



Teaching Guide

Identifying Data				2017/18
Subject (*)	Industrial Heat Transfer	Code	730G03020	
Study programme	Grao en Enxeñaría Mecánica			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	2nd four-month period	Third	Obligatoria	6
Language	Spanish			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Ciencias da Navegación e Enxeñaría Mariña Construcións Navais Enxeñaría Naval e Industrial			
Coordinador	Lamas Galdo, Isabel	E-mail	isabel.lamas.galdo@udc.es	
Lecturers	Arce Ceinos, Alberto Lamas Galdo, Isabel	E-mail	alberto.arce@udc.es isabel.lamas.galdo@udc.es	
Web				
General description	<p>Aportar al alumno los fundamentos de la transmisión de calor e introducirle en el equipo básico implicado en esta operación.</p> <p>Asentar y completar los conocimientos del alumno sobre conducción y convección de calor, incorporar el estudio de la radiación como mecanismo de transporte.</p> <p>Estudiar los fundamentos de la transmisión de calor en flujo externo e interno de fluidos para su posterior aplicación a operaciones basadas en la mecánica de fluidos.</p> <p>Dar una visión global de los equipos de intercambio de calor de uso industrial, y capacitar al alumno para realizar el diseño de algunos equipos sencillos.</p>			

Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A7	Coñecementos de termodinámica aplicada e transmisión de calor. Principios básicos e a súa aplicación á resolución de problemas de enxeñaría.
A21	Coñecementos aplicados de enxeñaría térmica.
B1	Que os estudantes demostren posuír e comprender coñecementos nunha área de estudo que parte da base da educación secundaria xeral e adoita encontrarse a un nivel que, aínda que se apoia en libros de texto avanzados, inclúe tamén algúns aspectos que implican coñecementos procedentes da vangarda do seu campo de estudo
B2	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
B3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitiren xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
B4	Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como leigo
B5	Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B6	Ser capaz de concibir, deseñar ou poñer en práctica e adoptar un proceso substancial de investigación con rigor científico para resolver calquera problema formulado, así como de comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a un público tanto especializados como leigo dun xeito claro e sen ambigüidades
B7	Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas
B8	Deseñar e realizar investigacións en ámbitos novos ou pouco coñecidos, con aplicación de técnicas de investigación (con metodoloxías tanto cuantitativas como cualitativas) en distintos contextos (ámbito público ou privado, con equipos homoxéneos ou multidisciplinares etc.) para identificar problemas e necesidades
B9	Adquirir unha formación metodolóxica que garanta o desenvolvemento de proxectos de investigación (de carácter cuantitativo e/ou cualitativo) cunha finalidade estratéxica e que contribúan a situarnos na vangarda do coñecemento
C1	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.



C2	Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía aberta, culta, crítica, comprometida, democrática e solidaria, capaz de analizar a realidade, diagnosticar problemas, formular e implantar solucións baseadas no coñecemento e orientadas ao ben común.
C3	Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.
C4	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C5	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C6	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Aportar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introducilrle no equipo básico implicado nesta operación. Asentar e completar os coñecementos do alumno sobre conduction e convection de calor, incorpora-lo estudio da radiación como mecanismo de transporte. Estudia-los fundamentos da transmisión de calor en fluxo externo e interno de fluidos para a súa posterior aplicación a operacións basadas na mecánica de fluidos. Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar ó alumno para realiza-lo deseño dalgunos equipos sinxelos.	A7 A21	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9	C1 C2 C3 C4 C5 C6
Utilización das fontes de coñecementos de transmisión de calor e a súa importancia en procesos industriais máis usuais, e desenrolo dunha capacidade de traballo autónomo a partir das mesmas. Utilización da informática, programas de texto e follas de cálculo (Microsoft Excel e EES). Utilización do principal idioma na utilización de fontes, o inglés. Desenrolo da capacidade de abstracción e modelización, coa utilización de equipos de transmisión de calor na representación e apreciación da realidade dos procesos industriais que envolven transmisión de calor. Fomenta-lo traballo individual e en grupo dos alumnos.	A7 A21	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9	C1 C2 C3 C4 C5 C6

Contents	
Topic	Sub-topic
1. Introduction to heat transfer	1.1. History 1.2. Applications 1.3. Fundamentals 1.4. Mechanisms 1.4.1. Heat conduction 1.4.2. Heat convection 1.4.3. Thermal radiation 1.5. Heat balance on a solid surface



2. One-dimensional, steady-state heat conduction	2.1. Heat conduction general equation 2.2. Plane wall 2.3. Contact thermal resistance 2.4. Conduction with thermal generation 2.5. Radial system: The cylinder 2.6. Radial system: the sphere 2.7. Fins 2.7.1. General equation one dimensional fin 2.7.2. Fins of uniform cross-section area 2.7.3. Heat transfer in across the fin 2.7.4. Fin efficiency 2.7.5. Corrected length 2.7.6. Global efficiency of a finned surface
3. Transient heat conduction	3.1. Simplified method 3.2. Semi-infinite solid 3.2.1 Contact between two semi-infinite solids 3.3. One-dimensional transient heat conduction
4. External flow	4.1 Boundary layer 4.1.1 Integral equations-flat plate 4.2 Integral method laminar boundary layer-flat plate 4.2.1 Hydrodynamic boundary layer 4.2.2 Thermal boundary layer 4.2.3 Colburn analogy 4.2.4 Correlations summary 4.3 Turbulent boundary layer-flat plate 4.3.1 Hydrodynamic boundary layer 4.3.2 Thermal boundary layer 4.4 Cross flow around cylinders 4.5 Summary for external-flow correlations
5 Internal flow	5.1 Hydrodynamic entry region 5.2 Thermal entry region 5.3 Fully developed laminar flow 5.3.1 Velocity and friction coefficient 5.3.2 Heat transfer 5.4 Fully developed turbulent flow
6 Free convection	6.1 Introduction 6.2 Free convection on a vertical wall 6.3 Integral analysis of the boundary layer 6.4 Turbulent boundary layer 6.5 Correlations for other geometries 6.5.1 Inclined and horizontal plates 6.5.2 Horizontal cylinder 6.5.3 Vertical cylinder 6.5.5 Other geometries 6.5.6 Finned surfaces



7 Boiling and condensation	7.1. Introduction 7.2 Boiling 7.2.1 The Bowling curve 7.3 Condensation 7.3.1 Film condensation 7.3.2 Dropwise condensation
8 Heat exchangers	8.1 Introduction 8.2 Heat exchangers types 8.3 Global heat transfer coefficient 8.4 Log mean temperature difference 8.5 Number of transfer units, NTU
9 Thermal radiation	9.1 Introduction 9.2 Fundamental concepts 9.3 The black body 9.4 Real surfaces 9.5 Kirchoff?s law 9.6 Radiation exchange between surfaces 9.7 Shape factors 9.8 Radiation exchange between two surfaces 9.9 Enclosure of black surfaces 9.10 Enclosure of ?N? diffuse, gray, opaque and isothermal surfaces 9.11 Radiation shield 9.12 Transferencia simultánea de calor por convección y radiación 9.13 Radiation Exchange with participating media
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. Estudio 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 fluxo exterior nun cilindro	Estudo do desprendemento da capa límite dun fluido en circulación sobre a superficie dun cilindro observando a temperatura sobre a superficie cilíndrica
Práctica 5. Estudio dun intercambiador de carcasa e tubos	Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e a súa variación coa diferenza de temperaturas media logarítmica Comparación con intercambiador de placas
Práctica 6. Estudio dun intercambiador de placas	Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e a súa variación coa diferenza de temperaturas media logarítmica Comparación con intercambiador de carcasa e tubos

Planning

Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A7 A21 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	15	25	40
Problem solving	A7 A21 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	45	20	65



Laboratory practice	A7 A21 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	4	40	44
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	Slide Presentations
Problem solving	Solving problems on board
Laboratory practice	Lab classes

Personalized attention	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech Problem solving Laboratory practice	Tutorías e consulta en correo electrónico

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Guest lecture / keynote speech	A7 A21 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Exam	24
Problem solving	A7 A21 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Exam	56
Laboratory practice	A7 A21 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Report review	20
Others			

Assessment comments



Mandatory Lab Classes:

Attendance of Lab and TIC classes is mandatory. Only one justified absence will be tolerated. Laboratory practices are a necessary requirement for passing the subject.

Exam:

Theory w/o feedback (45 min) + Exercises with feedback and source material (textbook and solved problems) (180 min)

Lab class Reports:

Deadline: one week

Structure:

Objectives

Equipment and Material

Experimental Procedure

Results and Discussion

Conclusions

References

Deadline for TIC class reports: one week.

Sources of information

Basic	<ul style="list-style-type: none">- Sáiz Jabardo, J.M., Arce Ceinos, A., Lamas Galdo, M.I. (2012). Transferencia de Calor. Universidade da Coruña- Incropera, F. P. e DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor y Materia 5ª Ed. Pearson Educación- Mills, A.F. (1996). Transferencia de Calor, 1ª Ed. Irwin Apuntes da asignatura - Apuntes da asignatura
Complementary	

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Thermodynamics /730G03014

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Fluid Mechanisc /730G03018

Subjects that continue the syllabus

Graduation Project/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.