el 100% de la calificación. Este examen podrá constar de una parte a realizar en aula informática y/o laboratorio cuya calificación representará el 10% de la calificación total.

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

E. de la Fuente Tremps, **Introducción al análisis de las Estructuras Aeronáuticas**, 1ª, Garceta, 2014

T. H. G. Megson, **Aircraft Structures for engineering students**, 4ª, Elsevier, 2003

Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, **Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos**, CIMNE, 1995

### Bibliografía Complementaria

S.P. Timoshenko, **Theory of plates and shells**, 1ª, McGraw Hill, 1940

R. Bendaña, **Ejercicios de Resistencia de Materiales y cálculo de Estructuras para Ingenieros**, 1ª, Galiza Editora, 2005

Darrol Stinton, **The anatomy of the aeroplane.**, 1ª, BPS Profesional Book, 1985

John Cutler, **Understanding Aircraft Structures**, 1ª, Blackwell Science, 1992

Bruce K. donalson, **Analysis of Aircraft Structures**, 1ª, McGRAW-HILL. International Editions, 1993

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Expresión gráfica: Expresión gráfica/O07G410V01105

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Matemáticas: Álgebra lineal/O07G410V01102

Matemáticas: Cálculo I/O07G410V01101

Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201

Ciencia y tecnología de los materiales/O07G410V01304

Matemáticas: Estadística/O07G410V01401

Mecánica clásica/O07G410V01305

Resistencia de materiales y elasticidad/O07G410V01405

Termodinámica/O07G410V01303



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica de fluidos II y CFD**

Asignatura	Mecánica de fluidos II y CFD			
Código	O07G410V01922			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz Rodríguez Pérez, Luis			
Correo-e	emortega@uvigo.es			
Web	<a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>			
Descripción general	<p>Conocimiento, comprensión y aplicación de conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos de Ingeniería Aeroespacial</p> <p>Parte de la asignatura se presenta como una introducción a la dinámica de fluidos computacional que, partiendo de un conocimiento de las ecuaciones de conservación de los fluidos (ya adquirido por los alumnos en asignaturas previas) permita al alumno realizar simulaciones sencillas que involucren a un fluido como medio de trabajo.</p>			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
C16	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.
C18	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos; los principios básicos del control y la automatización del vuelo; las principales características y propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
C19	Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.
C20	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.
C22	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en todos los regímenes, para determinar las distribuciones de presiones y las fuerzas sobre las aeronaves.
C25	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves.
C26	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.
C28	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en cualquier régimen y determinan las distribuciones de presiones y las fuerzas aerodinámicas.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocimiento y comprensión de los principales conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos	A3	C16 C18 C19 C22 C28	D4 D5 D8 D11
Capacidad para aplicar los principales conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos a las Ciencias de la Ingeniería	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Comprensión de los procedimientos básicos de la dinámica de fluidos computacional	A5	C16 C18 C19 C22 C25 C26 C28	D4 D5 D8 D11

## Contenidos

Tema	
CFD. Ecuaciones generales y fenómenos de transporte	<p>Tema 1: Resumen de las ecuaciones generales.</p> <p>Notación integral Notación diferencial Forma conservativa. Notación compacta Modelos límite más comunes Condiciones de contorno más comunes</p>
CFD. Turbulencia	<p>Tema 2: Introducción a la turbulencia</p> <p>Introducción</p> <p>Escala de Kolmogorov</p> <p>Inviabilidad de la simulación numérica directa</p> <p>Modelos de turbulencia:</p> <p>Modelos RANS: -Promedios de Reynolds y de Favre -Ecuaciones promediadas. Esfuerzos aparentes de Reynolds. Problema del cierre - Hipótesis de Boussinesq: modelos algebraicos, de una ecuación y de dos ecuaciones - Leyes de pared. Modelos de alto y bajo número de Reynolds - Modelos de transporte de esfuerzos aparentes de Reynolds</p> <p>Modelos LES: Descripción</p>

Métodos de Volúmenes Finitos (FVM):

- Introducción
- Discretización del dominio computacional
- Discretización de las ecuaciones de fluidos
- Ecuaciones discretizadas en FVM
- Discretización de las condiciones de contorno

Flujos incompresibles. Ecuación de presión

- Métodos de compresibilidad artificial
- Acoplamiento presión-velocidad
- Métodos de aceleración de la resolución numérica más comunes

Tema 4: Introducción al uso de distintos software

(OpenFoam y Fluent\*) de simulación numérica de fluidos. Prácticas en aula informática.

\*El uso de estos software quedará condicionado a la disponibilidad de licencias de uso por parte del centro así como a la correcta instalación de los mismos en el aula informática asignada

Aplicaciones:

- Flujo laminar en el interior de una cavidad
- Flujo en un dispositivo mezclador de corrientes
- Fuerzas aerodinámicas sobre cuerpos:  
Flujo alrededor de un obstáculo. Flujo laminar y flujo turbulento  
Cálculo de la calle de Kármán tras un cuerpo romo  
Flujo incompresible sobre perfil aerodinámico  
Flujo transónico sobre perfil aerodinámico

-Ejercicios/Proyectos propuestos de simulación numérica para ser resueltos de forma más independiente por los alumnos.

---

Mecánica de Fluidos II. Flujo de fluidos ideales. Movimientos irrotacionales

Tema 1: Movimientos irrotacionales.

Condiciones de irrotacionalidad  
Ecuaciones del movimiento irrotacional  
Condiciones iniciales y de contorno  
Movimiento irrotacional de líquidos  
Principio de superposición  
Potencial de velocidades a grandes distancias de un obstáculo  
Movimiento plano irrotacional de líquidos: Soluciones elementales.  
Corriente en rincones y esquinas. Corriente en torno a un cilindro con circulación  
Movimiento irrotacional bidimensional de gases  
Expansión de Prandtl-Meyer

Tema 2: Movimientos con superficies de discontinuidad

Ecuaciones del salto de las magnitudes fluidas en una discontinuidad  
Discontinuidades normales y tangenciales  
Ondas de choque normales  
Ondas de choque oblicuas

Aplicación: Movimiento casi unidimensional de fluidos ideales: Área crítica.  
Movimiento en toberas. Carga y descarga en depósitos.  
Ondas de choque. Relación de Hugoniot.

---

Mecánica de Fluidos II. Movimientos unidimensionales no estacionarios de fluidos ideales

Tema 3: Movimiento unidimensional no estacionario de fluidos ideales.  
Efecto de compresibilidad en los líquidos  
Apertura y cierre de válvulas. Golpe de ariete

Ecuaciones del movimiento unidireccional no estacionario en gases. Ondas simples

---

Mecánica de Fluidos II. Movimiento a bajos números de Reynolds	Tema 4: Movimiento a bajos números de Reynolds Ecuaciones. Condiciones iniciales y de contorno Aplicación a fluidos incompresibles. Movimientos alrededor de un cilindro y una esfera Lubricación: Ecuación de Reynolds de la lubricación 3D. Aplicaciones. cojinete cilíndrico, lubricación con gases, patín rectangular, ...
Mecánica de Fluidos II. Capa límite	Tema 5: Capa límite laminar  Capa límite laminar incompresible. Soluciones de semejanza. Capa límite sobre placa plana. Solución de Blasius  Capa límite laminar compresible  Capa límite térmica a bajas velocidades
Mecánica de Fluidos II. Prácticas de laboratorio	- Ensayo en banco de aerodinámica: Medición capa límite  - Ensayo en túnel de viento de baja velocidad Distribución de presiones sobre perfil aerodinámico Distribución de presiones sobre cuerpo romo  - Distribución de presiones en toberas convergentes y convergentes-divergentes. . Ondas de choque. Bloqueo sónico.  *La realización de esta práctica quedará condicionada a la disponibilidad del equipo experimental en la fecha de realización de la misma

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	4.5	5	9.5
Lección magistral	35	35	70
Aprendizaje basado en proyectos	8	17	25
Prácticas en aulas de informática	8	0	8
Resolución de problemas	19.5	73	92.5
Proyecto	0	15	15
Examen de preguntas de desarrollo	5	0	5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	Realización de las prácticas de laboratorio
Lección magistral	Exposición de la teoría Traslación de problemas de fluidos a modelos matemáticos para ser resueltos numéricamente
Aprendizaje basado en proyectos	Planteamiento y resolución numérica de problemas propuestos aplicados a flujos de fluidos
Prácticas en aulas de informática	Planteamiento y resolución de modelos aplicados a flujos de fluidos
Resolución de problemas	Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma por parte del alumno para comprender y caracterizar los distintos tipos de movimientos de fluidos y sus simplificaciones

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	Se atenderá personalmente a todas las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las prácticas
Resolución de problemas	Se atenderá, en la medida de lo posible, a todas las dudas que surjan a lo largo de la resolución de los problemas
Prácticas en aulas de informática	En las prácticas se intentará en la medida de lo posible organizar al grupo de estudiantes en distintas prácticas. Se atenderá personalmente a todas las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las prácticas

Pruebas	Descripción
Proyecto	Se atenderá en tutorías las dudas que surjan a lo largo del desarrollo del proyecto

Evaluación					
	Descripción	Calificación		Resultados de Formación y Aprendizaje	
Prácticas de laboratorio	Asistencia y participación activa en las prácticas	1.5	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Aprendizaje basado en proyectos	Realización y entrega de informe de las simulaciones propuestas al alumno	20	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Prácticas en aulas de informática	Asistencia y participación activa en las prácticas	1.5	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Resolución de problemas	Asistencia a las sesiones de resolución de problemas y entrega de los problemas propuestos	2	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, incluyendo o exámen final de la materia	75		C16	D3
				C18	D5
				C19	
				C20	
				C22	
				C25	
				C26	
				C28	

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Primera edición de acta:

La evaluación de la asignatura se realizará mediante:

- Prueba o pruebas escritas, incluida el examen escrito final (75% de la nota final).
- Entrega del Proyecto/s (de simulación numérica) propuestos al alumnado por el profesorado (20% de la nota final en la materia). Esta entrega forma parte de la evaluación continua de la asignatura
- se tendrá en cuenta la asistencia y participación activa en las clases prácticas, de laboratorio e informáticas así como la entrega de problemas propuestos por el profesorado en las clases prácticas y/o teóricas si así lo indica (5% de la nota final en la materia). Este porcentaje forma parte de la evaluación continua

Los estudiantes que oficialmente no cursen la asignatura por la modalidad de evaluación continua, realizarán un examen final de 5h de duración (con descanso en medio) que supondrá el 100% de su nota.

Segunda edición de acta:

- La nota del proyecto de simulación numérica se guardará para la segunda edición de acta.
- La nota de evaluación continua asociada a la asistencia y participación activa y entrega de problemas propuestos por el profesorado (si así lo indica) se guardará para la segunda convocatoria.
- El resto de la nota será un examen escrito.
- En el caso de los estudiantes que no tengan nota en la evaluación continua en la primera edición de acta este examen final de la segunda edición de acta representará el 100% de su nota y contará con preguntas relacionadas con todo el temario de la asignatura

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

White, F.M, **Viscous fluid flow**, 3rd ed., McGraw-Hill, 2006

Panton, R. L., **Incompressible Flow**, 4th Edition, Wiley, 2013

Anderson, **Modern Compressible Flow**, 3rd Ed., Mc Graw Hill, 1992

BARRERO & PÉREZ-SABORID, **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos**, Mc Graw Hill, 2005

BLAZEK, J., **Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications**, Elsevier, 2001

H K Versteeg and W Malalasekera, **An Introduction to Computational Fluid Dynamics THE FINITE VOLUME METHOD**, 2nd Ed., Prentice Hall, 2007

### Bibliografía Complementaria

Kundu , C., **Fluid Mechanics**, 4th Edition,, Academic Press, 2010

SCHLICHTING, H, **Boundary Layer Theory**, Mc Graw Hill, 1987

FERZIGER, J., MILOVAN, P., **Computational Methods for fluid Dynamics**, Springer, 1999

F. Moukalled L. Mangani M. Darwish, **The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab®**, Springer, 2016

WILCOX, **Turbulence Modeling**, DCW Industries, 2004

[www.openfoam.com](http://www.openfoam.com),

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

Mecánica de fluidos/O07G410V01402

### Otros comentarios

Dedicar el tiempo indicado de trabajo personal asignado, así como recurrir a tutorías personales con el profesor para resolver las posibles dudas que surjan durante el trabajo personal del alumno.

Se recomienda un seguimiento total de la materia así como una actitud activa en las clases.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerodinámica y aeroelasticidad**

Asignatura	Aerodinámica y aeroelasticidad			
Código	007G410V01923			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano Gallego			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Navarro Medina, Fermín			
Profesorado	Navarro Medina, Fermín			
Correo-e	fermin.navarro.medina@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	La asignatura comprende las fuerzas aerodinámicas que determinan la dinámica del vuelo y el papel de las distintas variables involucradas en los fenómenos aerodinámicos de perfiles, alas, y toberas, considerando el flujo tanto compresible como incompresible. Además se hace una introducción a la aeroelasticidad. Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
C20	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.
C22	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en todos los regímenes, para determinar las distribuciones de presiones y las fuerzas sobre las aeronaves.
C25	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves.
C26	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.
C28	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en cualquier régimen y determinan las distribuciones de presiones y las fuerzas aerodinámicas.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de los fenómenos aerodinámicos y de las leyes que gobiernan su comportamiento;	A2	C20	D3
	A3	C22	D4
- Conocimiento, comprensión y síntesis de los fundamentos del vuelo de las aeronaves	A5	C25	D5
- Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos aplicados al estudio aeroelástico;		C26	D6
		C28	D8
- Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la aeroelasticidad de un perfil, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de mando) y dinámico (problemas de flameo y bataneo)			D11
- Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la aeroelasticidad de estructuras unidimensionales y bidimensionales.;			
- Conocimiento y comprensión de los aspectos más importantes de la aeroelasticidad experimental, y más concretamente de los ensayos en tierra y en vuelo de las aeroestructuras			

## Contenidos

Tema	
1. Aerodinámica de flujo incompresible	Tema 1.1: Introducción Tema 1.2: Fundamentos y principios de la aerodinámica Tema 1.3: Fundamentos del flujo incompresible Tema 1.4: Flujo incompresible sobre airfoils Tema 1.5: Flujo incompresible sobre alas finitas Tema 1.6: Flujo incompresible tridimensional
2. Aerodinámica de flujo compresible	Tema 2.1: Fundamentos del flujo compresible Tema 2.2: Ondas de choque Tema 2.3: Flujo compresible en toberas y difusores Tema 2.4: Teoría lineal de flujo compresible en airfoils
3. Aeroelasticidad	Tema 3.1: Introducción a la aeroelasticidad Tema 3.2: Aeroelasticidad de perfil y estructuras unidimensionales Tema 3.3: Aeroelasticidad de estructuras bidimensionales Tema 3.4: Aeroelasticidad experimental

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	15	0	15
Estudio previo	0	126.5	126.5
Seminario	4	0	4
Resolución de problemas	20	0	20
Talleres	6	0	6
Lección magistral	30	0	30
Examen de preguntas objetivas	3.5	0	3.5
Informe de prácticas	0	20	20

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	Realización de una práctica programada utilizando el túnel de viento y la cortadora de hilo caliente y otros procesos de fabricación. La realización de la práctica requiere la preparación de la misma mediante un diseño previo, la asistencia a las sesiones de prácticas y la realización de un informe por parte del grupo de alumnos/as.
Estudio previo	Estudio del alumnado de forma autónoma, con el apoyo del profesorado si así lo requiere según los procedimientos establecidos por la universidad
Seminario	Los seminarios consisten en la realización de ejercicios en grupos de estudiantes e individualmente, que tendrán que resolver durante el tiempo del seminario. Tanto la resolución conjunta del ejercicio, como la contribución individual serán valoradas. Se realizarán dos seminarios evaluables durante el curso.
Resolución de problemas	Resolución de problemas y/o ejercicios que tratan aspectos puntuales de los contenidos de la asignatura, desarrollados por el profesorado y/o el alumnado en el aula
Talleres	Taller de software de simulación aerodinámica, cuya utilización sirve de apoyo para el resto de la asignatura, tanto para la resolución de problemas, como para la elaboración de las prácticas.
Lección magistral	Exposición de un tema o resolución de problemas por parte del profesorado según un guión previamente establecido.

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción



Estudio previo	El alumno estudia de forma autónoma, con el apoyo del profesor si así lo requiere según los procedimientos establecidos por la universidad
Talleres	Taller de software de simulación aerodinámica, cuya utilización sirve de apoyo para el resto de la asignatura, tanto para la resolución de problemas, como para la elaboración de las prácticas. El taller será guiado por el profesor de la asignatura.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Seminario	Los seminarios consisten en la realización de ejercicios en grupos de alumnos e individualmente, que tendrán que resolver durante el tiempo del seminario. Tanto la resolución conjunta del ejercicio, como la contribución individual serán valoradas. Se realizarán dos seminarios evaluables durante el curso.	20	A2 A3	C20 C22 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8	
Examen de preguntas objetivas	Resolución de problemas y/o preguntas conceptuales sobre los contenidos de la asignatura	60	A2 A3 A5	C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5	
Informe de prácticas	Informe de los trabajos realizados en el laboratorio, y del diseño del perfil y el ala.	20	A2 A3 A5	C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D6 D11	

### Otros comentarios sobre la Evaluación

#### Evaluación continua

Para superar la asignatura en la evaluación en la 1ª convocatoria se requerirá obtener una calificación superior a 5 puntos sobre 10 en la valoración conjunta de la evaluación continua durante el desarrollo de las clases y el examen en la fecha oficial. La calificación del examen en fecha oficial debe ser superior a 5 puntos sobre 10. La calificación final se obtendrá de acuerdo a los porcentajes indicados.

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro da EEAE se publica en la web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

La duración máxima del examen será de 3 horas si no hay interrupción o de 5 horas si hay una pausa intermedia (siendo 3 horas máximo para cada parte).

#### Examen extraordinario

El alumno deberá presentarse al examen extraordinario de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota, si la nota final de evaluación continua es menor que 5 puntos sobre 10. También tendrá que presentarse al examen ordinario en los siguientes supuestos:

- La no realización o entrega de alguno de los puntuables de la evaluación continua.
- Obtener una nota inferior a 5 puntos sobre 10 en el examen final de evaluación continua.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

John D. Anderson Jr, **Fundamentals of Aerodynamics**, McGraw-Hill Education, 2016

John J. Bertín, **Aerodynamics for engineers**, Pearso, 2013

Raymond L. Bisplinghoff, **Principles of Aeroelasticity**, Dover Books, 2013

#### Bibliografía Complementaria

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Mecánica de fluidos II y CFD/O07G410V01922

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Ingeniería de sistemas y comunicaciones aeroespaciales**

Asignatura	Ingeniería de sistemas y comunicaciones aeroespaciales			
Código	007G410V01925			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Isasi de Vicente, Fernando Guillermo			
Profesorado	Isasi de Vicente, Fernando Guillermo			
Correo-e	fisasi@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Introducción a la ingeniería de sistemas y a los sistemas de comunicaciones con vehículos aeroespaciales. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

**Competencias**

Código	
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B1	Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
B4	Verificación y Certificación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
C19	Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.
D2	Liderazgo, iniciativa y espíritu emprendedor
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D13	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
- Comprensión del concepto de ingeniería de sistemas.	A3	B1	C19	D2
- Comprensión, conocimiento y aplicación de los estándares nacionales e internacionales aplicados a la ingeniería aeroespacial.	A5	B4		D3
- Comprensión, conocimiento de los sistemas de comunicaciones en vehículos aeroespaciales				D4
				D5
				D6
				D8
				D13

**Contenidos**

Tema
------

Concepto de Ingeniería de Sistemas	Necesidad de una ingeniería de sistemas. Ejemplos sencillos
Estándares nacionales e Internacionales de Ingeniería de Sistemas en proyectos Aeroespaciales	Estudio de los estándares más utilizados en: Sistemas aéreos Sistemas espaciales Puntos comunes
Aplicación a proyectos nacionales e internacionales de Ingeniería de Sistemas.	Ejemplos: Sistema aéreo: navegación aérea comercial Sistema espacial: nano-pico satélites
Ideas generales	Conceptos básicos de navegación aérea Ideas generales de comunicaciones
Radiogoniometría	Principios Aplicaciones
VOR	Principio de funcionamiento Descripción Uso
DME/TACAN	Principio de funcionamiento Descripción Uso
ILS	Principio de funcionamiento Descripción Uso
Radar primario	Principio de funcionamiento Descripción Uso
Radar secundario	Principio de funcionamiento Descripción Uso
GPS	Principio de funcionamiento Descripción Uso
Sistemas de realidad aumentada	Principio de funcionamiento Descripción Uso

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	30	75	105
Prácticas de laboratorio	20	22	42
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	0	3

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Clase en pizarra con ayuda de ordenador sobre la teoría de la materia. Con esta metodología se trabajan las competencias CG1, CG4, CB3, CB5, CE19, CT8 y CT5. Se trata de una actividad grupal.
Prácticas de laboratorio	Uso de simuladores de sistemas de comunicaciones y/o navegación. Manejo básico de herramientas en la ingeniería de sistemas. Con esta metodología se trabajan las competencias CG1, CG4, CB3, CE19, CT2, CT4, CT5, CT6, CT11 y CT13. Es una actividad grupal.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los estudiantes tienen ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que se establezca para ese efecto a principios de curso y que se hará público en la web de la escuela.
Prácticas de laboratorio	En las prácticas de laboratorio el alumno tiene en todo momento al profesor para resolver dudas. Además los estudiantes tienen ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que se establezca para ese efecto a principios de curso y que se hará público en la web de la escuela.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
			A5	B1	C19	D4
Prácticas de laboratorio	Preguntas del profesor sobre la marcha y evaluación del trabajo de laboratorio.	20		B1 B4	C19	D4 D5 D6 D8 D13
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen de resolución de problemas y/o preguntas breves sobre la materia explicada en las clases magistrales. Se harán dos exámenes de evaluación continua durante el curso: uno a mitad de curso en el que se preguntará por lo que se ha dado hasta el momento. El peso de este examen será de 40% de la nota final. Para los alumnos que hayan obtenido un 3/10 o más habrá un segundo examen antes de acabar el curso con un 40% de peso y las mismas condiciones que el anterior. Si el alumno no ha obtenido más de 3/10 en los dos exámenes, con una media superior a 5/10 o bien desee mejorar nota presentándose al final, podrá hacerlo en el día fijado por la escuela para los exámenes de la asignatura.	80	A3 A5	B1 B4	C19	D4 D5 D8

### Otros comentarios sobre la Evaluación

En caso de que un alumno falte mas de un 20% de sesiones de prácticas no podra aprobar la asignatura por evaluacion continua.

En el examen de segunda edición de acta se evaluará toda la asignatura. En caso de que el/la estudiante lo prefiera, si ha hecho las prácticas de laboratorio y ha obtenido más de un 3/10 en ellas, podrá hacer solo la parte teórica. Dicha parte teórica pesa el 80% de la nota, el otro 20% será la nota obtenida en prácticas durante el curso.

Si el alumno no ha hecho las prácticas podrá ser preguntado de forma escrita o en el laboratorio pesando la nota de prácticas un 20% y la de teoría un 80%.El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Xunta de Centro de la EEAE se encuentra publicado en la página web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Alexander V. Nebylov, Joseph Watson, **Aerospace Navigation Systems**, 1, Wiley, 2016

ETSIA/EUITA/EIAE, **Sistemas y Equipos electrónicos para la navegación aérea**, 1, ETSIA/EUITA/EIAE,

#### Bibliografía Complementaria

NASA, **System engineering handbook**, Rev. 1,

Benjamin S. Blanchard, **SYSTEM ENGINEERING MANAGEMENT**, 5, Wiley, 2016

### Recomendaciones

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerorreactores y motores alternativos aeronáuticos**

Asignatura	Aerorreactores y motores alternativos aeronáuticos			
Código	O07G410V01931			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimstre
	6	OP	3	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	García Seoane, Santiago			
Profesorado				
Correo-e				
Web	<a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>			
Descripción general	Conocimiento básico del funcionamiento de los sistemas de propulsión empleados en la industria aeroespacial			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B1	Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
B7	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
C21	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de sostenibilidad, mantenibilidad y operatividad de los vehículos aeroespaciales.
C23	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fenómenos físicos del vuelo, sus cualidades y su control, las fuerzas aerodinámicas, y propulsivas, las actuaciones, la estabilidad.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios
D13	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

- Conocer las necesidades propulsivas de las aeronaves. A2 B1 C21 D3
- Conocer los empujes y resistencias relacionados con los aerorreactores. A3 B7 C23 D4
- Conocer y cuantificar de forma aplicada el proceso de combustión de los aerorreactores y el rendimiento de la combustión. A5 D6
- Saber realizar un balance energético diferenciando y calculando los rendimientos involucrados. D8
- Saber resolver problemas relacionados con el cálculo de los ciclos termodinámicos y las características de los aerorreactores; así como el efecto de las características y calidad de los componentes. D11
- Conocer los diferentes aerorreactores y saber obtener los sistemas óptimos bajo el punto de vista de propulsivo. D13
- Dimensionar los componentes que intervienen en sistema propulsivo.
- Utilizar herramientas informáticas de cálculo de actuaciones de aerorreactores
- Conocer el efecto de las condiciones de vuelo: velocidad y altitud en el funcionamiento de los aerorreactores
- Conocer los problemas ambientales de los aerorreactores y sus posibles soluciones
- Redactar informes técnicos y hacer exposiciones orales técnicas relacionadas con lo anterior
- Resolver problemas derivados del ámbito de la materia de forma autónoma y en colaboración con otros
- Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la influencia de parámetros de operación y diseño sobre las actuaciones de los motores alternativos aeronáuticos y sus sistemas
- Conocimiento de los aspectos más destacados de los ensayos de los motores alternativos

## Contenidos

### Tema

- Necesidades propulsivas de las aeronaves
- Análisis del ciclo de un aerorreactor
- Aplicación de las ecuaciones integrales de la Mecánica de Fluidos a los Aerorreactores: continuidad: gasto másico; Cantidad de movimiento: empujes y resistencias; Energía: rendimientos
- Comportamiento motor y propulsor de los aerorreactores.
- Turbohélices y su optimización
- Turbofanos y su optimización; turbofanos de flujo mezclado; turbofanos avanzados
- Sistemas incrementadores de empuje
- Turbinas de gas
- Actuaciones de componentes
- Actuaciones de aerorreactores
- Problemas ambientales derivados del funcionamiento de los aerorreactores.
- Elementos constructivos del motor alternativo.
- Ciclos
- Renovación de carga
- Alimentación de combustible.
- Combustión
- Sobrealimentación
- Turboalimentación
- Actuaciones

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	20	0	20
Estudio previo	0	89.5	89.5
Lección magistral	30	0	30
Examen de preguntas objetivas	2.5	0	2.5
Informe de prácticas	0	8	8

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	Prácticas informáticas, salidas de estudio y prácticas de laboratorio
Estudio previo	Preparación para el seguimiento de la materia, búsqueda de información y preparación de las pruebas de evaluación.
Lección magistral	Docencia en aula con apoyo audiovisual

<b>Atención personalizada</b>	
<b>Pruebas</b>	<b>Descripción</b>
Examen de preguntas objetivas	
Informe de prácticas	

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Examen de preguntas objetivas	Examen de preguntas cortas y solución de problemas	90	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D8 D11 D13
Informe de prácticas	Informe de las prácticas	10	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D6 D8 D11 D13

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

Para superar la asignatura en la evaluación en la 1ª convocatoria y en la 2ª convocatoria se requerirá obtener una calificación superior a 5 puntos sobre 10 en la valoración conjunta de la evaluación continua durante el desarrollo de las clases y el examen en la fecha oficial. La calificación final se obtendrá de acuerdo a los porcentajes indicados.

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro da EEAE se publica en la web

<http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

La duración máxima del examen será de 3 horas si no hay interrupción o de 5 horas si hay una pausa intermedia (siendo 3 horas máximo para cada parte).

Estudiantes que renuncien oficialmente a la evaluación continua: la nota obtenida en un examen correspondiente que representará el 100% de la calificación. Este examen podrá constar de una parte a realizar en aula informática y/o laboratorio cuya calificación representará el 10% de la calificación total.

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Caludio Mataix, **Turbomaquinas Termicas**, Dossat Ediciones, 2011

Francisco Payri y Jose María Desantes, **Motores de combustión interna alternativos**, Editorial Reverte, 2011

BORJA GALMÉS BELMONTE, **Motores de reacción y turbinas de gas**, Ediciones Paraninfo, 2015

#### **Bibliografía Complementaria**

Jack D. Mattingly, **Elements of Propulsion: Gas Turbines and Rockets**, AIAA Education Series, 2006

Oates, Gordon C, **Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion**, AIAA education series, 1997

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Química: Química/O07G410V01203

Tecnología aeroespacial/O07G410V01205

Mecánica de fluidos/O07G410V01402

Termodinámica/O07G410V01303



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Diseño mecánico, MEF y vibraciones**

Asignatura	Diseño mecánico, MEF y vibraciones			
Código	O07G410V01932			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS 9	Seleccione OP	Curso 3	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Losada Beltrán, José Manuel			
Profesorado	Losada Beltrán, José Manuel			
Correo-e	jlosada@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta asignatura introduce al diseño mecánico, el método de elementos finitos y el estudio de las vibraciones.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B1	Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
B2	Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
C20	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.
C22	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en todos los regímenes, para determinar las distribuciones de presiones y las fuerzas sobre las aeronaves.
C25	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Conocimiento, comprensión y aplicación de elementos mecánicos.	A2	B1	C20	D3
	A3	B2	C22	D4
	A5		C25	D5
				D6
				D8
				D11

Conocimiento de los aspectos más destacados de las cualidades de los Sistemas mecánicos: modos de fallo y fiabilidad.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Capacidad para identificar y resolver problemas mecánicos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Comprensión del método de los elementos finitos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Resolución de problemas relativamente complejos en mecánica de medios continuos mediante la selección del modelo de comportamiento y de la formulación adecuada para el mismo.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos aplicados al estudio de la respuesta de aeronaves frente a cargas no estacionarias.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los sistemas vibratorios de un grado de libertad, de múltiples grados de libertad y continuos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos aproximados de cálculo para los sistemas continuos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11

## Contenidos

Tema	
FUNDAMENTOS DEL DISEÑO MECANICO	-INTRODUCCIÓN.DEFINICIÓN DE MAQUINA, MECANISMO Y CADENA CINEMÁTICA.ESAQUEMATIZACIÓN, MODELIZACIÓN Y SIMBOLOGÍA. SÍNTESIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONAL.PARES CINEMATICOS.ECUACIONES DE LIGADURA.GRADOS DE LIBERTAD.  -ANALISIS DE CARGA Y ESFUERZO ESFUERZO.CIRCULO DE MOHOR ESFUERZO PLANO ESFUERZO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDO ESFUERZOS NORMALES PARA VIGAS EN FLEXIÓN.VIGAS CURVAS. ESFUERZOS DE CONTACTO.
ANALISIS DE LA VIBRACIÓN	-FUNDAMENTOS. -VIBRACIONES LONGITUDINALES Y TORSIONALES:1,2 G.L. APLICACIONES TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS DE 1 Y 2 G.L. -VIBRACIONES DE N G.L. -ANALISIS MODAL. -RESPUESTA A EXCITACIONES DINAMICAS GENERALES. -ANALISIS DE FOURIER Y RESPUESTA EN LA FRECUENCIA. -MEDIDA DE LA VIBRACION. -SISTEMAS CONTINUOS.VIBRACIONES LONGITUDINALES, TORSIONALES Y TRANSVERSALES.DETERMINACION DE LAS PULSACIONES PROPIAS

VIBRACION ALEATORIA

- ESCITACIONES NO DETERMINISTICAS.
- PROPIEDADES ESTADISTICAS.
- CORRELACION.
- DENSIDAD DE POTENCIA EXPECTRAL.
- RESPUESTA DE UN SISTEMA.
- DEFORMACIÓN EFICAZ.
- DISEÑO MECÁNICO

DISEÑO, CONTROL Y MANTENIMIENTO BASADO EN LA VIBRACION

- EXCITACIONES DETERMINÍSTICAS
- EXCITACIONES NO DETERMINÍSTICAS
- FUENTES DE VIBRACIÓN.
- ELIMINACIÓN DE LA VIBRACIÓN.
- REDUCCIÓN DE LA TRANSMISIBILIDAD.
- ABSORBEDORES DINÁMICOS.
- INGENIERÍA DEL EQUILIBRADO.FUNDAMENTOS DEL EQUILIBRADO ESTÁTICO Y DINÁMICO.
- MÉTODOS ESPECTRALES.
- MÉTODOS ESTADÍSTICOS.
- MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

- FUNDAMENTOS.
- GEOMETRIA DEL ELEMENTO
- COORDENADAS NODALES.
- ECUACIONES Y DEFINICION DE ELEMENTOS.
- CONECTIVIDAD ENTRE ELEMENTOS.
- GENERACION DE MALLA.
- IMPOSICION DE LIGADURAS.
- DETERMINACION DE LA MATRIZ INERCIA, ELASTICA Y AMORTIGUAMIENTO.
- ANALISIS DE LA VIBRACION.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	39	26	65
Prácticas de laboratorio	40	120	160

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	CLASE MAGISTRAL EN LA QUE SE EXPONEN LOS CONTENIDOS TEORICOS-PRACTICOS POR MEDIOS TRADICIONALES (PIZARRA) Y RECURSOS MULTIMEDIA.
Prácticas de laboratorio	REALIZACION DE TAREAS PRACTICAS EN LABORATORIO DOCENTE

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	lecciones magistrales
Prácticas de laboratorio	ejercicios de los contenidos

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
			A2	B1	C20	D3
Lección magistral	EVALUACION DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRDOS MEDIANTE UN EXAMEN TEORICO-PRACTICO	70	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Prácticas de laboratorio	SE EVALUARA LA REALIZACION DE LAS MEMORIAS DE LAS PRACTICAS REALIZADAS EN EL CURSO.	30	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11

### Otros comentarios sobre la Evaluación

LA ASIGNATURA SE APROBARÁ SI SE OBTIENE UNA CALIFICACIÓN IGUAL O MAYOR QUE UN CINCO COMO NOTA FINAL, DE LA SIGUIENTE FORMA:

- 1.- LA ASISTENCIA AL LABORATORIO, LAS MEMORIAS DE CADA PRÁCTICA Y TRABAJOS TUTELADOS TENDRÁN UNA VALORACIÓN DE 3 PUNTOS DE LA NOTA FINAL, ESTA CALIFICACIÓN SE CONSERVARÁ EN LA SEGUNDA EDICIÓN DEL ACTA.
- 2.- EL EXAMEN FINAL TENDRÁ UNA VALORACIÓN DE 7 PUNTOS EN LA NOTA FINAL.

En el caso de no asistentes, el 100% de la nota corresponderá a un examen final en el que se evaluarán las competencias de la asignatura.

Compromiso ético:

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, y otros) se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0).

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Xunta de Centro de la EEAE se encuentra publicado en la página web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

SHIGLEY, **DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA**, OCTAVA, McGrawHill, 2008

SINGERESU S. RAO, **VIBRACIONES MECANICAS**, QUINTA, PEARSON, 2012

#### **Bibliografía Complementaria**

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Expresión gráfica: Expresión gráfica/O07G410V01105

Física: Física II/O07G410V01202

Informática: Informática/O07G410V01104

Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201

Ciencia y tecnología de los materiales/O07G410V01304

---

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Vehículos espaciales</b>				
Asignatura	Vehículos espaciales			
Código	007G410V01933			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano Gallego			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Ulloa Sande, Carlos			
Profesorado	Ulloa Sande, Carlos			
Correo-e	carlos.ulloa@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	<p>Los vehículos espaciales operan en un entorno muy diferente al terrestre. Este entorno es fundamental a la hora de definir los requisitos de diseño de los vehículos espaciales.</p> <p>En esta materia se estudia, además del entorno espacial, los conceptos necesarios de mecánica orbital necesarios para la comprensión de las principales órbitas, maniobras y las principales perturbaciones a las que están sometidos los vehículos espaciales.</p> <p>Se estudian los principales subsistemas de un vehículo espacial, haciendo especial hincapié en el subsistema de control térmico y el subsistema de control de actitud.</p> <p>Se realizan prácticas de laboratorio utilizando material específico y software de simulación de análisis de misión.</p> <p>Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.</p>			

### **Competencias**

<b>Código</b>	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B1	Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
B6	Capacidad para participar en los programas de pruebas en vuelo para la toma de datos de las distancias de despegue, velocidades de ascenso, velocidades de pérdidas, maniobrabilidad y capacidades de aterrizaje.
C24	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los sistemas de las aeronaves y los sistemas automáticos de control de vuelo de los vehículos aeroespaciales.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios
D13	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos

### **Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las configuraciones básicas, subsistemas y misiones de los vehículos espaciales	A2	B1	C24	D3
- Capacidad para el análisis de la misión, del tipo de ley de guiado y trayectoria espacial	A3	B6		D4
- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis del control térmico del vehículo espacial	A5			D6
- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de control de actitud y órbita del vehículo espacial				D11
- Conocimiento y comprensión del sistema de ensayos y del soporte de tierra del vehículo espacial				D13

<b>Contenidos</b>	
Tema	
BLOQUE 1: Introducción	Tema 1.1: Breve reseña histórica. Tema 1.2: Clasificación de vehículos espaciales Tema 1.3: Tipos de subsistemas de vehículos espaciales Tema 1.4: El sistema solar. Tema 1.5: El entorno espacial y planetario.
BLOQUE 2: Mecánica orbital	Tema 2.1: Sistemas de referencia y tiempos. Leyes horarias y elementos orbitales Tema 2.2: El problema de dos cuerpos Tema 2.3: Trazas, cobertura y visibilidad Tema 2.4: Perturbaciones Tema 2.5: Tipos de órbitas Tema 2.6: El problema de los tres cuerpos
BLOQUE 3: Análisis de misión	Tema 3.1: Maniobras espaciales Tema 3.2: Misiones orbitales terrestres Tema 3.3: Misiones lunares e interplanetarias
BLOQUE 4: Subsistemas	Tema 4.1: Sistemas de propulsión y vehículos de lanzamiento Tema 4.2: Estructuras de vehículos espaciales Tema 4.3: Sistema de control de actitud Tema 4.4: Sistema de control térmico Tema 4.5: Sistemas eléctrico, comunicaciones, comando y telemetría Tema 4.6: Segmento de tierra Tema 4.7: Ensayos en laboratorio

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	28	0	28
Prácticas de laboratorio	12	0	12
Seminario	0	2	2
Estudio previo	0	79.5	79.5
Examen de preguntas objetivas	2.5	0	2.5
Informe de prácticas	0	6	6
Trabajo	10	10	20

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Docencia de aula
Prácticas de laboratorio	Realización de prácticas con diferentes subsistemas de vehículos espaciales Realización de prácticas de simulación de análisis de misión Realización de trabajos sobre vehículos espaciales
Seminario	Tutorías en grupos reducidos
Estudio previo	Trabajo autónomo

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Seminario	Tutorías en grupos reducidos con el profesorado de la asignatura.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Examen de preguntas objetivas	Examen parcial de preguntas cortas y problemas (20%)	70	A2	B1	C24	D3
			A3	B6		D4
	Examen final de preguntas cortas y problemas (50%)		A5			D11 D13
Informe de prácticas	Informe de las prácticas de laboratorio	10	A2	B1	C24	D3
			A3	B6		D4
			A5			D6
						D11 D13

Trabajo	Informes y presentaciones de trabajos propuestos a lo largo del curso dentro de las sesiones de prácticas	20	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
---------	---	----	----------------	----------	-----	------------------------------

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la asignatura en la evaluación en la 1ª edición de acta y en la 2ª edición de acta se requerirá obtener una calificación superior a 5 puntos sobre 10 en la valoración conjunta de la evaluación continua durante el desarrollo de las clases y el examen en la fecha oficial. La calificación final se obtendrá de acuerdo a los porcentajes indicados.

Será obligatorio presentarse al examen extraordinario de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota, en los siguientes supuestos:

- La no realización o entrega de alguno de los puntuables anteriores.
- Obtener una nota inferior a 4 puntos sobre 10 en el examen final de evaluación continua.

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro da EEAE se publica en la web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

La duración máxima del examen será de 3 horas si no hay interrupción o de 5 horas si hay una pausa intermedia (siendo 3 horas máximo para cada parte).

Estudiantes que renuncien oficialmente a la evaluación continua: la nota obtenida en un examen correspondiente que representará el 100% de la calificación. Este examen podrá constar de una parte a realizar en aula informática y/o laboratorio cuya calificación representará el 10% de la calificación total.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

H.D. Curtis, **Orbital Mechanics for Engineering Students**, ELSEVIER, 2014

P. Fortescue, **Spacecraft Systems Engineering**, 4, Wiley, 2011

M.D. Griffin y J.R. French, **Space Vehicle Design**, AIAA Education Series, 2004

Charles Brown, **Elements of Spacecraft design**, AIAA Education Series, 2002

#### Bibliografía Complementaria

Bong Wie, **Space vehicle Dynamics and Control.**, AIAA Education Series, 1998

R. Karam, **Satellite Thermal Control for Systems Engineers**, AIAA Education Series, 1998

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Tecnología aeroespacial/O07G410V01205

Mecánica clásica/O07G410V01305

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Cálculo numérico**

Asignatura	Cálculo numérico			
Código	007G410V01941			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano Gallego			
Departamento	Matemática aplicada II			
Coordinador/a	Cid Iglesias, María Begoña			
Profesorado	Cid Iglesias, María Begoña			
Correo-e	bego@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	El objetivo de esta materia es que el alumnado conozca y domine distintas técnicas y métodos necesarios tanto para otras materias como para el ejercicio profesional: los principales métodos numéricos para resolver grandes sistemas lineales y no lineales, problemas de valor inicial y de contorno y la aplicación del método de elementos finitos.			
	Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B2	Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/308/2009, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.
C32	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los métodos de cálculo y de desarrollo de los materiales y sistemas de la defensa; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación numérica de los procesos físico-matemáticos más significativos; las técnicas de inspección, de control de calidad y de detección de fallos; los métodos y técnicas de reparación más adecuados.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
RA1: Conocimiento, comprensión y aplicación de los métodos numéricos de resolución de los modelos y problemas típicos de la Tecnología Aeroespacial.	A2	B2	C32	D3
	A3			D4
	A5			D5
				D6
				D8
				D11



RA2: Conocer y saber usar alguna herramienta de software de simulación numérica que use el método de elementos finitos.	A2	B2	C32	D3
	A3			D4
	A5			D5
				D6
				D8
				D11

### Contenidos

Tema	
Resolución numérica de grandes sistemas lineales y no lineales	<ol style="list-style-type: none"> <li>Métodos directos</li> <li>Métodos iterativos.</li> <li>Precondicionadores.</li> <li>Métodos basados en algoritmos de descenso.</li> <li>Métodos para sistemas no lineales.</li> </ol>
Métodos para problemas de valor inicial y de contorno	<ol style="list-style-type: none"> <li>Métodos para problemas de valor inicial</li> <li>Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.</li> <li>Métodos para problemas de contorno.</li> </ol>
Método de diferencias finitas para ecuaciones en derivadas parciales	<ol style="list-style-type: none"> <li>MDF para EDP elípticas.</li> <li>MDF para EDP parabólicas.</li> <li>MDF para EDP hiperbólicas.</li> </ol>
Método de elementos finitos	<ol style="list-style-type: none"> <li>MEF en dimensión 1.</li> <li>MEF en dimensión superior.</li> <li>MEF para problemas vectoriales.</li> <li>MEF para problemas evolutivos.</li> </ol>

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	2	0	2
Lección magistral	30	60	90
Resolución de problemas	6	12	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	13.5	13.5
Prácticas en aulas de informática	12	12	24
Examen de preguntas de desarrollo	2.5	0	2.5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la asignatura.
Lección magistral	El profesorado expondrá en las clases teóricas los contenidos de la materia que se ilustran con numerosos ejemplos y aplicaciones. El alumnado dispondrá de textos básicos de referencia para el seguimiento de la asignatura.
Resolución de problemas	Planteamiento, análisis, resolución y debate de un problema o ejercicio relacionado con la materia impartida, tanto por parte del docente como de los estudiantes. Para ilustrar y completar la explicación de cada lección y para ayudar a que el alumnado adquiera las capacidades necesarias.
Resolución de problemas de forma autónoma	El alumnado tendrá que resolver ejercicios similares a los realizados en clase para adquirir las capacidades necesarias.
Prácticas en aulas de informática	Se utilizarán herramientas informáticas para resolver problemas y ejercicios y aplicar los conocimientos obtenidos en las clases de teoría, y el alumnado tendrá que resolver ejercicios similares para adquirir las capacidades necesarias.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Resolución de problemas	El profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Se atenderán dudas en forma presencial, en especial en las clases de problemas y laboratorio y en tutorías, como de forma no presencial, por los sistemas telemáticos disponibles para la asignatura.
Lección magistral	El profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Se atenderán dudas en forma presencial, en especial en las clases de problemas y laboratorio y en tutorías, como de forma no presencial, por los sistemas telemáticos disponibles para la asignatura.
Resolución de problemas de forma autónoma	El profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Se atenderán dudas en forma presencial, en especial en las clases de problemas y laboratorio y en tutorías, como de forma no presencial, por los sistemas telemáticos disponibles para la asignatura.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Resolución de problemas	Realización de forma autónoma de una colección de problemas de cada bloque de contenidos.  RA1	30	A2 A3 A5	B2	C32	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Prácticas en aulas de informática	Asistencia y realización correcta de las prácticas mediante programas informáticos.  RA1, RA2	20	A3 A5	B2	C32	D4 D5 D8
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de un examen final en el que se recogen los contenidos correspondientes a las sesiones magistrales y a la resolución de problemas.  RA1	50	A2 A3 A5	B2	C32	D3 D4 D5 D6 D8 D11

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la asignatura es necesario realizar las prácticas de laboratorio y obtener un 5 sobre 10 en el examen final.

En cualquier convocatoria es necesario obtener un 5 para aprobar la materia. La duración máxima de cualquier examen será de 3 horas.

#### Evaluación junio-julio (asistentes):

El sistema de evaluación de la segunda convocatoria es el de la primera, manteniéndose las calificaciones obtenidas correspondientes a la resolución de problemas y/o ejercicios y de prácticas informáticas. El examen se puntuará sobre 10 y representará el 50 por ciento de la calificación final.

#### Procedimiento de evaluación para no asistentes:

Evaluación teórico-práctica: Realización de un examen en el que se evaluarán los resultados de aprendizaje y la obtención de las competencias señaladas en la guía docente. Calificación: 80%

Evaluación prácticas de informática: Es imprescindible realizar esta prueba para superar la asignatura. Consistirá en un examen práctico sobre los temas tratados en las prácticas de informática durante el curso. Calificación: 20%

#### Fechas de evaluación:

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro de la EEAE se encuentra publicado en la página web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>.

Se espera que el estudiantado presente un comportamiento ético adecuado. En caso de detectar un comportamiento ético no adecuado (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, y otros) se considerará que el/la alumno/a no reúne los requisitos necesarios para superar la asignatura. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0). En el caso de ser necesario, se podrá realizar un nuevo examen para verificar la adquisición de competencias y conocimientos por parte del alumnado implicado.

Se recuerda la prohibición del uso de dispositivos móviles u ordenadores portátiles en ejercicios y prácticas dado que el Real Decreto 1791/2010, del 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario, establece en su artículo 13.2.d), relativo a los deberes de los estudiantes universitarios, el deber de :

*"Abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad".*

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Burden, R.; Faires, J., **Análisis Numérico**, Iberoamericana,

Kreyszig, E., **Advanced engineering mathematics**, Wiley,

LeVeque, R.J., **Finite difference methods for ordinary and partial differential equations**, Siam,

Reddy, J. N., **An introduction to the finite element method**, McGraw-Hill,

#### Bibliografía Complementaria

Chapra, S., Canale, R., **Métodos numéricos para ingenieros**, McGraw-Hill,  
Conde, L.; Winter, G., **Métodos y algoritmos básicos del álgebra numérica**, Reverté,  
Grau, J. - Torres, R., **Introducción a la mecánica de fluidos y transferencia de calor con COMSOL Multiphysics**,  
Addlink,  
Quintela, P., **Matemáticas en ingeniería con Matlab**, Universidade de Santiago de Compostela,  
Taylor, R.L.; Nithiarasu, P.; Zienkiewicz, O.C., **The finite element method**, Oxford,

---

## Recomendaciones

---

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Matemáticas: Álgebra lineal/O07G410V01102  
Matemáticas: Cálculo I/O07G410V01101  
Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201  
Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

### Otros comentarios

Se recomienda acudir a clase y trabajar los contenidos semanalmente.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aleaciones y materiales compuestos aeroespaciales**

Asignatura	Aleaciones y materiales compuestos aeroespaciales			
Código	O07G410V01942			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS 9	Seleccione OP	Curso 3	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento	Ingeniería de los materiales, mecánica aplicada y construcción			
Coordinador/a	Pena Uris, Gloria María			
Profesorado	Gutián Saco, María Beatriz Pena Uris, Gloria María			
Correo-e	gpena@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es/">http://faitic.uvigo.es/</a>			
Descripción general	Esta materia debe considerarse como una continuación de la de Ciencia y Tecnología de los Materiales que se imparte en segundo curso de la titulación. En ella se profundizará en el estudio de los materiales más empleados en la industria aeroespacial. Se estudiarán tanto los materiales ligeros (aleaciones y materiales compuestos) empleados en el fuselaje, alas y estabilizadores, como las aleaciones de altas prestaciones empleadas en turbinas, trenes de aterrizaje y otros elementos de alta responsabilidad. Se abordarán las propiedades mecánicas y superficiales más importantes. Se presentarán también los principales métodos de unión y las técnicas de control de calidad más habitualmente empleadas por la industria aeroespacial. Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
C11	Comprender las prestaciones tecnológicas, las técnicas de optimización de los materiales y la modificación de sus propiedades mediante tratamientos.
C19	Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.
C30	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Las prestaciones tecnológicas, las técnicas de optimización de los materiales utilizados en el sector aeroespacial y los procesos de tratamientos para modificar sus propiedades mecánicas.
C32	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los métodos de cálculo y de desarrollo de los materiales y sistemas de la defensa; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación numérica de los procesos físico-matemáticos más significativos; las técnicas de inspección, de control de calidad y de detección de fallos; los métodos y técnicas de reparación más adecuados.
C33	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, teoría de estructuras.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios
D13	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Conocimiento, comprensión y aplicación de los materiales empleados en el sector aeroespacial: capacidad de identificar sus diferencias.	A3	C11 C19 C30 C33	D4 D8 D11 D13
Conocimiento, comprensión y aplicación de los materiales utilizados en el sector aeroespacial: herramientas para la determinación del comportamiento y propiedades.	A3 A5	C11 C32 C33	D4 D5 D8 D11
Conocimiento, comprensión y aplicación de los materiales empleados en el sector aeroespacial: métodos de fabricación y optimización.	A2 A3 A5	C11 C19 C32 C33	D3 D4 D5 D11 D13

## Contenidos

Tema	
Tema 1.- Comportamiento en servicio de las aleaciones metálicas	Procesos de rotura dúctil y frágil. Durabilidad. Influencia de la temperatura en los procesos de rotura. Procesos de fragilización. Corrosión de las aleaciones metálicas: Tipos, Factores de influencia y métodos de protección contra la corrosión. Técnicas de soldadura: láser, soldadura por difusión y soldadura por fricción batida.
Tema 2.- Aleaciones ligeras: aleaciones de Aluminio. Aleaciones de Magnesio y de Berilio	Introducción a las aleaciones de aluminio: Procesado y tratamientos térmicos. Aleaciones para forja (convencionales y avanzadas). Aleaciones de moldeo. Requisitos de las aleaciones de aluminio para aplicación aeroespaciales. Problemas y optimización. Metalurgia física, procesado y propiedades del magnesio. Efecto de los elementos de aleación. Aleaciones de Mg para aplicación aeroespaciales: Aleaciones de moldeo y Aleaciones de Forja. Nuevas Aleaciones y técnicas de procesado. Aleaciones de Berilio: Estructura y propiedades del berilio y sus aliajes. Principales aplicaciones aeroespaciales
Tema 3.- Aceros de muy alta resistencia.	Aceros de alta resistencia de temple y revenido. Aceros PH. Aceros inoxidables. Aceros de muy alta resistencia mecánica. Aceros maraging.
Tema 4.- Aliajes de Titanio	Introducción a las aleaciones de Titanio: metalurgia física y procesado. Propiedades de las aleaciones de Titanio. Efecto de los elementos de aleación. Aleaciones Tipo alfa; súper alfa; alfa+beta; casi beta; beta;. Aplicaciones aeroespaciales de las aleaciones de Ti. Esponja de titanio.
Tema 5.- Superaleaciones, aleaciones especiales.	Superaleaciones de base níquel y de base cobalto. Intermetálicos estructurales: aluminio de titanio, de níquel y de hierro. Aleaciones con Memoria de forma. Aleaciones superplásticas. Aplicaciones aeroespaciales.
Tema 6.- Materiales compuestos de Matriz metálica.	Características generales de los MCM. Principales tipos. Comportamiento y Aplicaciones
Tema 7.- Materiales compuestos de matriz polimérica.	Fibras y Matrices: F. de carbono. Fibras orgánicas (aramida, polietileno), Fibras cerámicas (de vidrio, Boro, carburo de silicio, otras). Fibras metálicas. Matrices termoplásticas. Resinas (epoxi, poliésteres, fenólicas). Materiales preimpregnados. Materiales para infusión. Materiales para núcleos sandwich. Adhesivos Estructurales. Preparación de superficies. Elección. Propiedades y durabilidad de los materiales compuestos
Tema 8.- Procesos de fabricación de materiales compuestos.	Procesos de Molde abierto: Procesos de Materiales preimpregnados. Moldeo por contacto a mano. Procesos de Infusión. Enrollamiento filamentario. Procesos de molde cerrado. Mecanizado, ensamblado. Técnicas de Unión.
Tema 9.- Selección de Materiales	Requisitos de diseño. Materiales para superficies sustentadoras. Materiales para fuselajes. Materiales para sistemas de propulsión. Integración de materiales.
Tema 10.- Control de calidad y Ensayos	Control de materias primas. Control de los materiales compuestos. Ensayos mecánicos en materiales metálicos y compuestos. Ensayos no destructivos: Inspección visual. Ultrasonidos. Radiografía. Termografía. Líquidos penetrantes y partículas magnéticas. Emisión acústica. Análisis de fallos.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	0	1
Lección magistral	40	120	160
Prácticas de laboratorio	14	2.8	16.8
Resolución de problemas	5	2.5	7.5
Estudio de casos	4	20	24

Salidas de estudio	8	0	8
Examen de preguntas objetivas	1.5	0	1.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	0.5	0	0.5
Presentación	0.5	3	3.5
Portafolio/dossier	0.5	1.7	2.2

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Presentación de la materia. Descripción de la metodología y pruebas de evaluación. Asignación de grupos
Lección magistral	Exposición por parte del profesor/a de los contenidos fundamentales de la materia. Los conocimientos adquiridos por el estudiantado se evaluarán a través de un examen escrito realizado según el calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro de la EEAE, publicado en la página web <a href="http://aero.uvigo.eres/gl/docencia/exámenes">http://aero.uvigo.eres/gl/docencia/exámenes</a> Dicha prueba consta de preguntas objetivas y de respuesta corta
Prácticas de laboratorio	Actividades para la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Se desarrolla en laboratorio y con equipamiento especializado. Serán evaluadas a través de un informe de prácticas
Resolución de problemas	Resolución de problemas y ejercicios relacionados con la materia. El alumnado deberá ser capaz de resolver problemas de forma autónoma
Estudio de casos	Se realiza una propuesta de casos reales que el estudiantado tiene que analizar, recopilar información de manera autónoma, individualmente o en grupo con la orientación del profesorado. Se evaluará a través de la presentación pública realizada ante el resto del alumnado.
Salidas de estudio	Visitas en grupo reducido realizada a alguna de las empresas del sector aeronáutico. El estudiante deberá presentar un informe de la visita realizada

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención que el profesorado presta de manera individual al alumnado para resolver las dudas y dificultades que encuentran en la comprensión de los contenidos de la materia.
Estudio de casos	Orientación que presta el profesorado al alumno/a o grupo de alumnos para desarrollar el caso real que se le propuso resolver
Resolución de problemas	Tiempo en el que el profesor ayuda al alumno/a a resolver las dificultades que pueda encontrar en la resolución de problemas y ejercicios prácticos

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Examen de preguntas objetivas	Prueba individual escrita en la que el alumno/la deberá responder a las cuestiones relativas a la materia presentada en el aula, demostrando comprensión de los conceptos básicos, capacidad de organización de la información y de relacionar conceptos	50	A2 A3	C32 D8	D4
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba escrita realizada conjuntamente con la anterior, en la que el alumno/a deberá mostrar su capacidad de responder con rapidez, demostrando capacidad de toma de decisiones.	10		C32 C33	D5 D8
Presentación	Prueba en la que el alumno/a o un grupo de estudiantes presenta los resultados del estudio de un caso concreto que fue formulado por el profesorado. El resumen del análisis realizado, la búsqueda de información, estudio etc. será presentado en un póster delante de los compañeros/las. La información deberá estar bien estructurada, documentada y claramente expuesta. La defensa del trabajo se realizará oralmente, demostrando el conocimiento adquirido y su capacidad de comunicación. Deberán responder a las preguntas formuladas por el profesorado y resto del alumnado	30	A2 A3 A5		D4 D5 D8 D11 D13
Portafolio/dossier	En el portafolio el estudiante deberá presentar los resúmenes o la respuesta a las cuestiones relativas a las prácticas de laboratorio desarrolladas, así como de las visitas de estudio a las empresas seleccionadas. Se valorará la calidad de la información, claridad de exposición y ajuste a la normativa, de ser el caso.	10	A3 A5	C32 C33	D5 D8 D11 D13

### Otros comentarios sobre la Evaluación

El examen escrito que consta de preguntas objetivas y preguntas cortas, realizaráse en las fechas fijadas en el calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Xunta de Centro de la EEAE . Se encuentra publicado en la página web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exámenes>

Para la evaluación correspondiente a la segunda edición del acta (junio/julio) el estudiante que hubiera asistido con regularidad al curso, podrá escoger entre mantener la calificación obtenida en la Presentación y el Portafolio y realizar un nuevo examen con preguntas objetivas, ejercicios y preguntas de respuesta corta, con un valor del 60% de la evaluación, o renunciar la calificación obtenida en la evaluación continúa y realizar un examen que evalúe la totalidad de las competencias, con un 100% de la puntuación.

En el caso del alumnado que no hubiera asistido al curso, la evaluación se realizará en base a la nota de un examen para evaluar todas las competencias asignadas a esta materia.

---

## **Fuentes de información**

### **Bibliografía Básica**

Ashby, M.; Shercliff, H.; Cebon, D., **Materials. Engineering, Science, Processing and Design**, 3ª, Elsevier, B.H., 2014

Antonio Miravete, director, **Materiales Compuestos, I y II**, 1ª, Reverté, 2007

### **Bibliografía Complementaria**

Prasad, N.E.; Wanhill, R.J.H., Editors, **Aerospace MAterials and MAterial Tecnologies**, vo:1,2, 1ª, Springer, 2017

Daniel Gay, **Composite Materials**, 3ª, CRC Press, 2015

F.C, Campbell, **Manufacturing technology for Aerospace Structural Materials**, 1ª, Elsevier, 2006

Augusto Javier de Santos, **Análisis de Fallos en Sistemas Aeronáuticos**, 1ª, Ediciones PAraninfo, 2015

Peter J. Shull, editor, **Nondestructive evaluation**, 1ª, CRC Taylor & Francis, 2002

---

## **Recomendaciones**

### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Aerodinámica y aeroelasticidad/O07G410V01923

Fabricación aeroespacial/O07G410V01501

### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Química: Química/O07G410V01203

Tecnología aeroespacial/O07G410V01205

Ciencia y tecnología de los materiales/O07G410V01304

Resistencia de materiales y elasticidad/O07G410V01405

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica analítica y orbital**

Asignatura	Mecánica analítica y orbital			
Código	007G410V01943			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Seleccione OP	Curso 3	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Tommasini , Daniele			
Profesorado	Tommasini , Daniele			
Correo-e	daniele@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es/">http://faitic.uvigo.es/</a>			
Descripción general	Se estudiarán los métodos de la Mecánica Analítica Lagrangiana y Hamiltoniana, para aplicarlos en particular a la Mecánica Orbital de los vehículos espaciales.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B6	Capacidad para participar en los programas de pruebas en vuelo para la toma de datos de las distancias de despegue, velocidades de ascenso, velocidades de pérdidas, maniobrabilidad y capacidades de aterrizaje.
C24	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los sistemas de las aeronaves y los sistemas automáticos de control de vuelo de los vehículos aeroespaciales.
C26	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.
C33	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, teoría de estructuras.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Nueva	A2	B6	C24	D3
	A3		C26	D4
	A5		C33	D5
				D6
				D8
				D11
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los problemas astrodinámicos relacionados con el movimiento del centro de masas de un vehículo espacial; en concreto, las órbitas keplerianas, las órbitas reales condicionadas por las diferentes perturbaciones orbitales, las órbitas osculatrices y los métodos numéricos usuales en Astrodinámica	A2	B6	C24	D3
	A3		C26	D4
	A5		C33	D5
				D6
				D8
				D11
Conocimiento y comprensión de la dinámica de actitud de los vehículos espaciales	A2	B6	C24	D3
	A3		C26	D4
	A5		C33	D5
				D6
				D8
				D11



<b>Contenidos</b>	
Tema	
Mecánica Analítica	Introducción a la Mecánica Lagrangiana Introducción a la Mecánica Hamiltoniana
	Sistemas Dinámicos: ejemplos; linealización; criterios de estabilidad de Lyapunov; integración numérica
Mecánica Orbital	Movimiento Kepleriano
	Fuerzas Perturbadoras: modelización; métodos numéricos para el cálculo de órbitas y parámetros orbitales
	Dinámica de Actitud

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Resolución de problemas	12	18	30
Prácticas en aulas de informática	12	18	30
Lección magistral	26	39	65
Examen de preguntas de desarrollo	2.5	0	2.5
Informe de prácticas	0	22.5	22.5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Resolución de problemas	Se solucionarán problemas de mecánica analítica y orbital con la participación de los alumnos
Prácticas en aulas de informática	Los alumnos solucionarán numéricamente problemas de mecánica orbital en el aula de informática con la supervisión del profesor
Lección magistral	El docente expondrá la teoría en lecciones magistrales

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Resolución de problemas	El alumno participará en la resolución de problemas con la axuda del docente.
Prácticas en aulas de informática	El alumno participará en la resolución de problemas numéricos con la ayuda del docente.
Pruebas	Descripción
Informe de prácticas	El alumno participará en la elaboración de los informes de las prácticas con la ayuda del docente.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Resolución de problemas	Asistencia y participación activa en las aulas de resolución de problemas	5	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Prácticas en aulas de informática	Asistencia y participación activa en las prácticas de computación	5	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Pruebas de evaluación	70	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11

Informe de prácticas	Informe sobre la metodología y los resultados de las prácticas de cálculo numérico	20	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
----------------------	--	----	----------------	----	-------------------	-----------------------------------

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para los alumnos que renuncien a la evaluación continua, la evaluación se hará enteramente con el examen (100% en este caso).

En segunda edición de acta, también se dará la oportunidad de que el examen cuente el 100% de la evaluación para el alumnado que lo pida.

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Xunta de Centro de la EEAE se encuentra publicado en la página web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

H. Schaub, J. L. Junkins, **Analytical Mechanics of Space Systems**, AIAA Education Series, 2009

Howard Curtis, **Orbital Mechanics for Engineering Students 3rd Edition**, 3ª, Elsevier, 2014

Oliver Montenbruck; Eberhard Gill, **Satellite Orbits: Models, Methods and Applications**, Springer; HAR/CDR edition (September 2, 2011), 2011

J. E. Prussing, B. A. Conway, **Orbital Mechanics**, 2ª, Oxford University Press, 2012

A. E. Roy, **Orbital Motion, Fourth Edition**, 4ª, CRC Press,

William T. Thomson, **Introduction to Space Dynamics**, Dover Publications, 1985

D. A. Vallado, **Fundamentals of Astrodynamics and Applications**, Springer, 2007

#### Bibliografía Complementaria

D. Tommasini, **Apuntes de la asignatura**,

R.R. Bate, D.D. Mueller, J.E. White, **Fundamentals of Astrodynamics (Dover Books on Aeronautical Engineering) Revised ed. Edition**,

P.C. Hughes, **Spacecraft Attitude Dynamics**, Dover Publications, 2004

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Física: Física I/O07G410V01103

Informática: Informática/O07G410V01104

Matemáticas: Álgebra lineal/O07G410V01102

Matemáticas: Cálculo I/O07G410V01101

Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201

Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

Mecánica clásica/O07G410V01305

Cálculo numérico/O07G410V01941