



## Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

### Presentación

A Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo (EEAE) da Universidade de Vigo no Campus universitario de Ourense oferta as titulacións da Universidade de Vigo tanto a nivel grao como a nivel máster que estean relacionadas coa enxeñaría aeroespacial ou aeronáutica.

Máis información relativa ao Centro e as súas titulacións atópase neste documento ou na páxina web (<http://aero.uvigo.es>).

### Enderezo

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 e lexislación

Atópase a información dispoñible na páxina web do Centro (<http://aero.uvigo.es> no apartado Escola -> Normativa).

## Grao en Enxeñaría Aeroespacial

### Materias

#### Curso 3

Código	Nome	Cuadrimestre	Cr.totais
007G410V01501	Fabricación aeroespacial	1c	6
007G410V01921	Mecánica de sólidos e estruturas aeronáuticas	1c	9
007G410V01922	Mecánica de fluídos II e CFD	1c	9
007G410V01923	Aerodinámica e aeroelasticidade	2c	9
007G410V01925	Enxeñaría de sistemas e comunicacións aeroespaciais	2c	6
007G410V01931	Aerorreactores e motores alternativos aeronáuticos	1c	6
007G410V01932	Deseño mecánico, MEF e vibracións	2c	9
007G410V01933	Vehículos espaciais	2c	6
007G410V01941	Cálculo numérico	1c	6

007G410V01942	Aleacións e materiais compostos aeroespaciais	2c	9
007G410V01943	Mecánica analítica e orbital	2c	6

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fabricación aeroespacial**

Materia	Fabricación aeroespacial			
Código	007G410V01501			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Deseño na enxeñaría			
Coordinador/a	Carou Porto, Diego			
Profesorado	Carou Porto, Diego			
Correo-e	diecapor@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descrición xeral	Esta materia introduce os fundamentos dos procesos de fabricación (deseño, tecnoloxías, planificación, simulación e control de calidade) no ámbito da fabricación aeroespacial.			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B1	Capacidade para o deseño, desenvolvemento e xestión no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de *aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
B2	Planificación, redacción, dirección e xestión de proxectos, cálculo e fabricación no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
C12	Comprender os procesos de fabricación.
D2	Liderado, iniciativa e espírito emprendedor
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D9	Capacidade de traballo en equipo de carácter interdisciplinar
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos
D13	Sustentabilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Interpretación, confección e xestión de documentos técnicos, para o deseño conceptual, preliminar e detalle de modelos físicos e sistemas.	A2	B1	C12	D2
	A3	B2		D3
	A5			D4
				D8
				D11
Coñecemento dos principios xerais sobre deseño xeométrico, funcional e os específicos dos elementos e instalacións propias das especialidades.	A2	B1	C12	D2
	A3	B2		D3
	A5			D4
				D8
				D11
			D13	

Criterios de calidade e análise destes deseños. O estudante coñece os procesos de produción, os seus principais parámetros definitorios e o seu campo de aplicación.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D6 D8 D9 D11 D13
O estudante coñece toda a información necesaria para levar a cabo un proceso de produción.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D8 D11 D13
O estudante é capaz de realizar un informe que permita a execución exitosa dun proceso de produción.	A2 A3 A5	B1 B2	C12	D2 D3 D4 D8 D11 D13

### Contidos

Tema	
Bloque I	1. Integración do deseño e fabricación 2. Conformado por deformación plástica 3. Conformado por mecanizado 4. Conformado de plásticos 5. Conformado por moldeo 6. Pulvimetalurxia 7. Fabricación aditiva 8. Conformado de materiais compostos 9. Técnicas de unión e ensamblaxe 10. Metroloxía
Bloque II	Simulación de procesos de fabricación

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	17	36	53
Resolución de problemas	12	24	36
Aprendizaxe colaborativa	1	2	3
Prácticas con apoio das TIC	18	38	56
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	0	2

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos fundamentais da materia.
Resolución de problemas	Presentación e resolución por parte do profesor de problemas relativos aos procesos de fabricación estudados de maneira teórica coa participación activa dos estudantes.
Aprendizaxe colaborativa	O profesor exporá temas de estudo que os estudantes traballarán de maneira autónoma para elaborar contidos adicionais de maneira colaborativa.
Prácticas con apoio das TIC	Introdución ao emprego de software de simulación de procesos de fabricación por parte do profesor. Coas instrucións recibidas e traballo autónomo, os estudantes poderán resolver problemas específicos que permitan mellorar o seu coñecemento sobre os procesos estudados.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Prestarase atención ao alumnado tanto no horario lectivo como no de tutorías.
Resolución de problemas	Prestarase atención ao alumnado tanto no horario lectivo como no de tutorías.
Prácticas con apoio das TIC	Prestarase atención ao alumnado tanto no horario lectivo como no de tutorías.
Aprendizaxe colaborativa	Prestarase atención ao alumnado tanto no horario lectivo como no de tutorías.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Lección maxistral	Proba escrita	50	A2 A5	C12	D4 D8
Resolución de problemas	Entrega de problemas propostos resoltos	10	A2 A5	C12	D2 D3 D4 D8
Aprendizaxe colaborativa	Participación en actividades propostas	10	A2 A3 A5	C12	D2 D3 D4 D6 D8 D9 D13
Prácticas con apoio das TIC	Entrega de memorias de prácticas	30	A2 A5	C12	D2 D3 D4 D8 D11

### Outros comentarios sobre a Avaliación

#### PRIMEIRA EDICIÓN DE ACTA:

A materia avalíase en base a catro parámetros:

-Exame de teórico-práctico (nota máxima 5 puntos). Nesta proba avalíanse os coñecementos teóricos da materia e cuestións relacionadas cos problemas mediante un exame tipo test na data establecida para o exame oficial da materia.

-Resolución de problemas (nota máxima 1 punto). Avaliarase a entrega da resolución aos problemas expostos durante o curso nos prazos establecidos.

-Aprendizaxe colaborativo (nota máxima 1 punto). Deberase participar nas actividades propostas durante o curso.

-Prácticas (nota máxima 3 puntos). Avaliarase a entrega das memorias de prácticas durante o curso nos prazos establecidos.

Aprobarán a materia aqueles alumnos que consigan unha nota igual ou superior a 5 puntos. Non se fará media no caso de que no exame teórico-práctico a nota sexa inferior a 4.

#### SEGUNDA e SUCEVAS EDICIÓN DE ACTA:

O método de Avaliación é o mesmo que o descrito para a PRIMEIRA EDICIÓN DE ACTA.

#### OUTRAS CONSIDERACIÓNS:

Os estudantes non-asistentes serán avaliados cun exame final que cobre 100% das competencias da materia.

En caso de discrepancia entre o contido da Guía Docente nas súas versións en Castelán, Galego e Inglés, prevalecerá o establecido na versión en Castelán.

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE atópase publicado na páxina web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

S. Kalpakjian, S.R. Schmid, **Manufacturing engineering and technology**, 7, Pearson Education, 2014

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

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

#### Bibliografía Complementaria

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

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

### Recomendacións

---

## **Plan de Continxencias**

---

### **Descrición**

---

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada polo \*COVID-19, a Universidade de Vigo establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou parcialmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun modo máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

Todas se manteñen en formato asíncrono ou síncrono a distancia. Para iso empregaranse os medios dispostos pola Universidade de Vigo: Campus Remoto e/ou FAITIC.

\* Metodoloxías docentes que se modifican

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (\*tutorías)

Desenvolveranse mediante \*email ou videoconferencia en despacho virtual.

\* Modificacións (si proceden) dos contidos a impartir

\* Bibliografía adicional para facilitar o auto-aprendizaxe

\* Outras modificacións

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

\* Probas xa realizadas

Proba \*XX: [Peso anterior 00%] [Peso Proposto 00%]

...

\* Probas pendentes que se manteñen

Proba \*XX: [Peso anterior 00%] [Peso Proposto 00%]

...

\* Probas que se modifican

[Proba anterior] => [Proba nova]

\* Novas probas

\* Información adicional

A avaliación mantense sen cambios en calquera circunstancia.

No escenario multimodal e/ou non presencial, cando cumpra, o persoal docente implicado na impartición da docencia resérvase o dereito de non dar o consentimento para a captación, publicación, retransmisión ou reprodución do seu discurso, imaxe, voz e explicacións de cátedra, no exercicio das súas funcións docentes, no ámbito da Universidade de Vigo.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica de sólidos e estruturas aeronáuticas**

Materia	Mecánica de sólidos e estruturas aeronáuticas			
Código	O07G410V01921			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OP	3	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría dos materiais, mecánica aplicada e construción			
Coordinador/a	Comesaña Piñeiro, Rafael Conde Carnero, Borja			
Profesorado	Bendaña Jácome, Ricardo Javier Comesaña Piñeiro, Rafael Conde Carnero, Borja			
Correo-e	bconde@uvigo.es racomesana@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es/index.php/es/">http://faitic.uvigo.es/index.php/es/</a>			
Descrición xeral	Introdución á mecánica de sólidos e as estruturas aeronáuticas			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A4	Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como non especializado
C20	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: A mecánica de fractura do medio continuo e as formulacións dinámicas, de fatiga de inestabilidade estrutural e de aeroelasticidade.
C26	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica e termodinámica, mecánica do voo, enxeñaría de aeronaves (á fixa e ás rotatorias), teoría de estruturas.
C33	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica do voo, enxeñaría da defensa aérea (balística, mísiles e sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia e tecnoloxía dos materiais, teoría de estruturas.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Compresión das ecuacións e principios xerais do medio continuo, así como a axeitada selección dos diferentes modelos de compartamento de sólidos deformables	A2	C26 C33	D4 D5 D11
Análise de sólidos e estruturas sometidas a tensións superiores ao límite elástico e a cargas cíclicas	A3 A4	C20	D4 D6 D8 D11
Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese da teoría de estruturas	A3 A4	C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11

**Contidos**

Tema	
Introdución ás características e configuración das estruturas aeronáuticas	- Cargas sobre a estrutura. - Elementos estruturais. Estrutura da fuselaxe: monocasco, semimonocasco. Estrutura de ala e de cola.
Estruturas simétricas.	- Estruturas simétricas.
Esforzos producidos polo momento flector e pola forza cortante.	- Teorema do fluxo cortante. - Esforzos cortantes. - Flexión composta en estruturas simétricas.
Torsión.	- Seccións non circulares. Sección rectangular. - Seccións abertas de pequeno espesor. Seccións cerradas de pequeno espesor. Seccións cerradas multicelulares. - Centro de torsión. - Flexión-torsión.
Análise de tensións en alas.	- Análise de tensións en alas.
Análise de tensións en fuselaxes.	- Análise de tensións en fuselaxes.
Introducción á integridade estrutural	- Requisitos de resistencia e rixidez. Factor último de seguridade. - Fatiga. Criterios de fatiga basados en tensións. - Criterios de fatiga basados en deformacións. - Introducción á mecánica da fractura. Criterios de tolerancia ao dano. Marxe de seguridade e factor de reserva.
Elementos sometidos a esforzos axiais de tracción e momentos flectores.	- Elementos sometidos a esforzos axiais de tracción e momentos flectores. Momento flector último.
Problemas de inestabilidade	- Introducción á teoría da estabilidade. - Pandeo global. Inestabilidade primaria de columnas de sección estable. - Pandeo de viga-columna. Esfuerzo de crippling. - Inestabilidade de paneles planos e curvos. - Pandeo local de vigas de sección de parede delgada. - Paneles rixidizados. Formas de fallo a compresión e cortadura.
Unións en estruturas aeronáuticas.	- Unións en estruturas aeronáuticas.
Teoría de placas e láminas.	- Elementos estruturais tipo placa e lámina. - Hipóteses básicas de cálculo. - Flexión de placas e láminas. - Pandeo de placas.
Método dos elementos finitos (MEF).	- Análise estática lineal con elementos tipo barra, elasticidade 2D e 3D, placas e láminas. - Introducción a software de simulación MEF. - Inestabilidade estrutural. Pandeo mediante MEF. - Introducción á análise estática non-lineal de estruturas: non-linealidade xeométrica, non-linealidade do material (plasticidade), non-linealidade debida ás condicións de contorno.

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	40	0	40
Resolución de problemas	10	0	10
Prácticas de laboratorio	24	10	34
Resolución de problemas de forma autónoma	0	120	120
Exame de preguntas de desenvolvemento	3.5	17.5	21

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

	Descrición
Lección maxistral	Exposición na aula dos coñecementos básicos da materia.
Resolución de problemas	Resolución de problemas relacionados cos contidos teóricos.
Prácticas de laboratorio	Realización de prácticas no laboratorio e/ou realización de prácticas en aula informática e/ou resolución de problemas prácticos
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma por parte do alumno



## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Nas prácticas intentarase na medida do posible atender personalmente a todas as dúbidas que xurdan ao longo do desenvolvemento das prácticas

## Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Prácticas de laboratorio	Asistencia e participación activa nas clases prácticas.	10	A2 C20 D3
	Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma.		A3 C26 D4 C33 D5 D8 D11
Exame de preguntas de desenvolvemento	Realizarase un examen ao final do curso sobre a totalidade do contido abordado na materia.	90	A2 C20 D3
			A4 C26 D4 C33 D5 D6 D8

## Outros comentarios sobre a Avaliación

Para superar a materia na avaliación da 1ª convocatoria e na 2ª convocatoria requirírase obter unha calificación superior a 5 puntos sobre 10 na valoración conxunta da avaliación continua durante o desenvolvemento das clases e o examen na data oficial. A calificación final obterase de acordo ás porcentaxes indicadas.

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE publícase na web:<http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

A duración máxima do examen será de 3 horas se non hai interrupción ou de 5 horas se hai unha pausa intermedia (sendo 3 horas o máximo para cada parte).

Estudantes que renuncien oficialmente á avaliación continua: a nota será obtida no exame correspondente que representará o 100% da calificación. Este examen poderá constar dunha parte a realizar en aula informática e/ou laboratorio cunha calificación que representará o 10% da calificación total.

## Bibliografía. Fontes de información

### Bibliografía Básica

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

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

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

### Bibliografía Complementaria

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

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

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

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

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

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter 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 e tecnoloxía dos materiais/O07G410V01304

Matemáticas: Estatística/O07G410V01401

Mecánica clásica/O07G410V01305

Resistencia de materiais e elasticidade/O07G410V01405

Termodinámica/O07G410V01303

**Descrición**

---

**=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===**

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece una planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun xeito mais áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

**=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===**

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

Lección maxistral: Exposición da teoría básica da materia.

Prácticas: Resolución de problemas relacionados cos contidos teóricos.

Ambas metodoloxías serán adaptadas a un contexto de docencia non presencial a través do uso de ferramentas de teledocencia dispoñibles na Universidade de Vigo (Faitic, Campus Remoto ou outros).

Primarase a impartición dos contidos teóricos por medios telemáticos así como aqueles contidos de prácticas de resolución de problemas, aula de informática, e outros, que poidan ser virtualizados ou desenvolvidos polo alumnado de xeito guiado.

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías)

As titorías serán atendidas no espazo temporal habitual a través de medios telemáticos ordinarios (correo electrónico, Faitic) así como dos despachos virtuais do profesorado dispoñibles no Campus Remoto da Universidade de Vigo.

**=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===**

\* Probas pendentes que se manteñen

Exame de preguntas de desenvolvemento: [Peso anterior 90%] [Peso Proposto 90%]

\* Probas que se modifican

[Prácticas de laboratorio: Asistencia e participación activa nas clases prácticas. (5%) Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma. (5%)]

=>

[Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma.

(10%)]

As probas de avaliación desenvolveranse de forma presencial salvo Resolución Reitoral que indique que se deben facer de forma non presencial, realizándose dese xeito a través das distintas ferramentas postas a disposición do profesorado. Aquelas probas non realizables de forma telemática se suplirán por outras (entregas de traballo autónomo guiado, etc.)

---

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

Materia	Mecánica de fluidos II e CFD			
Código	O07G410V01922			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OP	3	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluidos			
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz Rodríguez Pérez, Luis			
Correo-e	emortega@uvigo.es			
Web	<a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>			
Descrición xeral	<p>Coñecemento, compresión e aplicación de conceptos e técnicas da Mecánica de Fluidos de Enxeñaría Aeroespacial</p> <p>Parte de la asignatura se presenta como una introducción a la dinámica de fluidos computacional que, partiendo de un conocimiento de las ecuaciones de conservación de los fluidos (ya adquirido por los alumnos en asignaturas previas) permita al alumno realizar simulaciones sencillas que involucren a un fluido como medio de trabajo.</p>			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
C16	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os conceptos e as leis que gobernan os procesos de transferencia de enerxía, o movemento dos fluidos, os mecanismos de transmisión de calor e o cambio de materia e o seu papel na análise dos principais sistemas de propulsión aeroespaciais.
C18	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos da mecánica de fluidos; os principios básicos do control e a automatización do voo; as principais características e propiedades físicas e mecánicas dos materiais.
C19	Coñecemento aplicado de: a ciencia e tecnoloxía dos materiais; mecánica e termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica e mecánica do voo; sistemas de navegación e circulación aérea; tecnoloxía aeroespacial; teoría de estruturas; transporte aéreo; economía e produción; proxectos; impacto ambiental.
C20	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: A mecánica de fractura do medio continuo e as formulacións dinámicas, de fatiga de inestabilidade estrutural e de aeroelasticidad.
C22	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos da mecánica de fluidos que describen o fluxo en todos os réximes, para determinar as distribucións de presións e as forzas sobre as aeronaves.
C25	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: os métodos de cálculo de deseño e proxecto aeronáutico; o uso da experimentación aerodinámica e dos parámetros máis significativos na aplicación teórica; o manexo das técnicas experimentais, equipamento e instrumentos de medida propios da disciplina; a simulación, deseño, análise e interpretación de experimentación e operacións en voo; os sistemas de mantemento e certificación de aeronaves.
C26	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica e termodinámica, mecánica do voo, enxeñaría de aeronaves (á fixa e ás rotatorias), teoría de estruturas.
C28	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos da mecánica de fluidos que describen o fluxo en calquera réxime e determinan as distribucións de presións e as forzas aerodinámicas.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Coñecemento e comprensión dos principais conceptos e técnicas da Mecánica de Flúidos	A3	C16 C18 C19 C22 C28	D4 D5 D8 D11
Capacidade para aplicar os principais conceptos e técnicas da Mecánica de Flúidos ás Ciencias da Enxeñaría	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Comprensión dos procedementos básicos da dinámica de flúidos computacional	A5	C16 C18 C19 C22 C25 C26 C28	D4 D5 D8 D11

## Contidos

### Tema

CFD. Ecuacións xerais e fenómenos de transporte Tema 1: Resumo das ecuacións xerais.

Notación integral  
 Notación diferencial  
 Forma conservativa.  
 Notación compacta  
 Modelos límite máis comúns  
 Condicións de contorno máis comúns

CFD. Turbulencia

Tema 2: Introducción á turbulencia

Introdución

Escala de Kolmogorov

Inviabilidade da simulación numérica directa

Modelos de turbulencia:

Modelos RANS:

-Medias de Reynolds e de Favre

-Ecuacións promediadas. Esforzos aparentes de Reynolds. Problema do peche

- Hipótese de Boussinesq: modelos algebraicos, dunha ecuación e de dúas ecuacións

- Leis de parede. Modelos de alto e baixo número de Reynolds

- Modelos de transporte de esforzos aparentes de Reynolds

Modelos LLES: Descrición

Métodos de Volumes Finitos (FVM):

- Introducción
- Discretización do dominio computacional
- Discretización das ecuacións de fluídos
- Ecuacións discretizadas en FVM
- Discretización das condicións de contorno

Fluxos incompresibles. Ecuación de presión

- Métodos de compresibilidad artificial
- Axustes presión-velocidade
- Métodos de aceleración da resolución numérica máis comúns

Tema 4: Introducción ao uso de distintos software (OpenFoam e Fluent) de simulación numérica de fluídos. Prácticas en aula informática.

\*O uso deste software quedará condicionado á dispoñibilidade de licenzas de uso por parte do centro así como á correcta instalación dos mesmos na aula informática asignada

Aplicacións:

- Fluxo laminar no interior dunha cavidade
- Fluxo nun dispositivo mesturador de correntes
- Forzas aerodinámicas sobre corpos:  
Fluxo ao redor dun obstáculo. Fluxo laminar e fluxo turbulento  
Cálculo da rúa de Kármán tras un corpo romo  
Fluxo incompresible sobre perfil aerodinámico  
Fluxo transónico sobre perfil aerodinámico

-Exercicios/Proxectos propostos de simulación numérica para ser resoltos de forma máis independente polos alumnos.

---

Mecánica de Fluídos II. Fluxo de fluídos ideais. Movementos irrotacionais

Tema 1: Movementos irrotacionais.  
Condicións de irrotacionalidade  
Ecuacións do movemento irrotacional  
Condicións iniciais e de contorno  
Movemento irrotacional de líquidos  
Principio de superposición  
Potencial de velocidades a grandes distancias dun obstáculo  
Movemento plano irrotacional de líquidos: Solucións elementais. Corrente en recunchos e esquinas. Corrente ao redor dun cilindro con circulación  
Movemento irrotacional bidimensional de gases  
Expansión de Prandtl-Meyer

Tema 2: Movementos con superficies de discontinuidade  
Ecuacións do salto das magnitudes fluídas nunha discontinuidade  
Discontinuidades normais e tangenciais  
Ondas de choque normais  
Ondas de choque \*oblicuas

Aplicación: Movemento case \*unidimensional de fluídos ideais: Área crítica. Movemento en \*toberas. Carga e descarga en depósitos.  
Ondas de choque. Relación de \*Hugoniot.

---

Mecánica de Fluídos II. Movementos unidimensionales non estacionarios de fluídos ideais

Tema 3: Movemento unidimensional non estacionario de fluídos ideais.  
Efecto de compresibilidade na líquidos  
Apertura e peche de válvulas. Golpe de ariete

Ecuacións do movemento unidireccional non estacionario en gases. Ondas simples

---

Mecánica de Fluídos II. Movemento a baixos números de Reynolds	Tema 4: Movemento a baixos números de Reynolds Ecuacións. Condicións iniciais e de contorno Aplicación a fluídos incompresibles. Movementsos ao redor dun cilindro e unha esfera Lubrificación: Ecuación de Reynolds da lubricación 3D. Aplicacións. cojinete cilíndrico, lubricación con gases, patín rectangular, ...
Mecánica de Fluídos II. Capa límite	Tema 5: Capa límite laminar  Capa límite laminar incompresible. Solucións de semellanza. Capa límite sobre placa plana. Solución de Blasius  Capa límite laminar compresible  Capa límite térmica a baixas velocidades
Mecánica de Fluídos II. Prácticas de laboratorio	- Ensaio en banco de aerodinámica: Medición capa límite  - Ensaio en túnel de vento de baixa velocidade Distribución de presións sobre perfil aerodinámico Distribución de presións sobre corpo romo  - Distribución de presións en toberas converxentes e converxentes-diverxentes. Magnitudes críticas. Ondas de choque. Bloqueo sónico.  *A realización desta práctica quedará condicionada á dispoñibilidade do equipo experimental na data de realización da mesma

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas de laboratorio	4.5	5	9.5
Lección maxistral	35	35	70
Aprendizaxe baseado en proxectos	8	17	25
Prácticas con apoio das TIC	8	0	8
Resolución de problemas	19.5	73	92.5
Proxecto	0	15	15
Exame de preguntas de desenvolvemento	5	0	5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas de laboratorio	Realización das prácticas de laboratorio
Lección maxistral	Exposición da teoría Translación de problemas de fluídos a modelos matemáticos para ser resoltos numericamente
Aprendizaxe baseado en proxectos	Formulación e resolución numérica de problemas propostos aplicados a fluxos de fluídos
Prácticas con apoio das TIC	Formulación e resolución de modelos aplicados a fluxos de fluídos
Resolución de problemas	Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma por parte do alumno para comprender e caracterizar os distintos tipos de movementos de fluídos e os seus simplificacións

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Atenderase persoalmente a todas as dúbidas que xurdan ao longo do desenvolvemento das prácticas
Resolución de problemas	Atenderase, na medida do posible, a todas as dúbidas que xurdan ao longo da resolución dos problemas
Prácticas con apoio das TIC	Nas prácticas tentárase na medida do posible organizar ao grupo de estudantes en distintas prácticas. Atenderase persoalmente a todas as dúbidas que xurdan ao longo do desenvolvemento das prácticas
Probos	Descrición
Proxecto	Atenderase en tutorías as dúbidas que xurdan ao longo do desenvolvemento do proxecto

<b>Avaliación</b>					
	Descrición		Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Aprendizaxe baseado en proxectos	Realización e entrega de informe das simulacións propostas ao alumno	20	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Prácticas con apoio das TIC	Asistencia e participación activa nas prácticas	1.5	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Resolución de problemas	Asistencia ás sesións de resolución de problemas e entrega dos problemas propostos	3.5	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Realización de probas escritas, incluíndo o exame final da materia	75		C16	D3
				C18	D5
				C19	
				C20	
				C22	
				C25	
				C26	
				C28	

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

Primeira edición da acta:

A avaliación da materia realizarase mediante:

- Proba ou probas escritas, incluída o exame escrito final (75% da nota final).
- Entrega do Proxecto/s (de simulación numérica) propostos ao alumnado polo profesorado (20% da nota final na materia). Esta entrega forma parte da avaliación continua da materia
- terase en conta a asistencia e participación activa nas clases prácticas e informáticas así como a entrega de problemas propostos polo profesorado nas clases prácticas e/ou teóricas si así o indica (5% da nota final na materia). Esta porcentaxe forma parte da avaliación continua

Os estudantes que non cursen a materia pola modalidade de avaliación continua, realizarán un exame final de 5h de duración (con descanso no medio) que suporá o 100% da súa nota

Segunda edición da acta:

- A nota do proxecto de simulación numérica gardarase para a segunda edición da acta.
- A nota de avaliación continua asociada a lle asistencia e participación activa e entrega de problemas propostos polo profesorado (si así o indica) gardarase para a segunda edición da acta.
- O resto da nota será un exame escrito.
- No caso dos estudantes que non teñan nota na avaliación continua na primeira convocatoria este exame final da segunda edición da acta representará o 100% da súa nota e contará con preguntas relacionadas con todo o temario da materia

---

## **Bibliografía. Fontes 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., **Computacional 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,

---

## **Recomendacións**

---

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

Mecánica de fluídos/O07G410V01402

---

## **Plan de Continxencias**

---

### **Descrición**

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada polo \*COVID-19, a Universidade de Vigo establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución determineno atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou parcialmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun modo máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen: Todas excepto Prácticas en laboratorio docente de Mecánica de Fluídos, sempre que as circunstancias excepcionais obriguen a iso

\* Metodoloxías docentes que se modifican: Prácticas en laboratorio. En caso de no ser posible realízalas presencialmente, substituirasen pola resolución de problemas realcionados coas mesmas

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías): Mediante aula virtual en Campus remoto ou sistema similar previa solicitude de cita por parte do alumno mediante email. Poderán ser individuais ou en grupos pequenos

\* Modificacións (si proceden) dos contidos a impartir: Non procede

\* Bibliografía adicional para facilitar o auto-aprendizaxe: Non procede

\* Outras modificacións

...

\* Probas que se modifican: As probas en si non se modificarán. Si o poderá facer a presencialidade das mesmas. De ser necesario pola situación de emerxencia realizaríanse telemáticamente usando preferentemente as ferramentas dispoñibles en Fatic.

\* Novas probas

\* Información adicional

---



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerodinámica e aeroelasticidade**

Materia	Aerodinámica e aeroelasticidade			
Código	007G410V01923			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OP	3	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinador/a	Navarro Medina, Fermín			
Profesorado	Navarro Medina, Fermín			
Correo-e	fermin.navarro.medina@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descrición xeral	Comprender como as forzas aerodinámicas determinan a dinámica do voo e o papel das distintas variables implicadas no fenómeno do voo. Materia do programa English Friendly. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
C20	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: A mecánica de fractura do medio continuo e as formulacións dinámicas, de fatiga de inestabilidade estrutural e de aeroelasticidad.
C22	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos da mecánica de fluídos que describen o fluxo en todos os réximes, para determinar as distribucións de presións e as forzas sobre as aeronaves.
C25	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: os métodos de cálculo de deseño e proxecto aeronáutico; o uso da experimentación aerodinámica e dos parámetros máis significativos na aplicación teórica; o manexo das técnicas experimentais, equipamento e instrumentos de medida propios da disciplina; a simulación, deseño, análise e interpretación de experimentación e operacións en voo; os sistemas de mantemento e certificación de aeronaves.
C26	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica e termodinámica, mecánica do voo, enxeñaría de aeronaves (á fixa e ás rotatorias), teoría de estruturas.
C28	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos da mecánica de fluídos que describen o fluxo en calquera réxime e determinan as distribucións de presións e as forzas aerodinámicas.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

- Coñecemento, comprensión, aplicación e análise dos fenómenos aerodinámicos e das leis que gobernan o seu comportamento;	A2	C22	D3
- Coñecemento, comprensión e síntese dos fundamentos do voo das aeronaves	A3	C26	D4
- Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese dos métodos aplicados ao estudo aeroelástico;		C28	
- Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese da aeroelasticidad dun perfil, desde o punto de vista estático (problemas de diverxencia torsional e de investimento de mando) e dinámico (problemas de flameo e bataneo)			
- Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese da aeroelasticidad de estruturas unidimensionales e bidimensionales.;			
- Coñecemento e comprensión dos aspectos máis importantes da aeroelasticidad experimental, e máis concretamente dos ensaios en terra e en voo das aeroestruturas			
Nova	A3	C22	D5
	A5	C25	D6
		C26	
Nova	A2	C20	D8
	A3	C25	D11
		C28	
Nova	A3	C20	D3
	A5	C25	D4
		C28	
Nova	A3	C20	D6
		C22	D8
		C26	
Nova	A5	C20	D8
		C25	

## Contidos

Tema	
1. Aerodinámica de fluxo incompresible	Tema 1.1: Introducción Tema 1.2: Fundamentos e principios da aerodinámica Tema 1.3: Fundamentos do fluxo incompresible Tema 1.4: Fluxo incompresible sobre airfoils Tema 1.5: Fluxo incompresible sobre ás finitas Tema 1.6: Fluxo incompresible tridimensional
2. Aerodinámica de fluxo compresible	Tema 2.1: Fundamentos do fluxo compresible Tema 2.2: Ondas de choque Tema 2.3: Fluxo compresible en toberas e difusores Tema 2.4: Teoría lineal de fluxo compresible en airfoils
3. Aeroelasticidad	Tema 3.1: Introducción á aeroelasticidad Tema 3.2: Aeroelasticidad de perfil e estruturas unidimensionales Tema 3.3: Aeroelasticidad de estruturas bidimensionales Tema 3.4: Aeroelasticidad experimental

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas de laboratorio	15	0	15
Estudo previo	0	126.5	126.5
Seminario	4	0	4
Resolución de problemas	20	0	20
Obradoiro	6	0	6
Lección maxistral	30	0	30
Exame de preguntas obxectivas	3.5	0	3.5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	20	20

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas de laboratorio	Realización dunha práctica programada utilizando o túnel de vento e a cortadora de fío quente e outros procesos de fabricación. A realización da práctica require a preparación da mesma mediante un deseño previo, a asistencia ás sesións de prácticas e a realización dun informe por parte do grupo de alumnos/as.
Estudo previo	Estudo do alumnado de forma autónoma, co apoio do profesorado si así o require segundo os procedementos establecidos pola universidade

Seminario	Os seminarios consisten na realización de exercicios en grupos de estudantes e individualmente, que terán que resolver durante o tempo do seminario. Tanto a resolución conxunta do exercicio, como a contribución individual serán valoradas. Realizaranse dous seminarios avaliados durante o curso.
Resolución de problemas	Resolución de problemas e/ou exercicios que tratan aspectos puntuais dos contidos da materia, desenvolvidos polo profesorado e/ou o alumnado na aula
Obradoiro	Taller de software de simulación aerodinámica, cuxa utilización serve de apoio para o resto da materia, tanto para a resolución de problemas, como para a elaboración das prácticas.
Lección maxistral	Exposición dun tema ou resolución de problemas por parte do profesorado segundo un guión previamente establecido

### Atención personalizada

#### Metodoloxías Descrición

Estudo previo	O alumno estuda de forma autónoma, co apoio do profesor si así o require segundo os procedementos establecidos pola universidade
Obradoiro	Taller de software de simulación aerodinámica, cuxa utilización serve de apoio para o resto da materia, tanto para a resolución de problemas, como para a elaboración das prácticas. O taller será guiado polo profesor da materia.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Seminario	Os seminarios consisten na realización de exercicios en grupos de alumnos e individualmente, que terán que resolver durante o tempo do seminario. Tanto a resolución conxunta do exercicio, como a contribución individual serán valoradas. Realizaranse dous seminarios avaliados durante o curso.	5	A2 A3	C20 C22 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8
Exame de preguntas obxectivas	Resolución de problemas e/ou preguntas conceptuais sobre os contidos da materia	60	A2 A3 A5	C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe dos traballos realizados no laboratorio, e do deseño do perfil	35	A2 A3 A5	C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D6 D11

### Outros comentarios sobre a Avaliación

#### Evaluación continua

Para superar a materia na avaliación na primeira convocatoria se requirirá obter unha calificación superior a 5 puntos sobre 10 na valoración conxunta da avaliación continua durante o desenvolvemento das clases e o exame na data oficial. A calificación do exame en data oficial debe ser superior a 5 puntos sobre 10. A calificación final se obtendrá de acordo ás porcentaxes indicadas.

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro dá EEAE publícase na web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

A duración máxima do exame será de 3 horas si non hai interrupción ou de 5 horas si hai unha pausa intermedia (sendo 3 horas o máximo para cada parte).

#### Exame extraordinario

O alumno deberá presentarse ao exame extraordinario de todos os contidos da materia, que supondrá o 100% da nota, si a nota final de avaliación continua é menor que 5 puntos sobre 10. Tamén tendrá que presentarse ao exame ordinario nos seguintes supostos:

- A non realización ou entrega dalgún dos puntuables da avaliación continua.
- Obter unha nota inferior a 5 puntos sobre 10 no exame final de avaliación continua.

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

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

John J. Bertin, **Aerodynamics for engineers**, Pearso, 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**

---

---

### **Recomendacións**

---

#### **Materias que continúan o temario**

---

Mecánica do voo/O07G410V01924

---

#### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

---

Mecánica de fluídos II e CFD/O07G410V01922

---

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Mecánica de fluídos/O07G410V01402

---

---

### **Plan de Continxencias**

---

#### **Descrición**

---

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada polo \*COVID-19, a Universidade de Vigo establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou parcialmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun modo máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

TODAS excepto as prácticas de laboratorio. As metodoloxías que se manteñen serán adaptadas aos recursos tecnolóxicos dispoñibles (campus remoto, lousa virtual, \*etc). O traballo tutelado tamén pode levar a cabo \*online, sen máis que substituír as reunións presenciais \*grupales e as sesións \*tutorizadas co profesor por reunións \*telemáticas.

\* Metodoloxías docentes que se modifican

As prácticas de laboratorio serán substituídas por un boletín de problemas de carácter investigador

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías)

Despacho virtual do campus remoto

\* Modificacións (si proceden) dos contidos a impartir

NINGÚN

\* Bibliografía adicional para facilitar o auto-aprendizaxe

Pode utilizarse a mesma bibliografía

\* Outras modificacións

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

\* Probas xa realizadas

Proba Exame de preguntas obxectivas: [Peso anterior 60%] [Peso Proposto 60%]

Proba Seminario: [Peso anterior 5%] [Peso Proposto 5%]

Proba Informe de prácticas, \*prácticum e prácticas externas: [Peso anterior 35%] [Peso Proposto 35%]

\* Probas pendentes que se manteñen

Proba Exame de preguntas obxectivas: [Peso anterior 60%] [Peso Proposto 60%]

Proba Seminario: [Peso anterior 5%] [Peso Proposto 5%]

\* Probas que se modifican

Proba Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas: [Peso anterior 35%] [Peso Proposto 30%]. O traballo tutelado incluído nesta proba é o que se avalía.

\* Novas probas

Proba Resolución de problemas e/ou exercicios: [Peso anterior 0%] [Peso Proposto 5%]. Os problemas entregaranse en forma de boletín, cunha data establecida no momento da entrega.

\* Información adicional

Informarase de enlácelos e as claves para acceder á aula virtual e ao despacho virtual. As titorías realizaranse no despacho virtual, tras previo acordo da data e hora vía mail.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Enxeñaría de sistemas e comunicacións aeroespaciais**

Materia	Enxeñaría de sistemas e comunicacións aeroespaciais			
Código	007G410V01925			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Isasi de Vicente, Fernando Guillermo			
Profesorado	Isasi de Vicente, Fernando Guillermo			
Correo-e	fisasi@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descrición xeral	Introdución a a ingeniería de sistemas e a os sistemas de comunicacións con vehículos aeroespaciais. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

**Competencias**

Código	
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B1	Capacidade para o deseño, desenvolvemento e xestión no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de *aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
B4	Verificación e Certificación no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
C19	Coñecemento aplicado de: a ciencia e tecnoloxía dos materiais; mecánica e termodinámica; mecánica de fluídos; aerodinámica e mecánica do voo; sistemas de navegación e circulación aérea; tecnoloxía aeroespacial; teoría de estruturas; transporte aéreo; economía e produción; proxectos; impacto ambiental.
D2	Liderado, iniciativa e espírito emprendedor
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D13	Sustentabilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
- Comprensión do concepto de enxeñaría de sistemas.	A3	B1	C19	D2
- Comprensión, coñecemento e aplicación dos estándares nacionais e internacionais aplicados á enxeñaría aeroespacial.	A5	B4		D3
- Comprensión, coñecemento dos sistemas de comunicacións en vehículos aeroespaciais				D4
				D5
				D6
				D8
				D13

**Contidos**

Tema	
Concepto de Enxeñaría de Sistemas	Necesidade dunha enxeñaría de sistemas. Exemplos sinxelos

Estándares nacionais e Internacionais de Enxeñaría de Sistemas en proxectos Aeroespaciais	Estudo dos estándares máis utilizados en: Sistemas aéreos Sistemas espaciais Puntos comúns
Aplicación a proxectos nacionais e internacionais de Ingeniería de Sistemas.	Exemplos: Sistema aéreo: navegación aérea comercial Sistema espacial: nano-pico satélites
Ideas xerais	Conceptos básicos de navegación aérea Ideas xerais de comunicacións
Radiogoniometría	Principios Aplicacións
VOR	Principio de funcionamento Descrición Uso
DME/TACAN	Principio de funcionamento Descrición Uso
ILS	Principio de funcionamento Descrición Uso
Radar primario	Principio de funcionamento Descrición Uso
Radar secundario	Principio de funcionamento Descrición Uso
GPS	Principio de funcionamento Descrición Uso
Sistemas de realidade aumentada	Principio de funcionamento Descrición Uso

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	30	75	105
Prácticas de laboratorio	20	22	42
Resolución de problemas e/ou exercicios	3	0	3

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Clase en lousa con axuda de computador sobre a teoría da materia.
Prácticas de laboratorio	Uso de simuladores de sistemas de comunicacións e/ou navegación. Manexo básico de ferramentas na enxeñaría de sistemas. É unha actividade grupal.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho virtual do profesor así como por correo electrónico. Para a atención en despacho virtual o alumno solicitará unha cita por correo electrónico e acordará co profesor o momento da tutoría.
Prácticas de laboratorio	Nas prácticas de laboratorio o alumno ten en todo momento ao profesor para resolver dúbidas. Ademais os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho virtual do profesor así como por correo electrónico. Para a atención en despacho virtual o alumno solicitará unha cita por correo electrónico e acordará co profesor o momento da tutoría.

### Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe

Prácticas de laboratorio	Preguntas do profesor sobre a marcha e avaliación do traballo de laboratorio. Tamén pode influír na nota as enquisas de avaliación cruzada realizadas aos integrantes de cada equipo.	20	A5 B4	B1 B4	C19	D4 D5 D6 D8 D13
Resolución de problemas e/ou exercicios	Exame de resolución de problemas e/ou preguntas breves sobre a materia explicada nas clases maxistras. Faranse dous exames de avaliación continua durante o curso: un a metade de curso no que se preguntará polo que se deu até o momento. O peso deste exame será de 40% da nota final. Para os alumnos que obteñan un 3/10 ou máis haberá un segundo exame antes de acabar o curso cun 40% de peso e as mesmas condicións que o anterior. Si o alumno non obtivo máis de 3/10 nos dous exames, cunha media superior a 5/10 ou ben desexe mellorar nota presentándose ao final, poderá facelo no día fixado pola escola para os exames da materia. En caso dun alumno que queira mellora nota e a obtida na primeira parte do temario sexa peor que a obtida no primeiro exame, terase en conta esta última. É dicir, a mellor das dúas. No caso de que non se puidesen realizar os exames de forma presencial, estes serían en remoto coa posibilidade de que o profesor poida ver en calquera momento ao alumno e a súa contorna. Tamén, dependendo do número de alumnos, poderían ser orais.	80	A3 A5	B1 B4	C19	D4 D5 D8

### Outros comentarios sobre a Avaliación

No caso de que un alumno falte máis dun 20% de sesións de prácticas non poderá aprobar a materia por avaliación continua. No exame de segunda edición de acta se evaluará toda a materia. No caso de que o/a estudante prefira, si fixo as prácticas de laboratorio e obtivo máis dun 3/10 nelas, poderá facer só a parte teórica. Dita parte teórica pesa o 80% da nota, o outro 20% será a nota obtida en prácticas durante o curso.

Si o alumno non fixo as prácticas poderá ser preguntado de forma escrita ou no laboratorio pesando a nota de prácticas un 20% e a de teoría un 80%. O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE atópase publicado na páxina web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

**Plan de continxencia:** No caso en que a docencia sexa exclusivamente non presencial, entón a avaliación se realizará como segue: Se examinará da teoría por videoconferencia ou por un exame tipo test online cun tempo limitado. Respecto ao laboratorio se examinará ao alumno, si o número dos mesmos permite, de forma oral por videoconferencia, ademais de avaliar o traballo realizado polo grupo e as sesións de laboratorio remotas.

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

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

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

#### Bibliografía Complementaria

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

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

### Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Electrónica e automática/O07G410V01403

### Plan de Continxencias

#### Descrición

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada polo \*COVID-19, a Universidade de Vigo establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou parcialmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun modo máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===



\* Metodoloxías docentes que se manteñen

As clases teóricas manteranse co mesmo horario e temario pero de forma remota.

As prácticas de laboratorio faranse igualmente.

\* Metodoloxías docentes que se modifican

Unicamente os exames modifícanse para que poidan ser \*online. Poden ser de tipo test \*online ou, en caso de poucos alumnos, exames orais por videoconferencia.

Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (tutorías)

A tutoría mantense no despacho virtual do profesor concertando unha cita por correo electrónico. No caso de que fose conveniente, esas tutorías poderían ser grupales, é dicir, a varios alumnos á vez.

Modificacións (si proceden) dos contidos a impartir

Non se modifican os contidos.

Bibliografía adicional para facilitar o auto-aprendizaxe

O profesor tratará de preparar contido adicional para favorecer o autoaprendizaxe.

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

Os pesos das diferentes partes da materia mantéñense.

Os exames faríanse online ben como un test ou como un exame oral individualizado para cada alumno.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerorreactores e motores alternativos aeronáuticos**

Materia	Aerorreactores e motores alternativos aeronáuticos			
Código	O07G410V01931			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinador/a	García Seoane, Santiago			
Profesorado				
Correo-e				
Web	<a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>			
Descrición	Coñecemento básico do funcionamento dos sistemas de propulsión empregados na industria aeroespacial. xeral			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B1	Capacidade para o deseño, desenvolvemento e xestión no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de *aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
B7	Capacidade de analizar e valorar o impacto social e medioambiental das solucións técnicas.
C21	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos de sustentabilidade, mantenibilidade e operatividade dos vehículos aeroespaciais.
C23	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fenómenos físicos do voo, as súas cualidades e o seu control, as forzas aerodinámicas, e propulsivas, as actuacións, a estabilidade.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos
D13	Sustentabilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
- Coñecer as necesidades propulsivas das aeronaves	A2	C23		
	A3			
	A5			
- Coñecer os empuxes e resistencias relacionados cos aerorreactores	A2	B1	C23	
	A3			
	A5			
- Coñecer e cuantificar de forma aplicada o proceso de combustión dos aerorreactores e o rendemento da combustión	A2	B1	C21	D13
	A3			
	A5			
- Saber realizar un balance enerxético diferenciando e calculando os rendementos involucrados	A2			
	A3			
	A5			
- Saber resolver problemas relacionados co cálculo dos ciclos termodinámicos e as características dos aerorreactores; así como o efecto das características e calidade dos compoñentes	A2			
	A3			
	A5			

- Coñecer os diferentes aerorreactores e saber obter os sistemas óptimos baixo o punto de vista propulsivo	A2 A3 A5	B7		
- Dimensionar os compoñentes que interveñen no sistema propulsivo	A2 A3 A5	B7		
- Coñecer o efecto das condicións de voo: velocidade e altitude no funcionamento dos aerorreactores	A3 A5	B1	C23	
- Coñecer os problemas ambientais dos aerorreactores e as súas posibles solucións	A2 A3 A5	B7	C21	D13
- Redactar informes técnicos e facer exposicións orais técnicas relacionadas co anterior	A2 A3			D3 D4 D6 D8 D11
- Resolver problemas derivados do ámbito da materia de forma autónoma e en colaboración con outro	A2 A3			D3 D4 D6 D8
- Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese da influencia de parámetros de operación e deseño sobre as actuacións dos motores alternativos aeronáuticos e os seus sistemas	A2 A3 A5		C21 C23	D8
- Coñecemento dos aspectos máis destacados dos ensaios dos motores alternativos	A2 A3 A5	B7	C21 C23	

## Contidos

### Tema

1.- Motores alternativos de combustión interna	1.1.- Necesidades propulsivas das aeronaves 1.2.- Clasificación dos motores 1.3.- Ciclos de traballo 1.4.- Renovación da carga 1.5.- Alimentación de combustible 1.6.- Combustión 1.7.- Sobrealimentación e turboalimentación 1.8.- Actuacións 1.9.- Elementos construtivos
2.- Aerorreactores	2.1.- Propulsión a reacción 2.2.- Compoñentes fundamentais dos turboreactores 2.3.- Análises do ciclo dun aerorreactor; turbina de gas 2.4.- Aplicación das ecuacións integrais da Mecánica de Fluídos aos aerorreactores: Continuidade: gasto máxico; Cantidade de movemento: empuxes e resistencias; Enerxía: rendementos 2.5.- Comportamento motor e propulsor dos aerorreactores 2.6.- Turbohélices e a súa optimización 2.7.- Turbofans e a súa optimización; turbofans de fluxo mesturado; turbofans avanzados 2.8.- Sistemas incrementadores de empuxe 2.9.- Actuacións 2.10- Problemas ambientais derivados do funcionamento dos aerorreactores

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas de laboratorio	20	0	20
Estudo previo	0	89.5	89.5
Lección maxistral	30	0	30
Exame de preguntas obxectivas	2.5	0	2.5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	8	8

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas de laboratorio	Prácticas informáticas, saídas de estudo e prácticas de laboratorio

Estudo previo Preparación para o seguimento da materia, procura de información e preparación das probas de avaliación.

Lección maxistral Docencia en aula con apoio audiovisual

### Atención personalizada

Probas	Descrición
Exame de preguntas obxectivas	Prestarase atención colectiva e/ou persoalmente ás dúbidas que xurdan ao longo do desenvolvemento das probas escritas
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Atenderase persoalmente a todas as dúbidas que xurdan ao longo do desenvolvemento das prácticas e atenderase en titorías as dúbidas que xurdan ao preparar o informe de prácticas

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Exame de preguntas obxectivas	Exame escrito de preguntas curtas e resolución de problemas	90	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D8 D11 D13
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe de prácticas	10	A2 A3 A5	B1 B7	C21 C23	D3 D4 D6 D8 D11 D13

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Para superar a materia na avaliación da 1ª edición da acta e na 2ª edición da acta requirírase obter unha calificación superior a 5 puntos sobre 10 na valoración conxunta da avaliación continua durante o desenvolvemento das clases e o examen da data oficial

A cualificación final obterase de acordo ás porcentaxes indicadas

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente por la Xunta de Centro da E.E.A.E. publícase na web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

A duración máxima do examen será de 3 horas se non hai interrupción ou de 5 horas se hai unha pausa intermedia (sendo 3 horas máximo para cada parte)

Estudantes que renuncien oficialmente á avaliación continua: a nota será obtida nun exame correspondente que representará o 100% da cualificación

Este examen poderá constar dunha parte a realizar en aula informática e/ou laboratorio cunha cualificación que representará o 30% da cualificación total

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

CLAUDIO MATAIX, **TURBOMAQUINAS TÉRMICAS**, 978-8423707270, DOSSAT EDICIONES, 2011

F. PAYRI / J. M. DESANTES, **MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS**, 978-8429148022, EDITORIAL REVERTE, 2011

BORJA GALMÉS BELMONTE, **MOTORES DE REACCIÓN Y TURBINAS DE GAS**, 978-8428341462, EDICIONES PARANINFO, 2015

MARTÍN CUESTA ÁLVAREZ, **MOTORES DE REACCIÓN**, 978-8428328258, EDICIONES PARANINFO, 2001

ANTONIO ESTEBAN OÑATE, **CONOCIMIENTOS DEL AVIÓN (LIBROS II Y III)**, 978-8428341769, EDICIONES PARANINFO, 2019

#### Bibliografía Complementaria

JACK D. MATTINGLY, **ELEMENTS OF PROPULSION: GAS TURBINES AND ROCKETS**, 978-1563477799, AIAA EDUCATION SERIES, 2006

GORDON C. OATES, **AEROTHERMODYNAMICS OF GAS TURBINE AND ROCKET PROPULSION**, 978-1563472411, AIAA EDUCATION SERIES, 1997

### Recomendacións

## **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Química: Química/O07G410V01203

Tecnoloxía aeroespacial/O07G410V01205

Mecánica de fluídos/O07G410V01402

Termodinámica/O07G410V01303

---

## **Plan de Continxencias**

---

### **Descrición**

---

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece una planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun xeito mais áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

- Estudo previo: preparación para o seguimento da materia, procura de información e preparación das probas de avaliación

\* Metodoloxías docentes que se modifican

- Lección maxistral: docencia en aula virtual (campus remoto)

- Prácticas de laboratorio: prácticas informáticas a través da aula virtual (campus remoto) e resolución de problemas a través da aula virtual (campus remoto); anulación de saídas de estudo e anulación de prácticas de laboratorio

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías)

- Titorías en despacho virtual (campus remoto)

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

\* Probas xa realizadas

- Mantense a calificación e a porcentaxe de peso para obter a nota final

\* Probas pendentes que se manteñen

- Mantense a porcentaxe de peso para obter a nota final

\* Probas que se modifican

- Nun escenario de docencia non presencial e sempre que non se permitan os exames escritos de xeito presencial, serán a través da aula virtual (campus remoto), consistente nunha serie de preguntas curtas e resolución de problemas

\* Información adicional

- Nun escenario de docencia parcialmente presencial, os exames escritos serán de xeito presencial

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Diseño mecánico, MEF e vibracións**

Materia	Diseño mecánico, MEF e vibracións			
Código	007G410V01932			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OP	3	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinador/a	Fernández González, Santiago			
Profesorado				
Correo-e				
Web	<a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>			
Descrición xeral	Esta materia introduce ao deseño mecánico, o método de elementos finitos e o estudo das vibracións.			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B1	Capacidade para o deseño, desenvolvemento e xestión no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de *aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
B2	Planificación, redacción, dirección e xestión de proxectos, cálculo e fabricación no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
C20	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: A mecánica de fractura do medio continuo e as formulacións dinámicas, de fatiga de inestabilidade estrutural e de aeroelasticidad.
C22	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os fundamentos da mecánica de fluídos que describen o fluxo en todos os réximes, para determinar as distribucións de presións e as forzas sobre as aeronaves.
C25	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: os métodos de cálculo de deseño e proxecto aeronáutico; o uso da experimentación aerodinámica e dos parámetros máis significativos na aplicación teórica; o manexo das técnicas experimentais, equipamento e instrumentos de medida propios da disciplina; a simulación, deseño, análise e interpretación de experimentación e operacións en voo; os sistemas de mantemento e certificación de aeronaves.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Coñecemento, comprensión e aplicación de elementos mecánicos.	A2	B1	C20	D3
	A3	B2	C22	D4
	A5		C25	D5
				D6
				D8
				D11

Coñecemento dos aspectos máis destacados das calidades dos Sistemas mecánicos: modos de fallo e fiabilidade.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Capacidade para identificar e resolver problemas mecánicos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Comprensión do método dos elementos finitos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Resolución de problemas relativamente complexos en mecánica de medios continuos mediante a selección do modelo de comportamento e da formulación adecuada para o mesmo.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese dos métodos aplicados ao estudo da resposta de aeronaves fronte a cargas non estacionarias.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese dos sistemas vibratorios dun grao de liberdade, de múltiples graos de liberdade e continuos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese dos métodos aproximados de cálculo para os sistemas continuos.	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11

## Contidos

Tema	
Fundamentos do deseño mecánico.	- Introducción. Definición de máquina, mecanismo e cadea cinemática. Esquemmatización, modelización e simboloxía. Síntese estrutural e dimensional. Pares cinemáticos. Ecuacións de ligadura. Graos de liberdade. - Análise de carga e esforzo. Círculo de Mohr. Esforzo plano, esforzo uniformemente distribuído, esforzos normais para vigas en flexión. Vigas curvas. Esforzos de contacto.
Análise da vibración.	- Fundamentos. - Vibracións lonxitudinais e torsionais: 1,2 G.L. Aplicacións técnicas dos sistemas de 1 e 2 G.L. - Vibracións de N G.L. - Análise modal. - Resposta a excitacións dinámicas xerais. - Análise de Fourier e resposta na frecuencia. - Medida da vibración. - Sistemas continuos. Vibracións lonxitudinais, torsionais e transversais. Determinación das pulsacións propias.

Vibración aleatoria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excitacións non deterministas.</li> <li>- Propiedades estatísticas.</li> <li>- Correlación.</li> <li>- Densidade de potencia espectral.</li> <li>- Resposta dun sistema.</li> <li>- Deformación eficaz.</li> <li>- Deseño mecánico.</li> </ul>
Deseño, control e mantemento baseado na vibración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excitacións deterministas.</li> <li>- Fontes de vibración.</li> <li>- Eliminación da vibración.</li> <li>- Redución da transmisión.</li> <li>- Absorvedores dinámicos.</li> <li>- Enxeñaría do equilibrado. Fundamentos do equilibrado estático e dinámico.</li> <li>- Métodos espectrais.</li> <li>- Métodos estatísticos.</li> <li>- Mantemento predictivo.</li> </ul>
Método dos elementos finitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentos.</li> <li>- Xeometría do elemento.</li> <li>- Coordenadas nodais.</li> <li>- Ecuacións e definición de elementos.</li> <li>- Conectividade entre elementos.</li> <li>- Xeración de malla.</li> <li>- Imposición de ligaduras.</li> <li>- Determinación da matriz de inercia, elástica e amortiguamento.</li> <li>- Análise da vibración.</li> </ul>

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	39	26	65
Prácticas de laboratorio	40	120	160

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	- Clase maxistral na que se expoñen os contidos teórico-prácticos por medios tradicionais (lousa) e recursos multimedia.
Prácticas de laboratorio	- Realización de tarefas prácticas en laboratorio con computador.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Atención que o profesorado presta de maneira individual ou colectiva ao alumnado para resolver as dúbidas e dificultades que atopan na comprensión dos contidos da materia. Tutorías individuais ou en grupos reducidos co profesorado da materia.
Prácticas de laboratorio	O profesor axudará ao alumno/á resolve-las dificultades que poida atopar na resolución de exercicios a realizar en laboratorio. Tutorías individuais ou en grupos reducidos co profesorado da materia.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Avaliación dos coñecementos adquiridos mediante un exame teórico-práctico.	70	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Prácticas de laboratorio	Avaliarase a realización das memorías das prácticas realizadas no curso.	30	A2 A3 A5	B1 B2	C20 C22 C25	D3 D4 D5 D6 D8 D11



---

## **Outros comentarios sobre a Avaliación**

A materia aprobarase si se obtén unha cualificación igual ou maior que un cinco como nota final, da seguinte forma:

1- A asistencia ao laboratorio, as memorías de cada práctica e traballos tutelados terán unha valoración de 3 puntos na nota final, esta cualificación conservarase na segunda edición da acta.

2.- O exame final terá unha valoración de 7 puntos na nota final.

Estudantes que renuncién á avaliación continua: a nota obtida nun exame que representará o 100% da cualificación. Este exame poderá constar dunha parte a realizar en aula informática e/ou laboratorio cuxa cualificación poderá representar como máximo o 30% da cualificación total.

A duración máxima do exame será de 4 horas si se fai de forma continua ou de 5 horas si hai unha pausa intermedia (neste caso a duración máxima de cada parte non superará as 2,5 horas).

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente polo Consello do Centro EEAE publícase na web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>.

---

## **Bibliografía. Fontes de información**

### **Bibliografía Básica**

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

Singeresú 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,

---

## **Recomendacións**

---

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Expresión gráfica: Expresión gráfica/O07G410V01105

Física: Física II/O07G410V01202

Informática: Informática/O07G410V01104

Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201

Ciencia e tecnoloxía dos materiais/O07G410V01304

---

## **Plan de Continxencias**

### **Descrición**

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dunha maneira máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

Adaptación das metodoloxías.

- Metodoloxías docentes que se manteñen.

Chegado o caso quedaría anulada a docencia presencial na aula e laboratorio, substituíndose por docencia non presencial vía telemática.

- Metodoloxías docentes que se modifican.

Impartición das clases de teoría e das prácticas de laboratorio mediante métodos telemáticos establecidos pola Universidade a distancia online.

- Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías).

Titorías online, mediante plataforma informática da Universidade ou resolución de dúbidas vía email.

- Modificacións (se procede) dos contidos a impartir.

Non procede.

- Bibliografía adicional para facilitar o auto-aprendizaxe.  
Bibliografía xa establecida e revisada na actual guía docente.

- Outras modificacións.

Chegado o caso, os docentes poderán pedir ao alumnado a entrega de traballos/memorias/boletíns de problemas... de partes concretas da materia co fin de promover o autoaprendizaxe e a busca de información. Estes traballos/memorias/boletíns tamén terán un peso concreto á hora da avaliación da materia e conservarase a nota na 2ª edición da acta.

Adaptación da avaliación.

1.- Prácticas de laboratorio, con entregables por parte do alumnado terá un peso dun 30% na nota final da materia. A nota conservarase na 2ª edición da acta.

2.- Entrega de traballos/memorias/boletíns de problemas por parte do alumnado terá un peso dun 30% na nota final da materia. A nota conservarase na 2ª edición da acta.

3.- Exame final. Terá un peso dun 40%.

Estudantes que renunciem á avaliación continua: a nota obtida nun exame correspondente que representará o 100% da cualificación. Este exame poderá constar dunha parte a realizar en aula informática e/ou laboratorio cuxa cualificación poderá representar o 30% da cualificación total.

---

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Vehículos espaciais</b>				
Materia	Vehículos espaciais			
Código	007G410V01933			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinador/a	Ulloa Sande, Carlos			
Profesorado	Ulloa Sande, Carlos			
Correo-e	carlos.ulloa@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descrición xeral	<p>Os vehículos espaciais operan nunha contorna moi diferente ao terrestre. Esta contorna é fundamental á hora de definir os requisitos de deseño dos vehículos espaciais.</p> <p>Nesta materia estúdase, ademais da contorna espacial, os conceptos necesarios de mecánica orbital necesarios para a comprensión das principais órbitas, manobras e as principais perturbacións ás que están sometidos os vehículos espaciais.</p> <p>Estúdanse os principais subsistemas dun vehículo espacial, facendo especial fincapé no subsistema de control térmico e o subsistema de control de actitude.</p> <p>Realízanse prácticas de laboratorio utilizando material específico e software de simulación de análise de misión.</p> <p>Materia do programa English Friendly. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.</p>			

<b>Competencias</b>	
Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B1	Capacidade para o deseño, desenvolvemento e xestión no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de *aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
B6	Capacidade para participar nos programas de probas en voo para a toma de datos das distancias de despegamento, velocidades de ascenso, velocidades de perdas, maniobrabilidade e capacidades de aterraxe.
C24	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os sistemas das aeronaves e os sistemas automáticos de control de voo dos vehículos aeroespaciais.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos
D13	Sustentabilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos

<b>Resultados de aprendizaxe</b>	
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
- Coñecemento, comprensión, aplicación e análise das configuracións básicas, subsistemas e misións dos vehículos espaciais	A2 B1 C24 D3 A3 B6 D4 A5 D6 D11 D13

- Capacidade para a análise da misión, do tipo de lei de guiado e traxectoria espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
- Coñecemento, comprensión, aplicación e análise do control térmico do vehículo espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
- Coñecemento, comprensión, aplicación e análise de control de actitude e órbita do vehículo espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
- Coñecemento e comprensión do sistema de ensaios e do soporte de terra do vehículo espacial	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13

### Contidos

Tema	
BLOQUE 1: Introducción	Tema 1.1: Breve reseña histórica. Tema 1.2: Clasificación de vehículos espaciais Tema 1.3: Tipos de subsistemas de vehículos espaciais Tema 1.4: O sistema solar. Tema 1.5: A contorna espacial e planetario.
BLOQUE 2: Mecánica orbital	Tema 2.1: Sistemas de referencia e tempos. Tema 2.2: O problema de dous corpos. Leis horarias e elementos orbitais Tema 2.3: Trazas, cobertura e visibilidade Tema 2.4: Perturbacións Tema 2.5: Tipos de órbitas Tema 2.6: O problema do tres corpos
BLOQUE 3: Análise de misión	Tema 3.1: Manobras espaciais Tema 3.2: Rendezvous Tema 3.3: Misións lunares e interplanetarias
BLOQUE 4: Subsistemas	Tema 4.1: Sistemas de propulsión e vehículos de lanzamento Tema 4.2: Estruturas de vehículos espaciais Tema 4.3: Sistema de control de actitude Tema 4.4: Sistema de control térmico Tema 4.5: Sistemas eléctrico, comunicacións, comando e telemetría Tema 4.6: Segmento de terra Tema 4.7: Ensaio en laboratorio

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	28	0	28
Prácticas de laboratorio	12	0	12
Seminario	0	2	2
Estudo previo	0	79.5	79.5
Exame de preguntas obxectivas	2.5	0	2.5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	6	6
Traballo	10	10	20

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Docencia de aula
Prácticas de laboratorio	Realización de prácticas con diferentes subsistemas de vehículos espaciais Realización de prácticas de simulación de análise de misión Realización de traballos sobre vehículos espaciais
Seminario	Titorías en grupos reducidos
Estudo previo	Traballo autónomo

## Atención personalizada

### Metodoloxías Descrición

Seminario	Titorías en grupos reducidos co profesorado da materia. As titorías se desenvolverán, preferentemente, mediante cita previa no despacho virtual do profesor, no Campus Remoto.
-----------	--

## Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Exame de preguntas obxectivas	Exame parcial de preguntas curtas e problemas (20%) (A porcentaxe se pode dividir en probas máis curtas)	70	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D11
	Exame final de preguntas curtas e problemas (50%)					D13
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe das prácticas de laboratorio	10	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13
	Informes e presentacións de traballos propostos ao longo do curso dentro das sesións de prácticas	20	A2 A3 A5	B1 B6	C24	D3 D4 D6 D11 D13

## Outros comentarios sobre a Avaliación

A avaliación do curso na primeira oportunidade realizase por Avaliación Continua. Os estudantes que teñan unha xustificación poderán renunciar oficialmente á avaliación continua e presentarse a un único examen final de primeira oportunidade, na data oficial. A nota obtida neste exame representará o 100% da nota final. Este exame pode ter unha parte a realizar nunha aula de informática e / ou laboratorio. A renuncia á avaliación continua debe facerse durante o primeiro mes de clase. Neste periodo se presentará o xustificante ao coordinador da materia para a súa valoración.

Para superar a materia na primeira oportunidade se requirirá unha puntuación superior a 5 puntos sobre 10 na avaliación conxunta da avaliación continua durante o desenvolvemento das clases e do exame na data oficial. A nota final obterase de acordo coas porcentaxes indicadas.

Non se supera a avaliación continua nos seguintes casos:

- A non execución ou entrega, sen xustificación, de calquera dos items da avaliación continua (traballos, prácticas, exames...). Neste caso, a calificación final que se reflicte en actas será de "non presentado".

- Obter unha nota inferior a 5 puntos sobre 10 no exame final de avaliación continua. Neste caso, a calificación final que se reflicte en actas será a do examen final de avaliación continua.

A avaliación do curso na segunda oportunidade realizase nun examen final na data planificada polo centro. A nota obtida neste exame representará o 100% da nota final. Este exame pode ter unha parte a realizar nunha aula de informática e / ou laboratorio.

Para superar a materia na segunda oportunidade se requirirá unha puntuación superior a 5 puntos sobre 10 no exame na data oficial.

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente polo Consello do Centro EEAE publícase na web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

A duración máxima dos exames será de 3 horas se non hai interrupción, e de 5 horas se hai unha pausa intermedia (3 horas como máximo para cada parte).

## Bibliografía. Fontes 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

---

## Recomendacións

---

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

---

Física: Física I/O07G410V01103

Física: Física II/O07G410V01202

Tecnoloxía aeroespacial/O07G410V01205

Mecánica clásica/O07G410V01305

---

---

## Plan de Continxencias

---

### Descrición

---

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece una planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun xeito mais áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

As metodoloxías propostas se manteñen pero se procede a súa realización a través do Campus Remoto. Se empregará de xeito máis intensivo a plataforma de teledocencia Faitic como reforzo para garantir a accesibilidade do alumnado aos contidos docentes.

\* Metodoloxías docentes que se modifican

As prácticas de laboratorio que requiran interactuar con elementos físicos se substitúen por outras actividades que se podan desenvolver no Campus Remoto, como traballos en grupo.

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías)

As titorías se desenvolverán no despacho virtual do profesor, no Campus Remoto.

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

\* Probas xa realizadas

As probas xa realizadas manteñen o seu peso na avaliación

\* Probas pendentes

As probas pendentes de realizar se manteñen planificadas e se realizarán empregando a plataforma Moodle e o Campus Remoto, e manteñen o seu peso na avaliación.

---

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

Materia	Cálculo numérico			
Código	O07G410V01941			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Matemática aplicada II			
Coordinador/a	Cid Iglesias, María Begoña			
Profesorado	Cid Iglesias, María Begoña			
Correo-e	bego@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descrición xeral	O obxectivo desta materia é que o alumnado coñeza e domine distintas técnicas e métodos, necesarios tanto para outras materias como para o exercicio profesional: os principais métodos numéricos para resolver grandes sistemas lineares e non lineares, problemas de valor inicial e de contorno e a aplicación do método de elementos finitos.			
	Materia do programa English Friendly. Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B2	Planificación, redacción, dirección e xestión de proxectos, cálculo e fabricación no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo.
C32	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os métodos de cálculo e de desenvolvemento dos materiais e sistemas da defensa; o manexo das técnicas experimentais, equipamento e instrumentos de medida propios da disciplina; a simulación numérica dos procesos físico-matemáticos máis significativos; as técnicas de inspección, de control de calidade e de detección de fallos; os métodos e técnicas de reparación máis adecuados.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
RA1: Coñecemento, comprensión e aplicación dos métodos numéricos de resolución dos modelos e problemas típicos da Tecnoloxía Aeroespacial.	A2	B2	C32	D3
	A3			D4
	A5			D5
				D6
				D8
				D11

RA2: Coñecer e saber usar algunha ferramenta de software de simulación numérica que use o método de elementos finitos.

A2 B2 C32 D3  
A3 D4  
A5 D5  
D6  
D8  
D11

### Contidos

Tema	
Resolución numérica de grandes sistemas lineares e non lineares	<ol style="list-style-type: none"> <li>Métodos directos</li> <li>Métodos iterativos.</li> <li>Precondicionadores.</li> <li>Métodos baseados en algoritmos de descenso.</li> <li>Métodos para sistemas non lineares.</li> </ol>
Métodos para problemas de valor inicial e de contorno	<ol style="list-style-type: none"> <li>Métodos para problemas de valor inicial</li> <li>Sistemas de ecuacións diferenciais ordinarias.</li> <li>Métodos para problemas de contorno.</li> </ol>
Método de diferenzas finitas para ecuacións en derivadas parciais	<ol style="list-style-type: none"> <li>MDF para EDP elípticas.</li> <li>MDF para EDP parabólicas.</li> <li>MDF para EDP hiperbólicas.</li> </ol>
Método de elementos finitos	<ol style="list-style-type: none"> <li>MEF en dimensión 1.</li> <li>MEF en dimensión superior.</li> <li>MEF para problemas vectoriais.</li> <li>MEF para problemas evolutivos.</li> </ol>

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	2	0	2
Lección maxistral	30	60	90
Resolución de problemas	6	12	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	13.5	13.5
Prácticas con apoio das TIC	12	12	24
Exame de preguntas de desenvolvemento	2.5	0	2.5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Actividades encamiñadas a tomar contacto e reunir información sobre o alumnado, así como a presentar a asignatura.
Lección maxistral	O profesorado exporá nas clases teóricas os contidos da materia que se ilustran con numerosos exemplos e aplicacións. O alumnado disporá de textos básicos de referencia para o seguimento da asignatura.
Resolución de problemas	Formulación, análise, resolución e debate dun problema ou exercicio relacionado coa materia impartida, tanto por parte do docente como dos estudantes. Para ilustrar e completar a explicación de cada lección e para axudar a que o alumnado adquira as capacidades necesarias.
Resolución de problemas de forma autónoma	O alumnado terá que resolver exercicios similares aos realizados na clase para adquirir as capacidades necesarias.
Prácticas con apoio das TIC	Utilizaranse ferramentas informáticas para resolver problemas e exercicios e aplicar os coñecementos obtidos nas clases de teoría, e o alumnado terá que resolver exercicios similares para adquirir as capacidades necesarias.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Resolución de problemas	O profesorado atenderá personalmente as dúbidas e consultas do alumnado. Atenderanse dúbidas en forma presencial, en especial nas clases de problemas e laboratorio e en titorías, como de forma non presencial, polos sistemas telemáticos dispoñibles para a asignatura.
Lección maxistral	O profesorado atenderá personalmente as dúbidas e consultas do alumnado. Atenderanse dúbidas en forma presencial, en especial nas clases de problemas e laboratorio e en titorías, como de forma non presencial, polos sistemas telemáticos dispoñibles para a asignatura.
Resolución de problemas de forma autónoma	O profesorado atenderá personalmente as dúbidas e consultas do alumnado. Atenderanse dúbidas en forma presencial, en especial nas clases de problemas e laboratorio e en titorías, como de forma non presencial, polos sistemas telemáticos dispoñibles para a asignatura.



<b>Avaliación</b>						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Resolución de problemas	Realización de forma autónoma dunha colección de problemas de cada bloque de contidos.  RA1	30	A2 A3 A5	B2	C32	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Prácticas con apoio das TIC	Asistencia e realización correcta das prácticas mediante programas informáticos.  RA1, RA2	20	A3 A5	B2	C32	D4 D5 D8
Exame de preguntas de desenvolvemento	Realización dun exame final no que se recollen os contidos correspondentes ás sesións maxistras e á resolución de problemas.  RA1	50	A2 A3 A5	B2	C32	D3 D4 D5 D6 D8 D11

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

No caso de non asistir á clase presencialmente, docencia mixta ou non presencial, para poder optar á avaliación é preciso subir unha foto actualizada á plataforma de teledocencia para poder identificar ao alumnado.

Para superar a asignatura é necesario realizar as prácticas de laboratorio e obter un 5 sobre 10 no exame final.

En calquera convocatoria é necesario obter un 5 para aprobar a materia. A duración máxima de calquera exame será de 3 horas.

#### **Avaliación segunda oportunidade (asistentes):**

O sistema de avaliación da segunda convocatoria é o mesmo que o da primeira, manténdose as calificacións obtidas correspondentes á resolución de problemas e/ou exercicios e ás prácticas informáticas. O exame puntuará sobre 10 e representará o 50 por cento da cualificación final.

#### **Procedemento de avaliación para non asistentes (calquera convocatoria):**

Avaliación teórico-práctica: Realización dun exame no que se avaliarán os resultados de aprendizaxe e a obtención das competencias sinaladas na guía docente. Cualificación: 80%

Avaliación de prácticas de informática: É imprescindible realizar esta proba para superar a materia. Consistirá nun exame práctico sobre os temas tratados nas prácticas de informática durante o curso. Cualificación: 20%

#### **Datos de avaliación:**

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE atópase publicado na páxina web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>.

Espérase que o estudiantado presente un comportamento ético adecuado. En caso de detectar un comportamento ético non adecuado (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, e outros) considerarase que o/a alumno/a non reúne os requisitos necesarios para superar a asignatura. Neste caso a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0).

Recórdase a prohibición do uso de dispositivos móbiles ou ordenadores portátiles en exercicios e prácticas dado que o Real Decreto 1791/2010, de o 30 de decembro, por o que se aproba o Estatuto de o Estudante Universitario, establece en o seu artigo 13.2.d), relativo a os deberes de os estudantes universitarios, o deber de :

*"Absterse da utilización ou cooperación en procedementos fraudulentos nas probas de avaliación, nos traballos que se realicen ou en documentos oficiais da universidade".*

### **Bibliografía. Fontes 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,

---

---

### **Recomendacións**

---

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Matemáticas: Álgebra lineal/O07G410V01102

Matemáticas: Cálculo I/O07G410V01101

Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201

Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

---

#### **Outros comentarios**

Recoméndase acudir a clase e traballar os contidos semanalmente.

---

---

### **Plan de Continxencias**

---

#### **Descrición**

En caso de circunstancias excepcionais:

##### Docencia virtual

A actividade docente levarase a cabo mediante Campus Remoto reforzada co uso da plataforma de teledocencia Fatic sen prexuízo doutras medidas que se poidan adoptar para garantir a accesibilidade do alumnado aos contidos docentes.

##### Titorías

Todas as sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos, ben de xeito asíncrono (foros e mensaxería das plataformas de teledocencia, ou o correo electrónico) ben mediante videoconferencia, neste caso baixo a modalidade de concertación previa.

##### Avaliación

Os exames realizaranse de modo presencial salvo que se indique o contrario polas autoridades académicas. En calquera caso, seguen vixentes todos os comentarios incluídos no apartado de Avaliación.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aleacións e materiais compostos aeroespaciais**

Materia	Aleacións e materiais compostos aeroespaciais			
Código	O07G410V01942			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OP	3	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría dos materiais, mecánica aplicada e construción			
Coordinador/a	Pena Uris, Gloria María			
Profesorado	Pena Uris, Gloria María			
Correo-e	gpena@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es/">http://faitic.uvigo.es/</a>			
Descrición xeral	<p>Esta materia debe considerarse como unha continuación da Ciencia e Tecnoloxía dos Materiais cursada en segundo curso da titulación. Nela afondarase no estudo dos materiais máis empregados na industria aeroespacial. Estudaranse tanto os materiais lixeiros (alíaxes e materiais compostos) empregados no fuselaxe, ás e estabilizadores das aeronaves, como as alíaxes de altas prestacións que forman parte do sistema motopropulsor, tren de aterraxe, etc.</p> <p>Estudaranse as propiedades mecánicas e comportamento en servizo. Presentaranse tamén métodos de unión destes materiais e as técnicas de control de calidade empregadas pola industria.</p> <p>Materia do programa English Friendly. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.</p>			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
C11	Comprender as prestacións tecnolóxicas, as técnicas de optimización dos materiais e a modificación das súas propiedades mediante tratamentos.
C19	Coñecemento aplicado de: a ciencia e tecnoloxía dos materiais; mecánica e termodinámica; mecánica de fluídos; aerodinámica e mecánica do voo; sistemas de navegación e circulación aérea; tecnoloxía aeroespacial; teoría de estruturas; transporte aéreo; economía e produción; proxectos; impacto ambiental.
C30	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: As prestacións tecnolóxicas, as técnicas de optimización dos materiais utilizados no sector aeroespacial e os procesos de tratamentos para modificar as súas propiedades mecánicas.
C32	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os métodos de cálculo e de desenvolvemento dos materiais e sistemas da defensa; o manexo das técnicas experimentais, equipamento e instrumentos de medida propios da disciplina; a simulación numérica dos procesos físico-matemáticos máis significativos; as técnicas de inspección, de control de calidade e de detección de fallos; os métodos e técnicas de reparación máis adecuados.
C33	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica do voo, enxeñaría da defensa aérea (balística, mísiles e sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia e tecnoloxía dos materiais, teoría de estruturas.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos
D13	Sustentabilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Coñecemento, comprensión e aplicación dos materiais empregados no sector aeroespacial: capacidade de identificar as súas diferenzas.	A3	C11 C19 C30 C33	D4 D8 D11 D13
Coñecemento, comprensión e aplicación dos materiais utilizados no sector aeroespacial: ferramentas para a determinación do comportamento e propiedades.	A3 A5	C11 C32 C33	D4 D5 D8 D11
Coñecemento, comprensión e aplicación dos materiais empregados no sector aeroespacial: métodos de fabricación e optimización.	A2 A3 A5	C11 C19 C32 C33	D3 D4 D5 D11 D13

## Contidos

Tema	
Tema 1.- Comportamento en servizo das aliaxes metálicas	Rotura dúctil e fráxil. Influencia da temperatura nos procesos de rotura Durabilidade.. Procesos de fraxilización. Corrosión. Métodos de protección. Técnicas de soldadura: láser, soldadura por difusión e soldadura por fricción batida.
Tema 2.- Aliaxes Lixeiras: Aliaxes de Aluminio. Aliaxes de Magnesio e Berilio	Aliaxes de aluminio: Procesado e tratamentos térmicos. Clasificación. Principais aliaxes de aluminio para aplicacións aeroespaciais. Aliaxes de Mg para aplicacións aeroespaciais. Aliaxes de Berilio. Principais aplicacións aeroespaciais.
Tema 3.- Aceiros de moi alta resistencia.	Aceiros de alta resistencia de temple e revenido. Aceiros PH. Aceiros inoxidables. Aceiros de moi alta resistencia mecánica. Aceiros maraging.
Tema 4.- Aliaxes de Titanio	Introdución ás aliaxes de Titanio: metalurxia física e procesado. Propiedades das aliaxes de Titanio. Aplicacións aeroespaciais das aliaxes de Ti. Esponxa de titanio.
Tema 5.- Superaliaxes, aliaxes especiais.	Superaliaxes de base níquel e de base cobalto. Intermetálicos estruturais: aluminuros de titanio, de níquel e de ferro. Aliaxes con Memoria de forma. Aliaxes superplásticas. Aplicacións aeroespaciais.
Tema 6.- Materiais compostos de matriz polimérica.	Características xerais. Fibras e Matrices: F. de carbono. Fibras cerámicas (de vidro, 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 Estruturais
Tema 7.- Materiais Cerámicos de aplicación na industria aeroespacial.	Características xerais. Materiais cerámicos UHT: boruros, carburos, nitruros. Aplicacións (TBC's, sistemas de propulsión, escudos térmicos). Materiais compostos de matriz cerámica.
Tema 8.- Selección de Materiais	Requisitos deseño. Materiais para superficies sustentadoras. Materiais para fuselaxes. Materiais para sistemas de propulsión. Integración de materiais.
Tema 9.- Control de calidade e Ensaio	Control de materias primas. Técnicas de análise térmico. Ensaio mecánicos. Ensaio non destrutivos.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	0	1
Lección maxistral	40	120	160
Prácticas de laboratorio	14	2.8	16.8
Resolución de problemas	5	2.5	7.5
Estudo de casos	4	20	24
Saídas de estudo	8	0	8
Exame de preguntas obxectivas	1.5	0	1.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	0.5	0	0.5
Presentación	0.5	3	3.5
Cartafol/dossier	0.5	1.7	2.2

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

Descrición
Actividades introdutorias Presentación da materia. Descrición da metodoloxía e probas de avaliación. Asignación de grupos

Lección maxistral	Exposición por parte do profesor/a dos contidos fundamentais da materia. Os coñecementos adquiridos polo estudiantado avaliaríase a través dun exame escrito realizado segundno o calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE, publicado na páxina web <a href="http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames">http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames</a> Dita proba consta de preguntas obxectivas e de resposta curta
Prácticas de laboratorio	Actividades para a aplicación prácticca dos coñecementos adquiridos. Desenvólvese en laboratorio e con equipamento especializado. Serán avaliadas a través dun informe de prácticas
Resolución de problemas	Resolución de cuestións, problemas e exercicios relacionados coa materia. O alumnado deberá ser capaz de resolver problemas de forma autónoma
Estudo de casos	Realízase unha proposta de casos reais que o estudiantado ten que analizar, recompilar información de xeito autónomo, individualmente ou en grupo coa orientación do profesorado. Avaliaráanse a través da presentación e defensa pública realizada ante o profesorado e o resto do alumnado coa axuda dun póster ou dunha ferramenta informática.
Saídas de estudo	Visitas en grupo reducido realizada a algunha das empresas do sector aeronáutico. O estudante deberá presentar un informe da visita realizada

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Atención que o profesorado presta de xeito individual ao alumnado para resolver as dúbidas e dificultades que atope na comprensión dos contidos da materia.
Estudo de casos	Orientación que presta o profesorado ao alumno ou grupo de alumnos para desenvolver o caso real que se lle propuxo resolver
Resolución de problemas	Tempo no que o profesor axuda ao alumno/a a resolver as diificultades que poda encontrar na resolución de problemas e exercicios prácticos

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Exame de preguntas obxectivas	Proba escrita individual na que o alumno/a deberá responder a cuestións relativas á materia presentada na aula, demostrando comprensión dos conceptos básicos, capacidade de organización da información e de relacionar conceptos	40	A2 A3	C32	D4 D8
Resolución de problemas e/ou exercicios	Resolución de diversos cuestionarios online a través da plataforma FAITIC, consistentes en preguntas tipo test coas que alumnado deberá amosar a súa capacidade de responder con rapidez, demostrando capacidade de toma de decisións.	20		C32 C33	D5 D8
Presentación	Proba na que o alumno/a ou un grupo de estudantes presenta os resultados do seu estudo dun caso concreto que foi formulado polo profesor. O resumo da análise realizada, busca de información, estudo etc. será presentado nun póster ou ferramenta informática. A información deberá estar ben estruturada, documentada e claramente exposta. A defensa do traballo realizaráse oralmente, diante do profesorado e dos compañeiros/as, demostrando o coñecemento adquirido e a súa capacidade de comunicación. Deberán responder ás preguntas formuladas.	30	A2 A3 A5		D4 D5 D8 D11 D13
Cartafol/dossier	No cartafol do estudante recolleráanse os resumos ou cuestións relativas ás prácticas de laboratorio realizadas, así como das visitas de estudo as empresas seleccionadas. Valorarase a calidade da información, claridade de exposición e axuste a normativa, de selo caso	10	A3 A5	C32 C33	D5 D8 D11 D13

### Outros comentarios sobre a Avaliación

A avaliación completa dos coñecementos e habilidades desenvolvidos polo estudiantado realizaráse a través de probas de Avaliación continúa e un exame final escrito.

- **Avaliación continúa:** suporá un **60%** da cualificación total e constará de actividades que se desenvolverán ao longo de todo o cuatrimestre (Cuestionarios on-line: 20%; Traballo individual ou de grupo: 30%; Cartafol/ dossier: 10%)

- **O exame escrito(40%)** consta de preguntas obxectivas, preguntas curtas, e cuestións tipo test. Realizaráse nas datas fixadas no calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE . Atópase publicado na páxina web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

Para superar a materia, será necesario acadar unha nota mínima do 40% en cada un dos tipos de avaliación (2,4/6 na avaliación continúa e 1,6/4 no exame escrito). No caso de non acadarse este criterio, a máxima cualificación que poderá acadar o alumno/a é un 4/10.

Para a avaliación correspondente á **segunda edición da acta (xuño/xullo)** o estudante que asistia con regularidade ao curso, e teña superada a avaliación continua, poderá escoller entre manter a cualificación obtida nestas probas e realizar só o exame escrito cun valor do 40%, ou renunciar a cualificación obtida na avaliación continua e realizar un exame que avalíe a totalidade das competencias, cun 100% da puntuación. Esta decisión deberá comunicarse na forma e no prazo establecido polo centro ou polo profesorado da materia.

No caso do alumnado que non asistira ao curso, a avaliación realizarase en base á nota dun exame final para avaliar todas as competencias asignadas a esta materia, cun 100% da puntuación.

**CÓDIGO ÉTICO:** Como membros da Universidade de Vigo, agárdase que o estudiantado desta materia promova e comparta unha cultura ética e de integridade académica. Considérase que calquera intento de obter unha vantaxe académica por medios deshonestos ou inxustos é unha falta de integridade que resulta inaceptable.

No caso de que o profesorado detecte un comportamento non ético por parte de un/unha estudante (copia no exame escrito a través de calquera método, utilización de dispositivos electrónicos se non son expresamente autorizados, plaxio, reutilización de traballos, etc.) o alumno será cualificado cunha nota de: Suspenso (0,0) na nota final. No caso de reincidencia, serán comunicados os feitos á dirección da EEAE para a súa consideración.

---

## **Bibliografía. Fontes de información**

### **Bibliografía Básica**

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

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

### **Bibliografía Complementaria**

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

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

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

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

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

---

## **Recomendacións**

### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

Aerodinámica e aeroelasticidade/O07G410V01923

Fabricación aeroespacial/O07G410V01501

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Química: Química/O07G410V01203

Tecnoloxía aeroespacial/O07G410V01205

Ciencia e tecnoloxía dos materiais/O07G410V01304

Resistencia de materiais e elasticidade/O07G410V01405

### **Outros comentarios**

No caso de discrepancia ou inconsistencia na información contida nas distintas versións lingüísticas desta guía enténdase que prevalece a versión editada en galego.

---

## **Plan de Continxencias**

### **Descrición**

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece una planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun xeito mais áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

- Manteráse a totalidade das sesións teóricas previstas na guía docente que poderán ser impartidas de xeito non presencial a través das aulas do Campus Remoto da UVigo.

\* Metodoloxías docentes que se modifican

- As sesións prácticas modificaránse en función das normas establecidas pola Universidade ou pola EEAE, reducindo o tamaño dos grupos para manter as distancias de seguridade, e realizando todas aquelas actividades que sexa posible de xeito virtual a través do Campus Remoto. No caso de suspenderse totalmente a docencia presencial, proporánse actividades alternativas que permitan cubrir os contidos da parte práctica da materia: ferramentas virtuais, videos, etc.
- A defensa do traballo considerado na avaliación continua levarase a cabo preferentemente de xeito presencial. No caso de non ser posible, realizarase a través do Campus virtual.

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías)

- A atención ao alumnado realizarase a través dos despachos virtuais do profesorado no Campus Remoto da UVigo ampliando o horario para favorecer a participación dos estudantes. Tamén poderán empregarse outros medios como correo electrónico, foros de FAITIC, videoconferencia, etc. Todos estes medios empregaránse sempre tras concertación previa co profesorado.

\* Modificacións (se procede) dos contidos a impartir

- Dependendo do momento no que se active a docencia non-presencial ou semipresencial, comunicarase ao alumnado, a través de FAITIC, a modificación nos contidos da parte práctica da materia de acordo coa organización establecida (ver apartado de Adaptación da Avaliación)

\* Bibliografía adicional para facilitar a auto-aprendizaxe

- Ao final de cada tema ofrécese bibliografía adicional para a súa preparación. No caso de que as medidas de protección sanitaria impidan o acceso do estudantado ás bibliotecas universitarias, ofreceránse alo alumnado documentación adicional

\* Outras modificacións

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

\* Probas xa realizadas

As probas de avaliación continua xa realizadas no momento da suspensión da presencialidade manterán a porcentaxe na nota final establecida na guía docente sen variación.

\* Probas pendentes que se manteñen

Todas as probas de avaliación pendentes de realización manteñen a valoración indicada na guía docente.

\* Probas que se modifican

- Pese ao cambio na presencialidade/virtualidade das probas de avaliación, non se modificará a valoración indicada na guía docente, excepto no caso de que a excepcionalidade da situación impida a realización de ningunha das prácticas de laboratorio previstas, nin das visitas ás empresas.

Neste caso, as actividades a desenvolver implicarán maior carga de traballo por parte do alumnado, que será tida en conta cun 20% na cualificación. Este incremento, supón unha redución do peso do exame escrito do 40% ao 30%.

\* Novas probas

No caso excepcional indicado anteriormente, realizarase unha nova proba de avaliación online que valore os coñecementos adquiridos nas actividades substitutorias das prácticas de laboratorio. Esta nova proba, constará de preguntas curtas e exercicios e substituirá ao cartafol e será valorada cun 20%.

\* Información adicional

En calquera caso, manterase sempre a condición necesaria de obter unha puntuación mínima do 40% nos dous tipos de avaliación. De non acadarse este requisito, a máxima cualificación final será de 4 sobre 10.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica analítica e orbital**

Materia	Mecánica analítica e orbital			
Código	O07G410V01943			
Titulación	Grao en Enxeñaría Aeroespacial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Tommasini , Daniele			
Profesorado	Tommasini , Daniele			
Correo-e	daniele@uvigo.es			
Web	<a href="http://fatic.uvigo.es/">http://fatic.uvigo.es/</a>			
Descrición xeral	Estudaranse os métodos da Mecánica Analítica Lagrangiana e Hamiltoniana, para aplicalos en particular á Mecánica Orbital dos vehículos espaciais.			
	Materia do programa English Friendly. Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

**Competencias**

Código	
A2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
A3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B6	Capacidade para participar nos programas de probas en voo para a toma de datos das distancias de despegamento, velocidades de ascenso, velocidades de perdas, maniobrabilidade e capacidades de aterraxe.
C24	Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os sistemas das aeronaves e os sistemas automáticos de control de voo dos vehículos aeroespaciais.
C26	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica e termodinámica, mecánica do voo, enxeñaría de aeronaves (á fixa e ás rotatorias), teoría de estruturas.
C33	Coñecemento aplicado de: aerodinámica; mecánica do voo, enxeñaría da defensa aérea (balística, mísiles e sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia e tecnoloxía dos materiais, teoría de estruturas.
D3	Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa
D4	Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información
D5	Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións
D6	Capacidade de comunicación interpersoal
D8	Capacidade de razoamento crítico e autocrítico
D11	Ter motivación pola calidade con sensibilidade cara a temas do ámbito dos estudos

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese dos métodos e técnicas da mecánica analítica; especificamente, as ecuacións de Lagrange, as ecuacións de Hamilton-Jacobi e as transformacións canónicas, o equilibrio de sistemas dinámicos e as oscilacións de 1 grao de liberdade e N graos de liberdade	A2	B6	C24	D3
	A3		C26	D4
	A5		C33	D5
				D6
				D8
Coñecemento, comprensión, aplicación, análise e síntese dos problemas astrodinámicos relacionados co movemento do centro de masas dun vehículo espacial; en concreto, as órbitas keplerianas, as órbitas reais condicionadas polas diferentes perturbacións orbitales, as órbitas osculatrices e os métodos numéricos usuais en Astrodinámica	A2	B6	C24	D3
	A3		C26	D4
	A5		C33	D5
				D6
				D8
			D11	



**Contidos**

Tema	
Mecánica Analítica	Introducción á Mecánica Lagrangiana Introducción á Mecánica Hamiltoniana Sistemas Dinámicos: exemplos; linealización; criterios de estabilidade de Lyapunov; integración numérica
Mecánica Orbital	Movemento Kepleriano Forzas Perturbadoras: modelización; métodos numéricos para o cálculo de órbitas e parámetros orbitais Dinámica de Actitude

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Resolución de problemas	12	18	30
Prácticas con apoio das TIC	12	18	30
Lección maxistral	26	39	65
Exame de preguntas de desenvolvemento	2.5	0	2.5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	22.5	22.5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

	Descrición
Resolución de problemas	Solucionaranse problemas de mecánica analítica e orbital coa participación do alumnado
Prácticas con apoio das TIC	O alumnado solucionará numericamente problemas de mecánica orbital na aula de informática coa supervisión do profesor
Lección maxistral	O docente expoñerá a teoría en leccións maxistras

**Atención personalizada**

Metodoloxías	Descrición
Resolución de problemas	Cada alumno/a participará na resolución de problemas coa axuda do docente.
Prácticas con apoio das TIC	Cada alumno/a participará na resolución de problemas numéricos coa axuda do docente.
Probas	Descrición
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Cada alumno/a participará na elaboración dos informes das prácticas coa axuda do docente.

**Avaliación**

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe				
Resolución de problemas	Asistencia e participación activa nas aulas de resolución de problemas	5	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11	
Prácticas con apoio das TIC	Asistencia e participación activa nas prácticas de computación	5	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11	

Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame de preguntas de desenvolvemento en relación ás competencias da materia	70	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe sobre a metodoloxía e os resultados das prácticas de cálculo numérico	20	A2 A3 A5	B6	C24 C26 C33	D3 D4 D5 D6 D8 D11

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Para os e as alumnos/as que renuncien á avaliación continua, a avaliación farase enteramente co exame (100% neste caso). En segunda edición da acta, tamén se dará a oportunidade de que o exame conte o 100% da avaliación para o alumnado que o pida.

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE atópase publicado na páxina web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

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

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

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

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

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

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

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

#### Bibliografía Complementaria

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

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

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

### Recomendacións

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Física: Física I/O07G410V01103

Informática: Informática/O07G410V01104

Matemáticas: Álgebra lineal/O07G410V01102

Matemáticas: Cálculo I/O07G410V01101

Matemáticas: Cálculo II/O07G410V01201

Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

Mecánica clásica/O07G410V01305

Cálculo numérico/O07G410V01941

### Plan de Continxencias

#### Descrición

=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece una planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun xeito mais áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

No caso en que teñas que ser non presenciais, as clases maxistras e as da resolución de problemas se impartirán por

Campus remoto ou por Microsoft Teams. Estes medios, xunto co email, serán tamén utilizados para a interacción co alumnado para os exercicios de práctica numérica.

\* Metodoloxías docentes que se modifican  
Ver apartado anterior.

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (titorías)  
As titorías, no caso en que teñan que ser non presenciais, realizaranse por email, por Campus Remoto, ou por Microsoft Teams, previo acordo co alumnado.

\* Modificacións (se procede) dos contidos a impartir

\* Bibliografía adicional para facilitar a auto-aprendizaxe

\* Outras modificacións

=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===

\* Probas que se manteñen

Mantendranse a avaliación continua da participación activa na clases e nas prácticas [peso total 10%] e das memorias de prácticas numéricas [peso total 20%].

\* Probas que se modifican

No caso de non poder ser presencial, o exame escrito farase por correo electrónico en tempo limitado (cada alumno/a tendrá texto distinto) e pesará o 30 %

\* Novas probas

No caso de non poder ter exames escritos presenciais, se realizará un exame oral que constará de dúas partes:

1. Presentación oral individual por videoconferencia da memoria das prácticas de cálculo numérico [peso 10 %];
  2. Presentación individual en videoconferencia con soporte en powerpoint, pdf, ou outro método semellante de un traballo individual sobre un aspecto da Mecánica Orbital (con posibilidade de preguntas) [peso 30 %]
-