



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Mecánica de fluídos II e CFD

Materia	Mecánica de fluídos 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 fluídos			
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 Fluídos 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 fluídos, 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 fluídos; 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 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.
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.
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 interpersonal
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 Fluídos	A3	C16 C18 C19 C22 C28	D4 D5 D8 D11
Capacidade para aplicar os principais conceptos e técnicas da Mecánica de Fluídos 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 fluídos 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 Condições 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 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 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 realízasas 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

---