



Teaching Guide						
Identifying Data				2016/17		
Subject (*)	Transmisión de calor		Code	730G05022		
Study programme	Grao en Enxeñaría Naval e Oceánica					
Descriptors						
Cycle	Period	Year	Type	Credits		
Graduate	1st four-month period	Third	Obligatoria	4.5		
Language	Spanish					
Teaching method	Face-to-face					
Prerequisites						
Department	Construccións Navais/Enxeñaría Naval e Oceánica					
Coordinador	Arce Ceinos, Alberto	E-mail	alberto.arce@udc.es			
Lecturers	Arce Ceinos, Alberto Fernandez Feal, María Luisa Lema Rodríguez, Marcos	E-mail	alberto.arce@udc.es luisa.ffeal@udc.es marcos.lema@udc.es			
Web						
General description	<p>Aportar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introducirlo no equipo básico implicado nesta operación.</p> <p>Asentar e completar os coñecementos do alumno sobre conducción e convección de calor, incorporar o estudo da radiación como mecanismo de transporte.</p> <p>Estudiar os fundamentos da transmisión de calor en fluxo externo e interno de fluidos para a súa posterior aplicación a operacións basadas na mecánica de fluidos.</p> <p>Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar ao alumno para realizar o diseño de algúns equipos sínxelos.</p>					

Study programme competences	
Code	Study programme competences
A14	Knowledge of the applied thermodynamics and of the transmission of the heat.
B1	That the students proved to have and to understand knowledge in an area of study what part of the base of the secondary education, and itself tends to find to a level that, although it leans in advanced text books, it includes also some aspects that knowledge implicates proceeding from the vanguard of its field of study
B2	That the students know how to apply its knowledge to its work or vocation in a professional way and possess the competences that tend to prove itself by the elaboration and defense of arguments and the resolution of problems in its area of study
B3	That the students have the ability to bring together and to interpret relevant data (normally in its area of study) to emit judgments that include a reflection on relevant subjects of social, scientific or ethical kind
B4	That the students can transmit information, ideas, problems and solutions to a public as much specialized as not specialized
B5	That the students developed those skills of learning necessary to start subsequent studies with a high degree of autonomy
B6	Be able to carry out a critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas.
C1	Using the basic tools of the technologies of the information and the communications (TIC) necessary for the exercise of its profession and for the learning throughout its life.
C2	Coming across for the exercise of a, cultivated open citizenship, awkward, democratic and supportive criticism, capable of analyzing the reality, diagnosing problems, formulating and implanting solutions based on the knowledge and orientated to the common good.
C3	Understanding the importance of the enterprising culture and knowing the means within reach of the enterprising people.
C4	Recognizing critically the knowledge, the technology and the available information to solve the problems that they must face.
C5	Assuming the importance of the learning as professional and as citizen throughout the life.
C6	Recognizing the importance that has the research, the innovation and the technological development in the socioeconomic and cultural advance of the society.

Learning outcomes		Study programme competences
Learning outcomes	Study programme competences	Study programme competences



Proporcionar aos alumnos os conceptos básicos de transferencia de calor e presenta-lo equipo básico implicado nesta operación.	A14	B1 B2 B3 B4 B5 B6	C1 C2 C3 C4 C5 C6
Asentar e completar o coñecemento do alumno de conducción e convección de calor, e tamén o estudo da radiación como un mecanismo de transporte.		B3 B4 B5 B6	C3 C4 C5 C6
Estudar os conceptos básicos de transferencia de calor de fluxo externo e interno de fluidos para a súa posterior aplicación con base en operacións de mecánica de fluidos.			
Dar unha visión xeral do equipo de intercambio de calor para uso industrial, e capacitar os alumnos a realizar o proxecto de algúns equipos simple.			
Utilización das fontes de coñecementos de transmisión de calor e a súa importancia en procesos industriais más usuais, e desenvolvemento dunha capacidade de traballo autónomo a partir das mismas.	A14	B1 B2 B3 B4 B5 B6	C1 C2 C3 C4 C5 C6
Utilización da informática, programas de texto e fórmulas de cálculo (Microsoft Excel e EES).			
Utilización do principal idioma na utilización de fontes, o inglés.			
Desenvolvemento da capacidade de abstracción e modelización, coa utilización de equipos de transmisión de calor na representación e apreciación da realidade dos procesos industriais que envolván transmisión de calor.			
Fomentar el trabajo individual y en grupo de los alumnos.			

## Contents

Topic	Sub-topic
1. Introducción á transmisión de calor	Historia Aplicacións Fundamentos Leis constitutivas ou fenomenolóxicas Conducción de calor Convección de calor Radiación térmica Condicións de contorno na superficie dun sólido Problemas
2. Conducción de calor estacionaria unidimensional	Ecuación xeral de conducción de calor Parede plana Resistencia térmica de contacto Conducción con xeración interna Problemas en coordinadas cilíndricas Problemas en coordinadas esféricas Aletas Ecuación xeral de aletas unidimensionais Aletas de sección transversal constante Transferencia de calor pola aleta Eficiencia de aleta Lonxitude corrixida Eficiencia global dunha superficie aleteada Problemas
3. Conducción de calor estacionaria en dúas e tres dimensións	Introducción Métodos analíticos Métodos gráficos Métodos numéricos Resolución de sistemas de ecuacións alxebraicas: Método de inversión de matrices. Método Iterativo de Gauss-Siedel. Método de Relaxación Problemas



4. Conducción de calor non estacionaria	Análise simplificada O sólido semi-infinito Contacto entre dous sólidos semi-infinitos Conducción transitoria unidimensional Problemas
5. Convección en fluxo exterior	Capa Límite Ecuacións integrais en la capa límite?placa plana Método Integral-placa plana Capa límite hidrodinámica Capa límite térmica Analoxía de Colburn Resumen das correlacións Capa límite turbulenta-placa plana Capa hidrodinámica Capa térmica Fluxo exterior a cilindros Resumo das correlacións para fluxo exterior Problemas
6. Convección en fluxo interior	Rexión de entrada Rexión de entrada térmica Fluxo laminar desenrollado Velocidade e coeficiente de rozamiento Transferencia de calor Fluxo turbulento Problemas
7. Convección con cambio de fase	Introducción Ebulición Curva de ebulición Condensación Condensación en película Condensación en gotas
8. Intercambiadores de calor	Introducción Tipos de intercambiadores Coeficiente global de transferencia de calor Diferencia media de temperaturas logarítmica Número de Unidades de Transferencia, NUT Problemas
9. Radiación térmica	Introducción Conceptos básicos O corpo negro Superficies reais A ley de Kirchoff Transferencia de calor por radiación entre superficies-Introducción Álgebra dos factores de forma Intercambio de calor entre dúas superficies Envoltorios de superficies negras Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas Blindaxes de radiación Transferencia simultánea de calor por convección e radiación Transferencia de calor por radiación con medio participante



10. Convección libre	Introducción Convección libre a lo largo de una pared vertical Análisis integral de las capas límites Capa límite turbulenta Expresiones para otra geometrías Placas horizontales o inclinadas Cilindros horizontales Cilindros verticales Esferas Otras geometrías Superficies con aletas Problemas resueltos
Práctica 1. Medición da temperatura	Familiarización con distintos dispositivos de medida de temperatura: Termómetro de bulbo, bourdon, expansión metálica, termopar, termistor e PT100 Medición da temperatura da mezcla auga-xeo e auga en ebulición
Práctica 2. Estudo da conducción de calor	Comprobación da Ley de Fourier de conducción aplicada a unha parede plana cun gradiente lineal de temperatura
Práctica 3. Determinación da conductividade dun sólido	Determinación da conductividade térmica de distintos materiais a partir da Ley de Fourier de conducción estacionaria aplicada a unha parede plana.
Práctica 4. Convección en flujo exterior en un cilindro	Estudo do desprendimiento da capa límite dun fluido en circulación sobre a superficie dun cilindro observando a temperatura sobre a superficie cilíndrica
Práctica 5. Estudo dun intercambiador de carcasa e tubos	Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condiciones de operación e variación coa diferencia de temperaturas media logarítmica Comparación con intercambiador de placas
Práctica 6. Estudio dun intercambiador de placas	Estudio do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condiciones de operación e variación coa diferencia de temperaturas media logarítmica Comparación con intercambiador de carcasa e tubos

## Planning

Methodologies / tests	Competencies	Ordinary class hours	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A14 B1 B2 B3	30	24	54
Problem solving	A14 B1 B2 B4 B5 B6 C1 C2 C3 C4 C5 C6	22	30	52
Laboratory practice	A14 B5 C6	11	30	41
ICT practicals	A14 B1	11	15	26
Personalized attention		1	0	1

(\*)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	Clase magistral
Problem solving	Resolución de problemas propuestos
Laboratory practice	Realización de ensaios no laboratorio
ICT practicals	Resolución de problemas co software EES

## Personalized attention

Methodologies	Description



Laboratory practice	Tutorías e consulta en correo electrónico
ICT practicals	
Guest lecture / keynote speech	
Problem solving	

Assessment				
Methodologies	Competencies	Description	Qualification	
Laboratory practice	A14 B5 C6	Prácticas de laboratorio de conceptos relacionados coa asignatura	10	
ICT practicals	A14 B1	Solución de problemas utilizando o software EES	10	
Guest lecture / keynote speech	A14 B1 B2 B3	Exposición da materia	24	
Problem solving	A14 B1 B2 B4 B5 B6 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Solución de problemas propostos polo profesor	56	
Others				

## Assessment comments

(Leave empty if there are no comments)

## Sources of information

Basic	- Mills, A.F. (1996). Transferencia de Calor, 1 <sup>a</sup> Ed. Irwin - Incropera, F. P. e DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor y Materia 5 <sup>a</sup> Ed. Pearson Educación - Sáiz Jabardo, J.M., Arce Ceinos, A., Lamas Galdo, M.I. (2012). Transferencia de Calor. Universidade da Coruña Apuntes da asignatura → Apuntes da asignatura
Complementary	

## Recommendations

## Subjects that it is recommended to have taken before

TERMODINÁMICA/730G03014

## Subjects that are recommended to be taken simultaneously

MECÁNICA DE FLUÍDOS/730G03018

## Subjects that continue the syllabus

Traballo Fin de Grao/730G03068

## Other comments

(\*)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.