



Teaching Guide

Teaching Guide				
Identifying Data				2019/20
Subject (*)	Fluid mechanics		Code	730G05019
Study programme	Grao en Enxeñaría Naval e Oceánica			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	2nd four-month period	Second	Obligatory	6
Language	SpanishGalician			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Enxeñaría Naval e Industrial			
Coordinador	Sánchez Simón, María Luisa		E-mail	maria.luisa.sanchez.simon@udc.es
Lecturers	Prieto Garcia, Abraham Sánchez Simón, María Luisa		E-mail	abraham.prieto@udc.es maria.luisa.sanchez.simon@udc.es
Web				
General description	A mecánica de fluídos debe ser considerada como unha materia básica na formación dun enxeñeiro industrial. Neste curso o alumno estudará os conceptos fundamentais de cinemática e estática de fluídos, chegará a entender o significado das ecuacións de conservación tanto en forma integral como diferencial, comprenderá a necesidade e aprenderá a simplificar estas ecuacións e estudará o movemento de fluídos, a teoría da capa límite e a turbulencia.			

Study programme competences

Code	Study programme competences
A7	Knowledge of the basic concepts of the mechanism of fluids and of its application to the careens of ships and artifacts, and to the machines, equipment and naval systems.
B5	That the students developed those skills of learning necessary to start subsequent studies with a high degree of autonomy
B6	Be able to carrying out a critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas.
C4	Recognizing critically the knowledge, the technology and the available information to solve the problems that they must face.

Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences		
Explicar os principios fundamentais que rexen o comportamento dos medios fluídos a partir dos principios básicos de conservación e constitución.	A7	B5 B6	C4
Aplicar os métodos e conceptos de cinemática para a descrición de fluxos de fluídos.	A7	B5 B6	C4
Resolver problemas sinxelos de fluídoestática.	A7	B5 B6	C4
Deducir as ecuacións da mecánica de fluídos en forma integral e diferencial a partir dos principios constitutivos e as leis de conservación, e coñecer o significado físico dos seus termos.	A7	B5 B6	C4
Aplicar as ecuacións da Mecánica de Fluídos aos cálculos de balance de masa, forzas, momento cinético e enerxía.	A7	B5 B6	C4
Aplicar as técnicas de análises dimensional á obtención leis de semellanza en experimentación, e para a simplificación das ecuacións en función das características de cada caso.	A7	B5 B6	C4

Contents

Topic	Sub-topic
-------	-----------



Curso 0: Repaso de Conceptos previos	? Variables termodinámicas en líquidos e gases ? Notación ? Producto $\nabla \cdot$? Convenio de sumación de Einstein ? Diverxencia, gradiente e rotacional dun campo ? Teorema de (a divergencia de) Gauss-Ostrogadski
TEMA 1. Introducción e conceptos básicos (Na memoria de verificación corresponde a: Definicións e conceptos básicas, os fluídos como medios continuos e outras hipóteses fundamentais)	A Mecánica de Fluídos ? A Mecánica de Fluídos, obxecto e aplicacións ? A Mecánica de Fluídos e as súas relacións con outras ciencias ? Guía docente. Plantexamento e organización do curso Definicións e hipóteses básicas ? Sólidos, líquidos e gases ? Hipótese do medio continuo ? Magnitudes fluídas. Densidade, velocidade e enerxía interna nun punto ? Hipótese do equilibrio termodinámico local. Variables termodinámicas ? Partícula fluída ? Tipos particulares de fluxos Forzas no seo do fluído considerado como continuo ? Forzas no seo dun fluído ? Forzas de volume e forzas máxicas ? Forzas de superficie. Tensor de esforzos. Presión ? Unha primeira expresión da ecuación da cantidade de movemento



TEMA 2. Fluidostática e tensión superficial

(Na memoria de verificación corresponde a: Fluidoestática)

Fluidostática

- ? Ecuación fundamental da fluidostática
- ? Equilibrio baixo a acción de forzas máxicas que derivan dun potencial
- ? Estabilidade
- ? Forzas máxicas habituais, os seus potenciais, e as súas superficies equipotenciais
- ? Cálculo de forzas sobre superficies
- ? Principio de Arquímedes xeralizado
- ? Atmósfera estándar
- ? Unidades de presión
- ? Principio de Pascal

Hidroestática

- ? Hidroestática
- ? Superficies planas. Prisma de presións
- ? Compoñente vertical da forza de presión
- ? Compoñente horizontal da forza de presión
- ? Estabilidade de corpos mergullados e flotantes
- ? Efectos de subpresión
- ? Aplicacións á medida de presión

Tensión superficial

- ? Equilibrio na entrefase. Ecuación de Laplace
- ? Liña e ángulo de contacto
- ? Formas da entrefase entre fluídos en repouso. Lonxitude capilar

TEMA 3. Cinemática

(Na memoria de verificación corresponde a: Cinemática de fluídos)

Conceptos de cinemática de fluídos

- ? Sistemas de referencia de Lagrange e Euler
- ? Tipos particulares de movementos fluídos
- ? Liñas, superficies e volumes fluídos
- ? Traxectoria, traza e senda
- ? Liñas de corrente e superficies de corrente
- ? Punto de remanso

Variación de magnitudes fluídas

- ? Derivada substancial
- ? Aceleración

Movemento na contorna dun punto

- ? Velocidades na contorna dun punto
- ? Tensor velocidades de deformación
- ? Velocidade de rotación
- ? Vorticidade e circulación
- ? Movementos irrotacionais. Función potencial
- ? Teorema de Kutta-Joukowski



TEMA 4. Dinámica e ecuacións xerais

(Na memoria de verificación corresponde a: Leis de conservación da Mecánica de Fluídos: principios constitutivos e ecuacións de Navier-Stokes)

Fenómenos de transporte

- ? Fenómenos difusivos de transporte e as leis fenomenolóxicas
- ? Transmisión de calor por conduction
- ? Difusión de masa
- ? Transporte molecular de cantidade de movemento

Volumes fluídos e de control

- ? Os modelos fluídos e as leis de conservación
- ? Volume de control
- ? Teorema do transporte de Reynolds

Ecuación de conservación da masa

- ? Forma integral
- ? Forma diferencial
- ? Función de corrente

Ecuación de conservación da cantidade de movemento

- ? Ecuación de cantidade de movemento en forma integral
- ? Ecuación de cantidade de movemento en forma diferencial:
Ecuación de Navier -Stokes
- ? Ecuación da enerxía mecánica

Ecuación de conservación da enerxía en forma integral

- ? Ecuación da enerxía en forma integral
- ? Caso de que as forzas máxicas deriven dun potencial escalar

Ecuación de conservación da enerxía en forma diferencial

- ? Ecuación de conservación da enerxía en forma diferencial
- ? Ecuación de conservación da enerxía a lo largo dunha liña de corrente
- ? Ecuación de conservación da enerxía interna en forma diferencial
- ? Ecuación da entropía
- ? Ecuación da enerxía interna para fluxo incompresible

Ecuaciones de de la enerxía en máquinas

- ? Ecuación da enerxía para unha máquina de fluído
- ? Ecuación da enerxía interna para máquinas hidráulicas
- ? Ecuación da enerxía (mecánica) para unha máquina hidráulica
- ? Aquecemento debido á fricción
- ? Alturas e rendementos en máquinas hidráulicas

Resumo e discusión do sistema completo de ecuacións de Navier-Stokes

- ? O sistema completo de ecuacións de Navier-Stokes
- ? Simplificación para fluxos incompresibles
- ? Condicións iniciais e de contorno
- ? Existencia e unicidade da solución. Movemento turbulento



TEMA 5. Análise dimensional e semellanza (Na memoria de verificación corresponde a: Análise dimensional e semellanza en Mecánica de Fluídos)	Análise dimensional e semellanza ? Obxecto e aplicacións da análise dimensional ? O teorema PI de Buckingham ? Aplicación do teorema PI ao estudo do movemento ao redor dun corpo ? Adimensionalización das ecuacións. Números adimensionais ? Semellanza. Semellanza parcial
TEMA 6. Movemento laminar (Na memoria de verificación corresponde a: Fluxos de interese en enxeñaría: Fluxos laminares, ideais, turbulentos e capas límite)	Movimientos laminares unidireccionales de líquidos ? Introdución ? Simplificación das ecuacións do movemento ? Condicións iniciais e de contorno ? Ecuación da enerxía ? Movementos laminares estacionarios planos e unidireccionais ? Movemento laminar estacionario en condutos de sección circular ? Estabilidade da corrente laminar ? Condición de fluxo guiado ? Condición de viscosidade dominante ? Efecto da lonxitude finita do conduto na perda de carga ? Perda de carga en condutos de sección lentamente variable e curvatura pequena
TEMA 7. Fluídos ideais (Na memoria de verificación corresponde a: Fluxos de interese en enxeñaría: Fluxos laminares, ideais, turbulentos e capas límite)	Fluídos ideais ? Condicións de fluxo ideal ? Ecuacións de Euler ? Condicións iniciais e de contorno das ecuacións de Euler ? Continuidade, unicidade e existencia da solución das ecuacións de Euler ? Descontinuidades e capas límites en fluídos ideais ? Ecuación de Euler-Bernoulli ? Ecuación de Euler-Bernoulli para movemento isentrópico de gases ? Condicións de remanso ? Ecuación de Bernoulli ? Tubo de Pitot ? Outras aplicacións
TEMA 8. Capa límite (Na memoria de verificación corresponde a: Fluxos de interese en enxeñaría: Fluxos laminares, ideais, turbulentos e capas límite)	Capa límite ? Concepto de capa límite ? Ecuacións da capa límite bidimensional incompresible ? Espesores de capa límite ? Solución de Blasius para a capa límite laminar de placa plana sen gradiente de presión ? Capa límite turbulenta ? O efecto do gradiente de presión. Desprendemento da capa límite



Tema 9. Turbulencia (Na memoria de verificación corresponde a: Fluxos de interese en enxeñaría: Fluxos laminares, ideais, turbulentos e capas límite)	Introdución á turbulencia ? Orixe e características do movemento turbulento ? Escalas da turbulencia e ferverza de enerxía ? Valores medios ? As ecuacións de Reynolds ? Esforzos de Reynolds ? O problema do peche Perdas de carga en condutos ? Movemento en condutos de sección circular ? Perdas de carga en condutos de sección circular ? Diagrama de Moody ? Condutos de sección non circular. Diámetro hidráulico ? Perdas de carga locais ? Sistemas de tubaxes ? Tubaxe acoplada a unha bomba
Prácticas de Laboratorio	Práctica 1. Determinación da velocidade de descarga dun depósito Práctica 2. Calibración dun Venturi Práctica 3. Distribución de presións ao redor dun cilindro Práctica 4.1. Perdas de carga en tubo recto Práctica 4.2. Perdas de carga en tubo con accesorios Práctica 5. Capa límite nunha placa plana

Planning				
Methodologies / tests	Competencies	Ordinary class hours	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A7 B5 B6 C4	30	30	60
Problem solving	A7 B5 C4	20	20	40
Laboratory practice	A7 B5 C4	4	4	8
Supervised projects	A7 B5 B6 C4	0	32	32
Mixed objective/subjective test	A7 B6 C4	6	0	6
Personalized attention		4	0	4

(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Exposición oral na sala dos fundamentos teóricos es da materia complementada co uso de medios audiovisuais e a introdución dalgunhos exemplos e preguntas dirixidas aos estudantes.
Problem solving	A profesora explicará o método e a forma que se ha de seguir na resolución de distintos tipos de problemas. Os problemas serán exercicios de aplicación das distintas partes que conforman a materia. En cada parte comezarase con exercicios simples que se irán facendo mais complexos co fin de adaptalos o mais posible a casos reais. A alumna, ou alumno, disporá dunha colección de problemas que poderá resolver por se mesma.
Laboratory practice	Desenvolvemento de prácticas no laboratorio de mecánica de fluídos. As alumnas e alumnos obterán datos experimentais dos valores de distintas magnitudes fluidodinámicas nos distintos bancos e equipos do laboratorio. Posteriormente, deberán elaborar individualmente unha memoria que incluírá un tratamento dos datos que lles permita ter un coñecemento preciso dos fenómenos estudados. A realización das prácticas de laboratorio e das memorias prácticas é obrigatoria.



Supervised projects	A alumna, ou alumno, voluntariamente, poderá resolver problemas facilitados pola profesora cuxa solución será discutida en titorías, e que poderá formar parte da avaliación final.
Mixed objective/subjective test	Realizaranse dúas probas de avaliación, unha a mediados e outra ao final de curso. Consistirán nunha proba escrita na que haberá que responder a diferentes tipos de preguntas tanto teóricas como resolver problemas curtos e longos.

Personalized attention

Methodologies	Description
Problem solving Laboratory practice	A realización das prácticas de laboratorio e das memorias prácticas é obrigatoria. A prácticas de laboratorio realizaranse en parellas, dentro de grupos reducidos que no exceden tres parellas por cada sesión de prácticas. Isto permite á docente prestar una atención personalizada. En cada momento, cada parella está a realizar unha práctica diferente, e as parellas van rotando ao longo da sesión. A alumna ou alumno, voluntariamente, poderá resolver problemas facilitados polas e polos docentes cuxa solución será discutida en titorías, e que poderá formar parte da avaliación final. Aquelas alumnas e alumnos con dispensa académica deberán realizar as prácticas de laboratorio, e poderán voluntariamente resolver problemas facilitados polas e por os docentes da materia cuxa solución será discutida en titorías, e que poderá formar parte da avaliación final. As datas da realización das prácticas e da entrega das memorias correspondentes poderán ser acordadas coas e cos docentes da materia.

Assessment

Methodologies	Competencies	Description	Qualification
Laboratory practice	A7 B5 C4	A realización das prácticas de laboratorio e das memorias individuais de prácticas é obrigatoria. Cada alumna ou alumno, deberá realizar tamén, obrigatoria e individualmente, unha memoria de cada práctica. A nota conxunta das memorias terá que ser de 5 sobre 10 para que as prácticas estean aprobadas. As memorias serán individuais As memorias incompletas o fora de prazo serán consideradas como prácticas non realizadas. As prácticas conservaranse durante os dous cursos seguintes ao de realización sempre que o alumno teña entregadas as memorias completas nos prazos marcados.	10



Mixed objective/subjective test	A7 B6 C4	Realizarase unha proba parcial a metade do curso, e outra proba final, na data oficial da primeira oportunidade. Cada unha das probas poderá constar de varias partes que poderán incluír cuestións de teoría, exercicios simples de aplicación dos conceptos teóricos desenvolvidos en clase, e problemas longos. Se a nota da proba parcial é superior a 4 sobre 10, poderase liberar a primeira parte da materia para o exame final. Neste caso, ponderaranse ambas as probas ao 50%. A liberación da materia extenderase até a proba da segunda oportunidade do mesmo ano. No caso de que a primeira parte da materia estea liberada, para aprobar a materia é necesario obter polo menos un 4 sobre 10 na nota de cada proba, e polo menos un 5 sobre 10 no promedio das notas das probas mixtas. A proba mixta final farase coincidir co exame final, na data oficial da primeira oportunidade. Nela, os alumnos que non teñan liberada a parte correspondente ao parcial, examínanse de toda a materia. Neste caso para aprobar a materia é necesario obter polo menos un 5 sobre 10.	80
Supervised projects	A7 B5 B6 C4	A alumna ou o alumno, voluntariamente, poderá resolver problemas facilitados pola profesora cuxa solución será discutida en titorías, e que poderá formar parte da avaliación final. Como se trata de unha actividade voluntaria, no caso de que a alumna, ou alumno, non a realice, a porcentaxe desta actividade sumárase a das probas obxetivas.	10
Others			

Assessment comments

A segunda proba mixta farase coincidir co exame final, no que as alumnas e os alumnos que non teñan liberada a parte correspondente á primeira proba mixta, examínanse de toda a materia. Os criterios de avaliación da 2ª oportunidade son os mesmos cos da 1ª oportunidade. Aquelas alumnas ou alumnos con dispensa académica, deberán realizar: As prácticas de laboratorio As memorias individuais de prácticas de laboratorio A proba mixta final Na avaliación, os criterios e as porcentaxes son iguais en ambas oportunidades para as alumnas e os alumnos con dispensa académica. Con todo, as alumnas e os os alumnos con dispensa académica poderán, acordar coas e cos docentes da materia datas alternativas para a realización das prácticas, a entrega das memorias de prácticas, e as probas mixtas, incluíndo o parcial. Estas datas alternativas deberán estar dentro dos prazos que marca o calendario oficial.

Sources of information

Basic	- López Peña, Fernando (). Mecánica de fluidos. Universidade da Coruña. Servizo de Publicacións, ed. - Crespo Martínez, Antonio (2006). Mecánica de fluidos. Thomson - White, Frank (2008). Mecánica de fluidos. McGraw-Hill Interamericana de España
Complementary	

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

[illegible]

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.