



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

DATOS IDENTIFICATIVOS**Fabricación aeroespacial**

Asignatura	Fabricación aeroespacial			
Código	007G410V01501			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	3	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Carou Porto, Diego			
Profesorado	Carou Porto, Diego			
Correo-e	diecapor@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta asignatura introduce los fundamentos de los procesos de fabricación (diseño, tecnologías, planificación, simulación y control de calidad) en el ámbito de la fabricación aeroespacial.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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.
C11	Comprender las prestaciones tecnológicas, las técnicas de optimización de los materiales y la modificación de sus propiedades mediante tratamientos.
C12	Comprender los procesos de fabricación.
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.
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.
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.
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
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 previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Conocimiento de los principios generales sobre diseño geométrico, funcional y los específicos de los elementos e instalaciones propias de las especialidades.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D8 D11 D13
Interpretación, confección y gestión de documentos técnicos, para el diseño conceptual, preliminar y detalle de modelos físicos y sistemas	A2 A3 A5	B1 B2	C11 C12 C19 C25 C26 C32	D4 D8
Criterios de calidad y análisis de estos diseños. El alumno o la alumna conoce los procesos de producción, sus principales parámetros definitorios y su campo de aplicación.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D6 D8 D11 D13
El alumno o la alumna conoce toda la información necesaria para llevar a cabo un proceso de producción.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D8 D11 D13
El alumno o la alumna es capaz de realizar un informe que permita la ejecución exitosa de un proceso de producción.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D8 D11 D13

Contenidos

Tema

Bloque I

1. Integración del diseño y fabricación
2. Conformado por deformación plástica
3. Conformado por mecanizado
4. Conformado de plásticos
5. Conformado por moldeo
6. Pulvimetalurgia
7. Fabricación aditiva
8. Conformado de materiales compuestos
9. Técnicas de unión y ensamblaje
10. Metrología

Bloque II

Simulación de procesos de fabricación

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	20	30
Lección magistral	7	16	23
Resolución de problemas	12.5	21.5	34
Aprendizaje colaborativo.	1	2	3
Prácticas con apoyo de las TIC	15	35	50
Prácticas de laboratorio	3	3	6
Salidas de estudio	1.5	0	1.5
Examen de preguntas objetivas	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
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos fundamentales de la asignatura.
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos fundamentales de la asignatura.

Resolución de problemas	Presentación y resolución por parte del profesor de problemas relativos a los procesos de fabricación estudiados de manera teórica con la participación activa de las/los estudiantes.
Aprendizaje colaborativo.	El profesor planteará temas de estudio que las/los estudiantes trabajarán de manera autónoma para elaborar contenidos adicionales de manera colaborativa.
Prácticas con apoyo de las TIC	Introducción al empleo de software de simulación de procesos de fabricación por parte del profesor. Con las instrucciones recibidas y trabajo autónomo, las/los estudiantes podrán resolver problemas específicos que permitan mejorar su conocimiento sobre los procesos estudiados.
Prácticas de laboratorio	Introducción al trabajo con equipos de fabricación en el laboratorio.
Salidas de estudio	Visitas a empresas, centros tecnológicos u otras entidades de interés.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.
Resolución de problemas	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.
Prácticas con apoyo de las TIC	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.
Aprendizaje colaborativo.	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.
Prácticas de laboratorio	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.
Salidas de estudio	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.
Lección magistral	Se prestará atención al estudiantado tanto en el horario lectivo como en el de tutorías.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Lección magistral	Prueba escrita 1	40	A2 A5	C12 D4 D8
Lección magistral	Prueba escrita 2	30		
Resolución de problemas	Entrega de problemas propuestos resueltos	5	A2 A5	C12 D2 D3 D4 D8
Aprendizaje colaborativo.	Participación en actividades propuestas	5	A2 A3 A5	C12 D2 D3 D4 D6 D8 D13
Prácticas con apoyo de las TIC	Entrega de memorias de prácticas	20	A2 A5	C12 D2 D3 D4 D8 D11

Otros comentarios sobre la Evaluación

El modelo de evaluación es evaluación continua.

Lo/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria. El examen global consistirá en un examen escrito en fecha oficial que cubra todos los aspectos evaluados en evaluación continua.

PRIMERA OPORTUNIDAD:

La materia se evalúa en base a cuatro parámetros:-Exámenes teórico-prácticos (nota máxima 7 puntos). Consistirán en dos pruebas. La primera durante el desarrollo del curso y la segunda en la fecha oficial de examen. En estas pruebas se evalúan los conocimientos teóricos de la materia, cuestiones relacionadas con los problemas y prácticas mediante un examen tipo test y respuesta corta. El primer examen se valora en 4 puntos y el segundo en 3 puntos.-Resolución de problemas (nota máxima 0,5 puntos). Se evaluará la entrega de la resolución a los problemas expuestos durante lo curso en los plazos establecidos.-Aprendizaje colaborativo (nota máxima 0,5 puntos). Se deberá participar en las actividades propuestas durante lo curso. Este apartado será evaluado en grupo.-Prácticas (nota máxima 2 puntos). Se evaluará la entrega de las memorias de prácticas durante lo curso en los plazos establecidos.

Aprobarán la materia aquellos alumnos que consigan una nota igual o superior a 5 puntos. No se hará media en caso de que en el conjunto de los exámenes teórico-prácticos a nota sea inferior a 4,5; siendo la nota final de actas suspenso hasta el máximo permitido. No es posible recuperar ninguna prueba a posteriori, salvo causa justificada.

SEGUNDA OPORTUNIDAD:

El método de Evaluación es el incluso que el descrito para la PRIMERA OPORTUNIDAD. Se podrán guardar trabajos de la primera oportunidad con calificación >5. En ningún caso se guardará la calificación de los exámenes.

OTRAS CONSIDERACIONES:

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas, la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

Las pruebas se desarrollarán durante el cuatrimestre. El examen teórico-práctico inicial se desarrollará en fecha a definir e indicada a las/los estudiantes con antelación suficiente. 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>

La evaluación fin de carrera seguirá los mismos criterios que la evaluación de 2ª oportunidad.

Fuentes de información**Bibliografía Básica**

Serope Kalpakjian, Steven Schmid, **Manufacturing Engineering and Technology**, 9780136681656, 8, Pearson Education, 2020

Mikell P. Groover, **Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas**, 3, Prentice-Hall, 2007

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

Bibliografía Complementaria

J.T. Black, Ronald A. Kohser, **DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing**, 9781119492825, 13, Wiley, 2019

A. Sartal, D. Carou, J.P. Davim, **Enabling Technologies for the Successful Deployment of Industry 4.0**, 9781032240602, 1, CRC Press, 2020

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				
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	http://http://aero.uvigo.es/			
Descripción general	Introducción a la mecánica de sólidos y a las estructuras aeronáuticas.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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			
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 previstos en la materia

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	C20	D4 D6 D8 D11
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la teoría de estructuras	A3	C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Conocimiento de los aspectos más destacados del comportamiento estructural en aeronaves	A2 A3	C20 C26 C33	D4 D5 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	47	56	103
Prácticas de laboratorio	24	30	54
Resolución de problemas de forma autónoma	0	60.5	60.5
Examen de preguntas de desarrollo	3.5	0	3.5
Examen de preguntas objetivas	2	0	2
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	0	2

*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.
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 todas las clases prácticas del cuatrimestre, así como la entrega en tiempo y forma de toda la documentación solicitada.	10	A2 A3	C20 C26 C33	D3 D4 D5 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Examen escrito acerca de contenidos teóricos y/o prácticos.	30	A2	C20 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8
Examen de preguntas objetivas	Prueba que incluye preguntas con diferentes alternativas de respuesta. El estudiantado selecciona una respuesta entre un número limitado de posibilidades. En las fechas establecidas por el centro al concluir la impartición de la materia.	30	A2 A3	C20 C26 C33	D3 D4 D5 D8
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba en la que el estudiantado debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el equipo docente.	30	A2 A3	C20 C26	D3 D4 D5 D8

Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación será de tipo continuo, a menos que las/los estudiantes renuncien a ella a través del procedimiento oficial pertinente. En tal caso, la evaluación se realizará exclusivamente mediante un examen escrito, abarcando el 100% de la calificación. Este enfoque específico de evaluación se denominará evaluación global. La calificación obtenida para las prácticas de laboratorio, se conservará para la evaluación en segunda oportunidad y oportunidad de fin de carrera. En dichas convocatorias el 90% restante de la calificación se obtendrá mediante un examen escrito, en las fechas establecidas por el centro, acerca de los contenidos teóricos y/o prácticos.

Estudiantes que renuncien oficialmente a la evaluación continua

En este caso, la nota obtenida en el examen final representará el 100% de la calificación.

El/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.

Prácticas de laboratorio

La parte presencial correspondiente a cada práctica se realiza en una fecha concreta, por lo que no es posible recuperar las faltas de asistencia. Se excusarán puntual y excepcionalmente aquellas prácticas no realizadas en las que el/la estudiante presente un justificante oficial (médico, juzgado,...) debido a razones inevitables de fuerza mayor.

Pruebas de evaluación

El calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro EEAE se encuentra en la página web: <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>. La duración máxima del examen será de 3 horas si no hay pausa o de 5 horas si hay una pausa intermedia (siendo 3 horas el máximo para cada parte).

No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula del examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

Compromiso ético

Se espera que el/la estudiante presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, utilización de aparatos electrónicos no autorizados y otros) se considerará que el/la estudiante no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).

Observación

En caso de discrepancia en versiones entre idiomas de esta guía, prevalece la versión en castellano.

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

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	007G410V01922			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptor	Creditos ECTS	Selección	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Rodríguez Pérez, Luis Suárez Porto, Eduardo			
Profesorado	Rodríguez Pérez, Luis Suárez Porto, Eduardo			
Correo-e	lurodriguez@uvigo.es suarez@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	<p>Conocimiento, comprensión y aplicación de conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos de Ingeniería Aeroespacial. 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 estudiantes en asignaturas previas) permita al alumno realizar simulaciones sencillas que involucren a un fluido como medio de trabajo.</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>			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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

Resultados previstos en la materia

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 Escala de Kolmogorov Inviabilidad de la simulación numérica directa Modelos de turbulencia: 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. Prácticas de laboratorio	- Ensayo en banco de aerodinámica: Medición capa límite - Ensayo en túnel de viento de baja velocidad Distribución de presiones sobre cuerpo romo - Distribución de presiones en toberas convergentes y convergentes-divergentes. Ondas de choque. Bloqueo sónico.
--	---

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	4	5	9
Lección magistral	33	35	68
Aprendizaje basado en proyectos	8	18.5	26.5
Prácticas con apoyo de las TIC	8	0	8
Resolución de problemas	22	73	95
Proyecto	0	15	15
Examen de preguntas de desarrollo	1.5	0	1.5
Examen de preguntas de desarrollo	1	0	1
Examen de preguntas de desarrollo	1	0	1

*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 con apoyo de las TIC	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 con apoyo de las TIC	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		
Aprendizaje basado en proyectos	Realización y entrega de informe de las simulaciones CFD propuestas al estudiante	20	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	

Prácticas con apoyo de las TIC	Asistencia y participación activa en las prácticas CFD	1.5	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Resolución de problemas	Asistencia a las sesiones de resolución de problemas y entrega de los problemas propuestos. MFII	3.5	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, resolución de ejercicios, casos prácticos. MFII	30	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D8
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, resolución de casos y conceptos de CFD.	10	A2 A3 A5	C19 C20 C26 C28	D3 D5 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, resolución de ejercicios, casos prácticos. MFII	35	A3 A5	C18 C19 C22 C25 C26	D4 D5 D8

Otros comentarios sobre la Evaluación

Primera edición del acta: En general, para todo el alumnado, se empleará un sistema de evaluación continua. No obstante, el/la estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria, en cuyo caso tendrán la posibilidad de realizar un examen final, de 5h de duración (con descanso en medio) y supondrá el 100% de su nota.

Si el alumnado participa en alguna de las pruebas calificables dentro de la evaluación continua, se considerará como presentado a la materia. La evaluación continua se considera hasta Julio, por lo que las calificaciones alcanzadas en todas las actividades realizadas previamente, se mantienen hasta la convocatoria de Julio, no se guardará de un curso escolar a otro.

La evaluación continua de la asignatura se realizará mediante las siguientes pruebas y pesos:

- 35 % Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de MFII.
- 30 % Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de MFII.
- 20%. Entrega del Proyecto/s CFD de simulación numérica propuestos al alumnado por el profesorado.
- 10% Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de CFD
- 3.5% Asistencia, entrega de problemas propuestos por el profesorado, y participación activa en clases de prácticas y de realización de problemas de MFII.
- 1.5% Asistencia, entrega de problemas propuestos por el profesorado, y participación activa en las clases de prácticas de CFD.

Para superar la materia será necesario obtener un mínimo (2 sobre 10), en todas y cada una de las pruebas realizadas, y alcanzar un 5 sobre 10 en el total de evaluaciones.

Segunda oportunidad:

Todas las calificaciones obtenidas previamente en todas y cada una de las pruebas de evaluación continua de la primera edición, pueden guardarse para la segunda oportunidad, y será el alumnado el que decida a que actividades se vuelve a evaluar en la segunda oportunidad, con la excepción de las evaluaciones relativas a asistencia.

En la convocatoria **fin de carrera**, se evaluará mediante un único examen final, que supondrá el 100% de su nota.

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, por ejemplo), se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. Dependiendo del tipo de comportamiento no ético detectado, se podría concluir que el alumno no alcanzó las competencias necesarias.

No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

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,

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 estudiante

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			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Navarro Medina, Fermín			
Profesorado	Navarro Medina, Fermín			
Correo-e	fermin.navarro.medina@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	<p>La asignatura comprende el estudio de 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.</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>			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 previstos en la materia	
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 C22 D3
	A3 C26 D4 C28
Conocimiento, comprensión y síntesis de los fundamentos del vuelo de las aeronaves	A3 C22 D5
	A5 C25 D6 C26

Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos aplicados al estudio aeroelástico	A2 A3	C20 C25 C28	D8 D11
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)	A3 A5	C20 C25 C28	D3 D4
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la aeroelasticidad de estructuras unidimensionales y bidimensionales	A3	C20 C22 C26	D6 D8
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	A5	C20 C25	D8

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 perfiles Tema 1.5: Flujo incompresible sobre alas finitas Tema 1.6: Flujo incompresible tridimensional
2. Aerodinámica de flujo compresible	Tema 2.1: Aerodinámica en régimen subsónico y supersónico Tema 2.2: Teoría lineal de flujo compresible en perfiles
3. Aeroelasticidad	Tema 3.1: Introducción a la aeroelasticidad Tema 3.2: Aeroelasticidad estática Tema 3.3: Aeroelasticidad dinámica

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	15	10	25
Estudio previo	0	26.5	26.5
Trabajo tutelado	8	25	33
Resolución de problemas	18.5	55	73.5
Talleres	2	0	2
Lección magistral	30	10	40
Resolución de problemas	1.5	0	1.5
Examen de preguntas objetivas	3.5	0	3.5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	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 prácticas programadas utilizando el túnel de viento y procesos de fabricación de maquetas. 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
Trabajo tutelado	El trabajo de la asignatura consiste en la realización de un proyecto aerodinámico basado en perfiles y alas de avión. El trabajo lo realiza el grupo de alumnos/as, dedicando sesiones de trabajo en clase para tutorización y seguimiento. El trabajo está coordinado con otro trabajo de la asignatura de Aeronaves de Ala Fija y Rotatoria.
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 y el trabajo tutelado.
Lección magistral	Exposición de un tema o resolución de problemas por parte del profesorado según un guión previamente establecido.
Resolución de problemas	Examen parcial 1 basado en la resolución de problemas y/o preguntas conceptuales sobre los contenidos de la asignatura de entre los temas 1 y 2.

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 y/o para los trabajos. El taller será guiado por el profesor de la asignatura.

Evaluación					
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Trabajo tutelado	El trabajo de la asignatura consiste en la realización de un proyecto aerodinámico basado en perfiles y alas de avión. El trabajo lo realiza el grupo de alumnos/as, dedicando sesiones de trabajo en clase para tutorización y seguimiento.	35	A2 A3	C20 C22 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8
Resolución de problemas	Examen parcial 1 basado en la resolución de problemas y/o preguntas conceptuales sobre los contenidos de la asignatura de entre los temas 1 y 2. Se puede recuperar en una prueba sobre los mismos temas, el día del examen en fecha oficial si la nota del parcial es inferior a 5.0.	30			
Examen de preguntas objetivas	Examen parcial 2 a realizar el día de la fecha oficial, basado en la resolución de problemas y/o preguntas conceptuales sobre los contenidos de la asignatura de entre los temas 2 y 3. La nota media entre el examen parcial 1 (o la recuperación para quién corresponda) y el examen parcial 2 deber ser mayor a 5.0, para hacer media con el resto de actividades de la evaluación continua. Este examen parcial 2 no tiene recuperación.	30	A2 A3 A5	C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Informe de los trabajos realizados en el laboratorio, y del trabajo tutelado de diseño del perfil y ala.	5	A2 A3 A5	C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D6 D11

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación de primera oportunidad

Para superar la asignatura en la 1ª oportunidad 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. Además, la calificación del examen parcial 1 (o de la recuperación en fecha oficial) junto con la del examen parcial 2 debe ser superior a 5 puntos sobre 10. La calificación final de la evaluación continua se obtendrá de acuerdo a los porcentajes indicados. En el caso de no cumplir ambas condiciones la nota final será la resultante del mínimo de la nota media de evaluación continua y de 4.0.

Para la evaluación global, se realizará un examen el día de la fecha oficial, que incluye todos los contenidos de la asignatura. La calificación de dicho examen para superar la asignatura será de 5 puntos sobre 10.

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>

Las pruebas de evaluación continua se realizarán dentro del horario lectivo"

El/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.

Evaluación de segunda oportunidad

El estudiantado deberá presentarse al examen de segunda convocatoria 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 de segunda convocatoria en los siguientes supuestos:

- Obtener una nota inferior a 5 puntos sobre 10 en el examen final de primera oportunidad

En caso de obtener una calificación mayor o igual a 5 en el examen de segunda oportunidad, la calificación final de la asignatura será la mayor nota de entre:

* el examen de 2ª convocatoria

* la media con las actividades realizadas durante el curso (promediando con los porcentajes de la tabla de evaluación sustituyendo la nota del examen de primera convocatoria por el de segunda convocatoria)

Evaluación de fin de carrera

Para la evaluación de fin de carrera, se realizará un examen el día de la fecha oficial, que incluye todos los contenidos de la asignatura. La calificación de dicho examen para superar la asignatura será de 5 puntos sobre 10.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

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

John J. Bertin, **Aerodynamics for engineers**, Pearson, 2013

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

José Meseguer Ruiz, Ángel Sanz Andrés, **Aerodinámica básica**, 2ª, Gaceta, grupo editorial, 2010

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Mecánica del vuelo/O07G410V01924

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Mecánica de fluidos II y CFD/O07G410V01922

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Mecánica de fluidos/O07G410V01402

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

Asignatura	Ingeniería de sistemas y comunicaciones aeroespaciales			
Código	O07G410V01925			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Rodicio Masid, Antonio			
Profesorado	Isasi de Vicente, Fernando Guillermo			
Correo-e	antonio.rodicio@uvigo.gal			
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.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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
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 previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Comprensión, conocimiento y aplicación de los estándares nacionales e internacionales aplicados a la ingeniería aeroespacial.	aA3	B1	D2
	A5	B4	D3
			D4
			D5
			D6
			D8
			D11
Comprensión, conocimiento de los sistemas de comunicaciones en vehículos aeroespaciales	B4	C19	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	75.5	105.5
Prácticas de laboratorio	20	22	42
Resolución de problemas y/o ejercicios	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
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 tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho virtual del profesor así como por correo electrónico. Para la atención en despacho virtual el alumno solicitará una cita por correo electrónico y acordará con el profesor el momento de la tutoría.
Prácticas de laboratorio	En las prácticas de laboratorio el alumno tiene en todo momento al profesor para resolver dudas. Además los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho virtual del profesor así como por correo electrónico. Para la atención en despacho virtual el alumno solicitará una cita por correo electrónico y acordará con el profesor el momento de la tutoría.

Evaluación		Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
	Descripción					
Prácticas de laboratorio	Preguntas del profesor sobre la marcha y evaluación del trabajo de laboratorio. También puede influir en la nota las encuestas de evaluación cruzada realizadas a los integrantes de cada equipo. Las pruebas de evaluación continua se realizarán dentro del horario lectivo.	20	A5	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. 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 alguno de los dos exámenes, o no tenga una media superior a 5/10 o bien desee mejorar nota presentándose al examen de primera oportunidad, podrá hacerlo en el día fijado por la escuela para los exámenes de la asignatura. En caso de un alumno que quiera mejorar nota y la obtenida en el examen de primera oportunidad sea peor que la obtenida en los exámenes de evaluación continua, se tendrá en cuenta esta última. Es decir, la mejor de las dos. Las pruebas de evaluación continua se realizarán dentro del horario lectivo.	80	A5	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 podrá aprobar la asignatura por evaluación continua.

En el examen de segunda oportunidad 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>.En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas (pruebas cortas, exámenes parciales o examen final), la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.El/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.En la evaluación de fin de carrera, el criterio será el mismo que en el examen de segunda oportunidad.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Jean-Luc Voirin, **Model-based System and Architecture Engineering with the Arcadia Method**: <https://www.elsevier.com/books/model-based-system-and-architecture-engineering-with-the-arcadia-method/voirin/978-1-78548-169-7>, 1, Elsevier (Free download from the University), 2017

Pascal Roques, **Systems Architecture Modeling with the Arcadia Method**: <https://www.elsevier.com/books/systems-architecture-modeling-with-the-arcadia-method/roques/978-1-78548-168-0>, 1, Elsevier (Free download from the University), 2017

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

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Electrónica y automática/O07G410V01403

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	Cuatrimestre
	6	OP	3	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	García Seoane, Santiago			
Profesorado	García Seoane, Santiago			
Correo-e	santiago.garcia.seoane@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Conocimiento básico del funcionamiento de los sistemas de propulsión empleados en la industria aeroespacial			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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 previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
- Conocer las necesidades propulsivas de las aeronaves	A2	C23		
	A3			
	A5			
- Conocer los empujes y resistencias relacionados con los aerorreactores	A2	B1	C23	
	A3			
	A5			
- Conocer y cuantificar de forma aplicada el proceso de combustión de los aerorreactores y el rendimiento de la combustión	A2	B1	C21	D13
	A3			
	A5			
- Saber realizar un balance energético diferenciando y calculando los rendimientos involucrados	A2			
	A3			
	A5			
- 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	A2			
	A3			
	A5			

- Conocer los diferentes aerorreactores y saber obtener los sistemas óptimos bajo el punto de vista propulsivo	A2 A3 A5	B7		
- Dimensionar los componentes que intervienen en el sistema propulsivo	A2 A3 A5	B7		
- Conocer el efecto de las condiciones de vuelo: velocidad y altitud en el funcionamiento de los aerorreactores	A3 A5	B1	C23	
- Conocer los problemas ambientales de los aerorreactores y sus posibles soluciones	A2 A3 A5	B7	C21	D13
- Redactar informes técnicos y hacer exposiciones orales técnicas relacionadas con lo anterior	A2 A3			D3 D4 D6 D8 D11
- Resolver problemas derivados del ámbito de la materia de forma autónoma y en colaboración con otros	A2 A3			D3 D4 D6 D8
- 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	A2 A3 A5		C21 C23	D8
- Conocimiento de los aspectos más destacados de los ensayos de los motores alternativos	A2 A3 A5	B7	C21 C23	
- Utilizar herramientas informáticas de cálculo de actuaciones de aerorreactores	A2 A3 A5	B1	C23	D4 D8

Contenidos

Tema

1.- Motores de combustión interna alternativos	1.1.- Necesidades propulsivas de las aeronaves 1.2.- Ciclos 1.3.- Renovación de la carga 1.4.- Alimentación de combustible 1.5.- Combustión 1.6.- Sobrealimentación 1.7.- Turboalimentación 1.8.- Actuaciones 1.9.- Elementos constructivos del motor alternativo
2.- Aerorreactores	2.1.- Turbinas de gas 2.2.- Análisis del ciclo de un aerorreactor 2.3.- Aplicación de las ecuaciones integrales de la Mecánica de Fluidos a los Aerorreactores: gasto másico; Cantidad de movimiento: empujes y resistencias; Energía: rendimientos 2.4.- Comportamiento motor y propulsor de los aerorreactores 2.5.- Turbohélices y su optimización 2.6.- Turbofanos y su optimización; turbofanos de flujo mezclado; turbofanos avanzados 2.7.- Sistemas incrementadores de empuje 2.8.- Actuaciones de componentes 2.9.- Actuaciones de aerorreactores 2.10.- Problemas ambientales derivados del funcionamiento de los aerorreactores

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	30	0	30
Prácticas de laboratorio	20	0	20
Estudio previo	0	87	87
Examen de preguntas de desarrollo	1.5	0	1.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	0	1
Examen de preguntas de desarrollo	1.5	0	1.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	0	1
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	8	8

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

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

Atención personalizada	
Pruebas	Descripción
Examen de preguntas de desarrollo	Se atenderá colectiva y/o personalmente a las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las pruebas escritas
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se atenderá colectiva y/o personalmente a las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las pruebas escritas
Examen de preguntas de desarrollo	Se atenderá colectiva y/o personalmente a las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las pruebas escritas
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se atenderá colectiva y/o personalmente a las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las pruebas escritas
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Se atenderá personalmente a todas las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las prácticas, y se atenderá en tutorías las dudas que surjan al elaborar el informe de prácticas

Evaluación		Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
				A2	B1	C21	D3
Examen de preguntas de desarrollo	Examen escrito de preguntas Tema Motores de Combustión Interna Alternativos	20	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D8 D11 D13	
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen escrito de solución de problemas Tema Motores de Combustión Interna Alternativos	20	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D8 D11 D13	
Examen de preguntas de desarrollo	Examen escrito de preguntas Tema Aerorreactores	20	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D8 D11 D13	
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen escrito de solución de problemas Tema Aerorreactores	20	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D8 D11 D13	
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Informe de las prácticas de laboratorio (solución de los ejercicios propuestos en las sesiones de prácticas)	20	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D6 D8 D11 D13	

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

Evaluación continua (primera oportunidad, primera convocatoria)

Para superar la asignatura en la evaluación continua en la primera 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 (es condición necesaria obtener una puntuación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de las pruebas). La calificación final se obtendrá de acuerdo a los porcentajes indicados. Las pruebas puntuables de la evaluación continua se realizarán durante las horas lectivas de la asignatura, por lo que se requiere la asistencia regular a las clases y prácticas por parte del alumnado.

Evaluación global (segunda oportunidad, segunda convocatoria)

El/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.

El/La estudiante deberá presentarse al examen de segunda convocatoria de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota, en los siguientes supuestos:

- La no realización de alguna de las pruebas de la evaluación continua dentro de los plazos establecidos para los mismos
- Obtener una nota inferior a 5 puntos sobre 10 en la valoración conjunta de la evaluación continua
- Obtener una nota inferior a 4 puntos sobre 10 en una o varias de las pruebas de la evaluación continua
- Obtener una nota inferior a 5 puntos sobre 10 en la valoración de la evaluación global (para estudiantes que optasen a evaluación global en primera convocatoria)

Evaluación fin de carrera

Para superar la asignatura en la evaluación fin de carrera se requerirá obtener una calificación superior a 5 puntos sobre 10 en el examen de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

F. PAYRI / J. M. DESANTES, **MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS**, EDITORIAL REVERTE, 2011

MARTÍN CUESTA ÁLVAREZ, **MOTORES DE REACCIÓN**, 9ª EDICIÓN, EDICIONES PARANINFO, 2001

ANTONIO ESTEBAN OÑATE, **CONOCIMIENTOS DEL AVIÓN (LIBROS II Y III)**, 7ª EDICIÓN, EDICIONES PARANINFO, 2019

A.G. VELÁZQUEZ / J.R. ARIAS / F. SASTRE, **MOTORES ALTERNATIVOS**, 3ª EDICIÓN, GARCETA GRUPO EDITORIAL, 2021

Bibliografía Complementaria

JACK D. MATTINGLY, **ELEMENTS OF PROPULSION: GAS TURBINES AND ROCKETS**, AIAA EDUCATION SERIES, 2006

GORDON C. OATES, **AEROTHERMODYNAMICS OF GAS TURBINE AND ROCKET PROPULSION**, AIAA EDUCATION SERIES, 1997

CLAUDIO MATAIX, **TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS**, 3ª EDICIÓN, DOSSAT EDICIONES, 2011

BORJA GALMÉS BELMONTE, **MOTORES DE REACCIÓN Y TURBINAS DE GAS**, 2ª EDICIÓN, EDICIONES PARANINFO, 2018

ALLAN T. KIRKPATRICK, **INTERNAL COMBUSTION ENGINES APPLIED THERMOSCIENCES**, 4TH EDITION, ED. WILEY-BLACKWELL, 2020

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			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández González, Santiago			
Profesorado	Fernández González, Santiago			
Correo-e	santiago.fernandez.gonzalez2@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia introduce al diseño mecánico, al método de elementos finitos y al estudio de las vibraciones mecánicas.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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 previstos en la materia

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 del planteamiento adecuado para lo 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	
Diseño de sistemas mecánicos	- Introducción al diseño mecánico. - Materiales, propiedades mecánicas, ensayos en laboratorio. - Teoría de mecanismos.
Elementos mecánicos	- Diseño de elementos mecánicos; ejes y árboles, engranajes, rodamientos, frenos, embragues, uniones... - Aplicación al campo de la aeronáutica.
Modos de fallo y fiabilidad	- Teorías de fallo en diseño estático. - Teorías de fallo en diseño dinámico, fatiga. - Predicción de los modos de fallo, estimación de vida de los elementos (fiabilidad).
Teoría de los elementos finitos (MEF) lineal con énfasis en dinámica de sólidos deformables	- Fundamentos. - Geometría de los elementos. - Coordenadas nodales. - Generación de mallas.
Introducción a la resolución de problemas no lineales por elementos finitos	- Ecuaciones y conectividad entre elementos. - Imposición de ligaduras. - Determinación de la matriz de inercia, elástica y de amortiguamiento.
Generalidades sobre sistemas vibratorios. Modelos aplicables al análisis de vibraciones en aeronaves	- Introducción a las vibraciones mecánicas. Tipología. - Clasificación de las vibraciones mecánicas. - Elementos básicos en la vibración; elasticidad y amortiguamiento.
Sistemas de un grado de libertad	- Obtención de las ecuaciones diferenciales del movimiento. - Vibraciones longitudinales y torsiones. - Vibraciones libres, amortiguadas, forzadas externamente.

Sistemas de varios grados de libertad	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos de desarrollo y análisis matemático. - Obtención de las matrices de elasticidad y amortiguamiento. - Respuesta de los sistemas a excitaciones externas.
Sistemas continuos	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología de vibraciones mecánicas. Vibraciones transversales. - Frecuencias naturales, condiciones límite. - Planteamiento y desarrollo de ecuaciones. - Pulsaciones propias.
Métodos aproximados, vibraciones autoexcitadas y vibraciones no lineales.	<ul style="list-style-type: none"> - Excitaciones no deterministas. - Propiedades estadísticas. - Correlación.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	35	70	105
Prácticas de laboratorio	20	0	20
Resolución de problemas	20	67	87
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	9.5	9.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	0	2
Resolución de problemas y/o ejercicios	1.5	0	1.5

*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 teóricos y prácticos por medios tradicionales (encerado) y recursos multimedia.
Prácticas de laboratorio	- Realización de tareas prácticas en laboratorio con soporte informático.
Resolución de problemas	- Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la materia.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesorado ayudará al estudiante a resolver de manera individual o colectiva las dudas y dificultades que encuentren en la comprensión de los contenidos teóricos de la materia. Tutorías individuales o en grupos reducidos con el profesorado de la materia. Opción de realizar las tutorías de forma online.
Prácticas de laboratorio	El profesor ayudará al estudiante a resolver las dificultades que pueda encontrar en la resolución de prácticas a realizar en laboratorio (con ordenador). Tutorías individuales o en grupos reducidos con el profesorado de la materia. Opción de realizar las tutorías online.
Resolución de problemas	El profesor ayudará al estudiante a resolver las dificultades que pueda encontrar en la resolución de ejercicios prácticos. Tutorías individuales o en grupos reducidos con el profesorado de la materia. Opción de realizar las tutorías online.
Pruebas	Descripción
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	El profesorado atenderá al estudiante de forma presencial u online en las revisiones a efectuar de los informes de prácticas realizadas, despejando sus dudas.
Resolución de problemas y/o ejercicios	El profesorado atenderá al estudiante de forma presencial u online en las revisiones a efectuar de los problemas planteados en los exámenes parciales, despejando sus dudas.
Resolución de problemas y/o ejercicios	El profesorado atenderá al estudiante de forma presencial u online en las revisiones a efectuar de los problemas planteados en los exámenes parciales, despejando sus dudas.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Se evaluarán los informes presentados por los estudiantes de la realización de las prácticas en laboratorio.	20	A2 B1 C20 D3 A3 B2 C22 D4 A5 C25 D5 D6 D8 D11

Resolución de problemas y/o ejercicios	Se evaluarán la resolución de los problemas realizados por los estudiantes en las pruebas parciales durante el curso. 1º Parcial (P1).	40	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se evaluarán la resolución de los problemas realizados por los estudiantes en las pruebas parciales durante el curso. 2º Parcial (P2)	40	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11

Otros comentarios sobre la Evaluación

Las pruebas a realizar durante el curso serán las siguientes:

- 1.- Un parcial (P1) a realizar durante el curso en horario lectivo. Con un peso del 40% en el total de la Evaluación Continua (EC). Si el estudiante aprueba P1, la calificación obtenida se conservará en el examen global de 1ª oportunidad (E1) y en el examen global de 2ª oportunidad (E2).
- 2.- Un parcial (P2) coincidiendo con el examen global de 1ª oportunidad (E1) establecido por el centro. Contará con un peso del 40% del total de la nota de EC.
- 3.- La entrega obligatoria de las Memorias (M) asociadas a las prácticas. Con un peso del 20% del total de la EC, memorias a realizar en horas no presenciales y a entregar en los últimos días del curso. La asistencia a las prácticas no es obligatoria pero si la entrega de todas las memorías asociadas a ellas. Si el estudiante supera M, la calificación obtenida se conservará en el examen E1 y en el examen E2.

Las tres pruebas anteriores; P1, P2, M, componen las pruebas de la EC.

4.- Un examen global de 1ª oportunidad (E1).

5.- Un examen global de 2ª oportunidad (E2).

La asignatura se podrá aprobar/superar de alguna de las siguientes formas:

- 1.- El estudiante que quiera aprobar en la modalidad de EC deberá tener aprobada cada una de las pruebas que la componen; P1+P2+M.

Sin menoscabo de lo anterior, los estudiantes que quieran mejorar nota se podrán presentar de forma voluntaria a los exámenes globales (E1/E2) siendo evaluados por la mayor de las notas obtenidas entre EC y E1/E2.

- 2.- Los estudiantes que no se encuentren en el anterior punto, podrán superar la asignatura presentándose a los exámenes globales establecidos oficialmente por el centro (E1/E2).

El estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.

Examen fin de grado. El estudiante que se presente al examen fin de carrera será evaluado al completo con la nota obtenida en dicho examen.

Nota: Se considerará que cualquiera de las pruebas anteriormente descritas están aprobadas cuando el estudiante obtenga una nota igual o superior a 5 ptos.

La duración máxima del examen será de 4 horas si se hace de forma continua o de 5 horas si hay una pausa intermedia (en este caso la duración máxima de cada parte no superará las 2,5 horas).

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

Compromiso ético:

Se espera que el estudiante 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 estudiante no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Shigley, **Diseño en ingeniería mecánica**, Octava, McGrawHill, 2008

Singeresu S. Rao, **Vibraciones mecánicas**, Quinta, Pearson, 2012

Bibliografía Complementaria

A.S.Hall, A.R. Holowenco, H.R. Laughlin, **Diseño mecánico, teoría y 320 Problemas resueltos**, Serie Schaum,

William W. Seto, **Vibraciones mecánicas, teoría y 225 problemas resueltos**, Serie Schaum,

Justo Nieto, **Síntesis de mecanismos**, Editorial AC,

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

Resistencia de materiales y elasticidad/O07G410V01405

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Vehículos espaciales				
Asignatura	Vehículos espaciales			
Código	007G410V01933			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
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>			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
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.
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 previstos en la materia	
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
	A3 B6 D4
	A5 D6
	D11
	D13

- Capacidad para el análisis de la misión, del tipo de ley de guiado y trayectoria espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis del control térmico del vehículo espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de control de actitud y órbita del vehículo espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
- Conocimiento y comprensión del sistema de ensayos y del soporte de tierra del vehículo espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13

Contenidos

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. Tema 2.2: El problema de dos cuerpos. Leyes horarias y elementos orbitales. 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: Rendezvous 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

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	28	0	28
Prácticas de laboratorio	12	6	18
Seminario	0	2	2
Estudio previo	0	79.5	79.5
Trabajo tutelado	10	10	20
Examen de preguntas objetivas	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
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
Trabajo tutelado	Trabajo tutelado

Atención personalizada

Metodologías Descripción

Seminario	Tutoría en pequeños grupos con los profesores de la asignatura. Las tutorías se desarrollarán, con cita previa, en el despacho del profesor o en la oficina virtual del profesor, en el Campus Remoto.
-----------	--

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
			A2	B1	C24	D3
Prácticas de laboratorio	Informe de prácticas de laboratorio	10	A2	B1	C24	D3
			A3	B6		D4
			A5			D11
Trabajo tutelado	Informes y presentaciones de trabajos propuestos a lo largo del curso dentro de las sesiones de prácticas	20	A2	B1	C24	D3
			A3	B6		D4
			A5			D6
						D11
Examen de preguntas objetivas	Examen parcial de preguntas cortas y problemas (30%) (El porcentaje se puede dividir en pruebas más cortas)	70	A2	B1	C24	D3
			A3	B6		D4
			A5			D11
	Examen final de preguntas cortas y problemas (40%)				D13	

Otros comentarios sobre la Evaluación

Primera oportunidad:

(1) Estudiantes que siguen el curso por Evaluación Continua:

Para poder superar la asignatura en la primera oportunidad, mediante Evaluación Continua, será necesario:

-Una nota en el examen final de evaluación continua de, como mínimo, un 5.0.

-Asistir a, como mínimo, el 80% de las sesiones de prácticas.

-Entregar la totalidad de memorias de prácticas y trabajos de la asignatura obteniendo, como mínimo, una nota de 3 en cada uno de ellos.

En el caso de no cumplir dichas condiciones la nota final será la resultante del mínimo de la nota media de EC y de 4.9.

Las pruebas de evaluación continua se realizarán dentro del horario lectivo, siempre que sea posible. El examen final de evaluación continua se realizará en la fecha aprobada por el centro para la primera oportunidad.

(2) Estudiante que deseen ser evaluados mediante evaluación global:

La evaluación del curso en la primera oportunidad se realizará, por defecto, mediante Evaluación Continua. El estudiantado tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria, que no podrá ser superior a un mes.

La nota obtenida en este examen representará el 100% de la nota final. El estudiante deberá obtener una nota mínima de 5.0 en este examen. Este examen puede tener una parte a realizar en una sala de ordenadores y / o laboratorio, y comprenderá la totalidad de la materia impartida, así como los contenidos abordados en todas las sesiones prácticas y trabajos.

El examen de evaluación global se realizará en la fecha aprobada por el centro para la primera oportunidad.

Segunda oportunidad y Fin de Carrera:

El alumnado que no hayan superado la asignatura en la primera oportunidad podrá realizar un examen que supondrá el 100% de la nota final. El estudiante deberá obtener una nota mínima de 5.0 en este examen. Este examen puede tener una parte a realizar en una sala de ordenadores y / o laboratorio, y comprenderá la totalidad de la materia impartida, así como los contenidos abordados en todas las sesiones prácticas y trabajos.

Los exámenes de segunda oportunidad y fin de carrera se realizarán en las fechas aprobadas por el centro para cada convocatoria.

Otras consideraciones:

En caso de detección de plagio en cualquier elemento de calificación, la calificación en dicho ítem será 0 y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

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

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	O07G410V01941			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Cid Iglesias, María Begoña			
Profesorado	Cid Iglesias, María Begoña			
Correo-e	bego@dma.uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	El objetivo de esta materia es que el estudiantado 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.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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 previstos en la materia

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

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	0	1
Lección magistral	25	60	85
Resolución de problemas	6	12	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	13.5	13.5
Prácticas con apoyo de las TIC	18	12	30
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 estudiantado, así como a presentar la asignatura.
Lección magistral	La profesora expondrá en las clases teóricas los contenidos de la materia que se ilustran con numerosos ejemplos y aplicaciones. El estudiantado 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 estudiantado adquiera las capacidades necesarias.
Resolución de problemas de forma autónoma	El estudiantado tendrá que resolver ejercicios similares a los realizados en clase para adquirir las capacidades necesarias.
Prácticas con apoyo de las TIC	Se utilizarán herramientas informáticas para resolver problemas y ejercicios y aplicar los conocimientos obtenidos en las clases de teoría. El estudiantado tendrá que resolver ejercicios similares para adquirir las capacidades necesarias.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Resolución de problemas	La profesora atenderá personalmente las dudas y consultas del estudiantado. 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	La profesora atenderá personalmente las dudas y consultas del estudiantado. 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 La profesora atenderá personalmente las dudas y consultas del estudiantado. 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.

Evaluación						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Resolución de problemas	Se realizará una prueba escrita para cada una de las partes de la materia para evaluar la resolución de ejercicios y/o problemas de forma autónoma. Cada prueba tendrá un peso del 20%. RA1	40	A2 A3 A5	B2	C32	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Prácticas con apoyo de las TIC	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	40	A2 A3 A5	B2	C32	D3 D4 D5 D6 D8 D11

Otros comentarios sobre la Evaluación

La modalidad de evaluación preferente es la de evaluación continua. El/la estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global (el 100% de la calificación en la fecha oficial) según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.

En cualquier convocatoria es necesario obtener un 5 para aprobar la materia. Cada examen se puntuará sobre 10. Para superar la asignatura es necesario realizar las prácticas de laboratorio, alcanzar un 5 sobre 10 en dichas prácticas y obtener un 5 sobre 10 en el examen final. En el caso de no lograr este mínimo en alguna de las partes, la nota final que figurará en el acta será la correspondiente limitada a un máximo de 4.8 puntos. (*)

La duración máxima de cualquier examen será de 3 horas.

Evaluación segunda oportunidad:

Realización de un examen en el que se evaluarán los resultados de aprendizaje y la obtención de las competencias señaladas en la guía docente. Se debe obtener un 5 sobre 10 con un peso en la calificación final del 80%. Será de aplicación igualmente el criterio indicado en (*).

Si el/la estudiante no alcanza un 5 sobre 10 en las prácticas de laboratorio deberá hacer una prueba adicional para superar esta parte, que representa el 20% de la calificación final.

Procedimiento de evaluación global (cualquier convocatoria):

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. Debe lograr un 5 sobre 10 con un peso en la calificación final del 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. Debe alcanzar un 5 sobre 10 para hacer considerar la parte teórica, con un peso en la calificación final del 20%.

Será de aplicación igualmente el criterio indicado en (*).

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>.

Compromiso ético:

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 estudiante

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).

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	007G410V01942			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Álvarez González, David			
Profesorado	Álvarez González, David			
Correo-e	davidag@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es/			
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.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

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 previstos en la materia

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.- Características generales de los materiales empleados en la industria aeroespacial	Requisitos de diseño, acreditación y certificación. Evolución de los materiales
Tema 2.- Aleaciones ligeras: aleaciones de Aluminio. Aleaciones de Magnesio y de Berilio	Aleaciones de aluminio: Procesado y tratamientos térmicos. Clasificación. Principales aleaciones de aluminio para aplicación aeroespaciales. Aleaciones de Mg para aplicación aeroespaciales- Aleaciones de Berilio. 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.- Aleaciones de Titanio	Introducción a las aleaciones de Titanio: metalurgia física y procesado. Propiedades de las aleaciones de Titanio. 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: aluminuros de titanio, de níquel y de hierro. Aleaciones con Memoria de forma. Aleaciones superplásticas. Aplicaciones aeroespaciales. Materiales compuestos de matriz metálica
Tema 6.- Materiales compuestos de matriz polimérica.	Características generales. Fibras y Matrices: F. de carbono. Fibras cerámicas (de vidrio, Boro). Fibras orgánicas (aramida, polietileno), Fibras metálicas. Matrices termoestables, resinas (epoxi, poliésteres, fenólicas). Preimpregnados. Núcleos sandwich. Materiales compuestos de matriz termoplástica. Procesos de fabricación. Adhesivos estructurales.
Tema 7- Materiales cerámicos de aplicación en la industria aeroespacial	Características generales. Materiales cerámicos UHT: boruros, carburos, nitruros. Aplicaciones; TBC's, sistemas de propulsión, escudos térmicos). Materiales compuestos de matriz cerámica.
Tema 8.- Selección de Materiales	Introducción al proceso de selección de materiales. Método Ashby (CES Edupack). Mapas de selección de materiales.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	0	1
Lección magistral	46	115.5	161.5
Trabajo tutelado	1	20	21
Salidas de estudio	8	0	8
Prácticas de laboratorio	14	2	16
Resolución de problemas	5	5	10
Examen de preguntas objetivas	2	0	2
Presentación	0.5	3	3.5
Portafolio/dossier	1	1	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. Se intercalarán actividades participativas en su desarrollo. Los conocimientos adquiridos por el estudiantado se evaluarán a través de un examen escrito realizado de acuerdo con el calendario de pruebas de evaluación aprobado oficialmente por la Junta de Centro de la EEAE, publicado en la página web http://aero.uvigo.es/eres/gl/docencia/exámenes Dicha prueba consta de preguntas objetivas y de respuesta corta
Trabajo tutelado	El alumnado desarrollará un trabajo en grupos reducidos, seleccionado entre los temas propuestos por el profesorado. Esta actividad será valorada a través de la defensa pública del trabajo siguiendo una rúbrica conocida
Salidas de estudio	Visitas en grupo reducida realizada a alguna de las empresas del sector aeronáutico. En el caso de no ser posible la realización de estas visitas, serán substituídas por conferencias impartidas por especialistas del sector. Esta actividad será evaluada mediante un informe que se incorporará al dossier del estudiante
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 cuestiones, problemas y ejercicios relacionados con la materia que serán presentados en las clases prácticas. Serán evaluados mediante la resolución autónoma de ejercicios propuestos que se incorporarán al dossier del estudiante y mediante cuestionarios on line a lo largo del curso

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 presentados en las clases teóricas.
Prácticas de laboratorio	Atención individualizada al estudiantado por parte del profesorado de prácticas para resolver las dificultades que encuentre en su desarrollo.
Resolución de problemas	Tiempo en el que el profesor ayuda al alumnado a resolver las dificultades que pueda encontrar en la resolución de problemas y ejercicios prácticos
Trabajo tutelado	Tiempo de atención individualizada en que el profesorado orienta al estudiantado en el desarrollo de los trabajos de grupo.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas	A lo largo del curso, el estudiantado realizará una serie de cuestionarios online en los que, a través de preguntas tipo test y resolución de ejercicios, deberán de mostrar su comprensión de los conceptos básicos y la rápida aplicación de los mismos a problemas relacionados con los materiales en aeronáutica	10	A2 A5	C30	D4 D8
Examen de preguntas objetivas	Prueba individual escrita en la que el alumno/la deberá respondera 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	40	A2 A3	C32	D4 D8
Presentación	Prueba en la que el alumno/a o un grupo de estudiantes presentan delante de sus compañeros el trabajo desarrollado en relación con un tema propuesto, demostrando el conocimiento adquirido y su capacidad de comunicación. Deberán responder a las preguntas formuladas. La evaluación se realizará siguiendo una rúbrica conocida	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 las empresas seleccionadas. Se valorará la calidad de la información, claridad de exposición y ajuste la normativa, de ser el caso.	20	A3 A5	C32 C33	D5 D8 D11 D13

Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación completa de los conocimientos y habilidades desarrollados por el estudiantado se realizará a través de pruebas de Evaluación continua y un examen final escrito.

-Evaluación continua: Supondrá un 60% de la nota total y constará de actividades que se desarrollarán al largo de todo el

cuadrimestre (Cuestionarios on-line: 10%; Trabajo individual o de grupo: 30%; Portafolio/ dossier: 20%). Las pruebas presenciales se realizarán en horario lectivo.

- El **examen escrito** (40%) consta de preguntas objetivas, preguntas cortas, y cuestiones tipo test. Se realizará en las fechas fijadas en 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.eres/gl/docencia/exámenes>

Para superar la materia, será necesario conseguir una nota mínima del 30% en cada uno de los tipos de evaluación . En el caso de no alcanzarse este criterio, la máxima calificación que podrá conseguir el alumno/la es un 4/10.

Para la evaluación correspondiente a la segunda oportunidad (junio/julio) el estudiante que asista con regularidad al curso, y tenga superada la avalización continua, podrá escoger entre mantener la calificación obtenida en estas pruebas y realizar sólo el examen escrito con un valor del 40%, o renunciar la calificación obtenida en la evaluación continua y realizar un examen que evalúe la totalidad de las competencias, con un 100% de la puntuación. Esta decisión deberá comunicarse en la forma y en el plazo establecido por el centro o por el profesorado de la materia. La misma metodología se aplicará para la evaluación en la convocatoria fin de carrera.

El/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria.

CÓDIGO ÉTICO: Como miembros de la Universidade de Vigo, se espera que el estudiantado de esta materia promueva y comparta una cultura ética y de integridad académica. Se considera que cualquier intento de obtener una ventaja académica por medios deshonestos o injustos es una falta de integridad que resulta inaceptable.

En caso de que el profesorado detecte un comportamiento no ético por parte de un/una estudiante (copia en el examen escrito a través de cualquier método, utilización de dispositivos electrónicos si no son expresamente autorizados, plagio, reutilización de trabajos, etc.) el alumno será calificado con una nota de: Suspenso (0,0) en la nota final. En el caso de reincidencia, serán comunicados los hechos a la dirección de la EEAE para su consideración.

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 Technologies**, 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

Peter Morgan, **Carbon fibers and their composites**, 1ª, Taylor & Francis, 2005

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Materiales para la industria aeroespacial/O07G410V01903

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

Otros comentarios

En el caso de discrepancia o inconsistencia en la información contenida en las distintas versiones lingüísticas de esta guía, se entenderá que prevalece la versión editada en galego.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Mecánica analítica y orbital				
Asignatura	Mecánica analítica y orbital			
Código	007G410V01943			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Selección	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Tommasini , Daniele			
Profesorado	Tommasini , Daniele			
Correo-e	daniele@uvigo.es			
Web	http://http://aero.uvigo.es/			
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. Asignatura 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.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos y técnicas de la Mecánica Analítica; en concreto, las Ecuaciones de Lagrange, las ecuaciones de Hamilton-Jacobi y las transformaciones canónicas, el equilibrio de sistemas dinámicos y las oscilaciones de 1 grado de libertad y de N grados de libertad.	A2 B6 C24 D3
	A3 C26 D4
	A5 C33 D5
	D6
	D8
Conocimiento y comprensión de la dinámica de actitud de los vehículos espaciales	D11
	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 vehículos 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

Contenidos

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

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Resolución de problemas	12	18	30
Prácticas con apoyo de las TIC	12	18	30
Lección magistral	26	39	65
Examen de preguntas de desarrollo	1.25	0	1.25
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	22.5	22.5
Examen de preguntas de desarrollo	1.25	0	1.25

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

Metodologías

	Descripción
Resolución de problemas	Se solucionarán problemas de mecánica analítica y orbital con la participación del estudiantado
Prácticas con apoyo de las TIC	El estudiantado solucionará 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

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Resolución de problemas	Cada alumno/a participará en la resolución de problemas con la ayuda del docente.
Prácticas con apoyo de las TIC	Cada alumno/a participará en la resolución de problemas numéricos con la ayuda del docente.
Pruebas	Descripción
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Cada alumno/a participará en la elaboración de los informes de las prácticas con la ayuda del docente.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Resolución de problemas	Asistencia y participación activa en las aulas de resolución de problemas	5	A2	B6	C24	D3
			A3		C26	D4
			A5		C33	D5
						D6
						D8
						D11
Prácticas con apoyo de las TIC	Asistencia y participación activa en las prácticas de computación	5	A2	B6	C24	D3
			A3		C26	D4
			A5		C33	D5
						D6
						D8
						D11

Examen de preguntas de desarrollo	Primer examen parcial de evaluación sobre las competencias y contenidos de la materia	30	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Informe sobre la metodología y los resultados de las prácticas de cálculo numérico	30	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Segundo examen parcial de evaluación sobre las competencias y contenidos de la materia	30	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11

Otros comentarios sobre la Evaluación

Las pruebas de evaluación continua se realizarán dentro del horario lectivo.

En la evaluación continua, las prácticas y las pruebas son obligatorias e liberatorias. Mientras las prácticas no son recuperables, los alumnos que no hayan podido realizar el primero parcial o lo hayan suspendido podrán volver a hacerlo en el día del examen final, en el cual también se realizará el segundo parcial.

El/La estudiante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria. Para quien así lo haya hecho, la evaluación se hará enteramente con el examen (100% en este caso).

Para la segunda oportunidad se aplicarán los mismos criterios que para la primera.

En el caso de la convocatoria fin de carrera, la evaluación se hará enteramente con el examen (100% en este caso).

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> Lo data del primero parcial se comunicará al principio de curso.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

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

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

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

