



Teaching Guide				
Identifying Data				2015/16
Subject (*)	Trasmisión de Calor	Code	730112406	
Study programme	Enxeñeiro Naval e Oceánico			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
First and Second Cycle	1st four-month period	Fourth	Obligatoria	4.5
Language	Spanish			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Enxeñaría Naval e Oceánica			
Coordinador	Arce Ceinos, Alberto	E-mail	alberto.arce@udc.es	
Lecturers	Arce Ceinos, Alberto	E-mail	alberto.arce@udc.es	
Web				
General description	<p>Aportar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introducirle no equipo básico implicado nesta operación. 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 fluídos para a súa posterior aplicación a operacións baseadas na mecánica de fluídos.</p> <p>Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar ao alumno para realizar o deseño de algúns equipos sinxelos.</p>			

Study programme competences / results	
Code	Study programme competences / results
A1	Aplicar os fundamentos da Enxeñaría Naval e Oceánica.
A2	Modelar matematicamente sistemas e procesos complexos de todos os ámbitos da Enxeñaría Naval e Oceánica.
A3	Desenvolver, programar e aplicar métodos analíticos e numéricos para a análise de modelos lineais e non lineais de todos os ámbitos da Enxeñaría Naval e Oceánica.
A4	Participación en proxectos de investigación.
A5	Modelizar matemática e computación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría naval e oceánica.
A6	Participación en proxectos multidisciplinares de enxeñaría naval e oceánica.
A7	Proxectos e cálculo de produtos, procesos, instalacións e factorías navais en todos os ámbitos do sector naval e marítimo.
A8	Investigación, desenvolvemento e innovación en produtos, procesos e métodos relacionados co sector naval e marítimo.
A9	Elaboración, dirección e xestión de proxectos en todos os ámbitos relacionados co sector naval e marítimo.
A10	Dirección, planificación e supervisión de equipos multidisciplinares.
A11	Planificación estratéxica, de sistemas de calidade, de sistemas de produción e de xestión ambiental.
A12	Dirección xeral, dirección técnica, dirección de proxectos de I+D+I en factorías navais e empresas relacionadas co sector naval e marítimo.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo.
B4	Traballar de forma autónoma con iniciativa.
B5	Traballar de forma colaborativa.
B6	Comportarse con ética e responsabilidade social como cidadán e como profesional.
B7	Comunicarse de maneira efectiva nun entorno de traballo.
B8	Actitude orientada ao traballo persoal intenso.
B9	Capacidade de integrarse en grupo de traballo.
B10	Actitude orientada á análise.
B11	Actitude creativa.
B12	Capacidade para encontrar e manexar a información.



B13	Capacidade de comunicación oral e escrita.
B14	Manexo de sistemas asistidos por ordenador.
B15	Concepción espacial.
B16	Fixar obxectivos e tomar decisións.
B17	Analizar e descompoñer procesos.
B18	Capacidade de abstracción, comprensión e simplificación de problemas complexos.
B19	Motivar ao grupo de traballo.
B20	Capacidade de negociación.
B21	Abertos ao cambio.
B22	Vontade de mellora continua.
B23	Positivos fronte a problemas.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C2	Dominar a expresión e a comprensión de forma oral e escrita dun idioma estranxeiro.
C3	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.
C4	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.
C5	Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.
C6	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben afrontarse.
C7	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C8	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		
Achegar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introduci-lo no equipo básico implicado nesta operación.	A1	B1	C1
Asentar e completar os coñecementos do alumno sobre condución e convección de calor, incorporar o estudo da radiación como mecanismo de transporte.	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
Estudar os fundamentos da transmisión de calor en fluxo externo e interno de fluídos para a súa posterior aplicación a operacións baseadas na mecánica de fluídos.	A4	B4	C4
	A5	B5	C5
Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar o alumno para realizar o deseño dalgúns equipos sinxelos.	A6	B6	C6
	A7	B7	C7
	A8	B8	C8
	A9	B9	
	A10	B10	
	A11	B11	
	A12	B12	
		B13	
		B14	
		B15	
		B16	
		B17	
		B18	
		B19	
		B20	
		B21	
		B22	
		B23	



Utilización das fontes de coñecementos de transmisión de calor e a súa importancia en procesos industriais máis usuais, e desenvolvemento dunha capacidade de traballo autónomo a partir destas.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
Utilización da informática, programas de texto e follas de cálculo (Microsoft Excel e EES).	A3	B3	C3
Utilización do principal idioma na utilización de fontes, o inglés.	A4	B4	C4
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 envolvan transmisión de calor.	A5	B5	C5
	A6	B6	C6
Fomentar o traballo individual e en grupo dos alumnos.	A7	B7	C7
	A8	B8	C8
	A9	B9	
	A10	B10	
	A11	B11	
	A12	B12	
		B13	
		B14	
		B15	
		B16	
		B17	
		B18	
		B19	
		B20	
		B21	
		B22	
		B23	

Contents	
Topic	Sub-topic
1. Introducción a la transmisión de calor	1.1. Historia 1.2. Aplicaciones 1.3. Fundamentos 1.4. Leyes constitutivas ó fenomenológicas 1.4.1. Conducción de calor 1.4.2. Convección de calor 1.4.3. Radiación térmica 1.5. Condiciones de contorno en la superficie de un sólido  Problemas
2. Conducción de calor estacionaria unidimensional	2.1. Ecuación general de conducción de calor 2.2. Pared plana 2.3. Resistencia térmica de contacto 2.4. Conducción con generación interna 2.5. Problemas en coordenadas cilíndricas 2.6. Problemas en coordenadas esféricas 2.7. Aletas 2.7.1. Ecuación general de aletas unidimensionales 2.7.2. Aletas de sección transversal constante 2.7.3. Transferencia de calor por la aleta 2.7.4. Eficiencia de aleta 2.7.5. Longitud corregida 2.7.6. Eficiencia global de una superficie aleteada  Problemas



3. Conducción de calor estacionaria en dos y tres dimensiones	1. Introducción 2. Métodos analíticos 3. Métodos gráficos 4. Métodos numéricos 5. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas: 5.1. Método de inversión de matrices 5.2. Método Iterativo de Gauss-Siedel 5.3. Método de Relajación Problemas
4. Conducción de calor no estacionaria	4.1. Análisis simplificado 4.2. El sólido semi-infinito 4.2.1 Contacto entre dos sólidos semi-infinitos 4.3. Conducción transitoria unidimensional Problemas
5. Convección en flujo exterior	5.1 Capa Límite 5.1.1. Ecuaciones integrales en la capa límite?placa plana 5.2. Método Integral-placa plana 5.2.1. Capa límite hidrodinámica 5.2.2. Capa límite térmica 5.2.3. Analogía de Colburn 5.2.4. Resumen de las correlaciones 5.3 Capa límite turbulenta-placa plana 5.3.1. Capa hidrodinámica 5.3.2. Capa térmica 5.4. Flujo exterior a cilindros 5.5. Resumen de las correlaciones para flujo exterior Problemas
6. Convección en flujo interior	6.1. Región de entrada 6.2. Región de entrada térmica 6.3. Flujo laminar desarrollado 6.3.1. Velocidad y coeficiente de rozamiento 6.3.2. Transferencia de calor 6.4. Flujo turbulento Problemas
7. Convección con cambio de fase	7.1. Introducción 7.2. Ebullición 7.2.1. Curva de ebullición 7.3. Condensación 7.3.1. Condensación en película 7.3.2. Condensación en gotas
8. Intercambiadores de calor	8.1. Introducción 8.2. Tipos de intercambiadores 8.3. Coeficiente global de transferencia de calor 8.4. Diferencia media de temperaturas logarítmica 8.5. Número de Unidades de Transferencia, NUT Problemas



9. Radiación térmica	<p>9.1. Introducción</p> <p>9.2. Conceptos básicos</p> <p>9.3. El cuerpo negro</p> <p>9.4. Superficies reales</p> <p>9.5. La ley de Kirchoff</p> <p>9.6. Transferencia de calor por radiación entre superficies-Introducción</p> <p>9.7. Álgebra de los factores de forma</p> <p>9.8. Intercambio de calor entre dos superficies</p> <p>9.9. Envoltorios de superficies negras</p> <p>9.10. Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas</p> <p>9.11. Blindajes de radiación</p> <p>9.12. Transferencia simultánea de calor por convección y radiación</p> <p>9.13. Transferencia de calor por radiación con medio participante</p>
Práctica 1. Medición de la temperatura	<p>Familiarización con distintos dispositivos de medida de temperatura: Termómetro de bulbo, bourdon, expansión metálica, termopar, termistor y PT100</p> <p>Medición de la temperatura de la mezcla agua-hielo y agua en ebullición</p>
Práctica 2. Estudio de la conducción de calor	<p>Comprobación de la Ley de Fourier de conducción aplicada a una pared plana con un gradiente lineal de temperatura</p>
Práctica 3. Determinación de la conductividad de un sólido	<p>Determinación de la conductividad térmica de distintos materiales a partir de la Ley de Fourier de conducción estacionaria aplicada a una pared plana.</p>
Práctica 4. Convección en flujo exterior en un cilindro	<p>Estudio del desprendimiento de la capa límite de un fluido en circulación sobre la superficie de un cilindro observando la temperatura sobre la superficie cilíndrica</p>
Práctica 5. Estudio de un intercambiador de carcasa y tubos	<p>Estudio del coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condiciones de operación y su variación con la diferencia de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de placas</p>
Práctica 6. Estudio de un intercambiador de placas	<p>Estudio del coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condiciones de operación y su variación con la diferencia de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de carcasa y tubos</p>

Planning

Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	<p>A1 A2 A3 A4 A5 A6</p> <p>A7 A8 A9 A10 A11</p> <p>A12 B23 B22 B21</p> <p>B20 B19 B18 B17</p> <p>B16 B15 B14 B13</p> <p>B12 B11 B10 B9 B8</p> <p>B7 B6 B5 B4 B3 B2</p> <p>B1 C1 C2 C3 C4 C5</p> <p>C6 C7 C8</p>	54	0	54
Problem solving	<p>A1 A2 A3 A4 A5 A6</p> <p>A7 A8 A9 A10 A11</p> <p>A12 B23 B22 B21</p> <p>B20 B19 B18 B17</p> <p>B16 B15 B14 B13</p> <p>B12 B11 B10 B9 B8</p> <p>B7 B6 B5 B4 B3 B2</p> <p>B1 C1 C2 C3 C4 C5</p> <p>C6 C7 C8</p>	57.5	0	57.5



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 maxistral / Proba escrita
Problem solving	Resolución de problemas propostos / Proba escrita

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

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 B23 B22 B21 B20 B19 B18 B17 B16 B15 B14 B13 B12 B11 B10 B9 B8 B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8	Proba escrita	30
Problem solving	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 B23 B22 B21 B20 B19 B18 B17 B16 B15 B14 B13 B12 B11 B10 B9 B8 B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8	Proba escrita	70
Others			

Assessment comments

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



Recommendations
Subjects that it is recommended to have taken before
Subjects that are recommended to be taken simultaneously
Mecánica de Flúidos/730211302
Subjects that continue the syllabus
Termodinámica/730211207
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.