



DATOS IDENTIFICATIVOS

Transmisión de calor

Materia	Transmisión de calor			
Código	V09G311V01207			
Titulación	Grao en Enxeñaría dos Recursos Mineiros e Enerxéticos			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	2	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinador/a	Fernández Seara, Jose			
Profesorado	Fernández Seara, Jose			
Correo-e	jseara@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	Profundar no coñecemento dos procesos e equipos industriais máis relevantes que impliquen transferencia de calor.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A1	Que os estudantes demostrasen posuír e comprender coñecementos nunha área de estudo que parte da base da educación secundaria xeral, e adóitase atopar 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.
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.
A4	Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado coma non especializado.
A5	Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía.
B1	Capacitación científico-técnica para o exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas e coñecemento das funcións de asesoría, análise, deseño, cálculo, proxecto, construción, mantemento, conservación e explotación.
B2	Comprensión dos múltiples condicionamentos de carácter técnico e legal que se expoñen no desenvolvemento, no ámbito da enxeñaría de minas, que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/306/2009, a prospección e investigación xeolóxica-mineira, as explotacións de todo tipo de recursos xeolóxicos, incluídas as augas subterráneas, as obras subterráneas, os almacenamentos subterráneos, as plantas de tratamento e beneficio, as plantas enerxéticas, as plantas mineralúrxicas e siderúrxicas, as plantas de materiais para a construción, as plantas de carboquímica, petroquímica e gas, as plantas de tratamentos de residuos e efluentes e as fábricas de explosivos e capacidade para empregar métodos contrastados e tecnoloxías acreditadas, coa finalidade de conseguir a maior eficacia dentro do respecto polo Medio Ambiente e a protección da seguridade e saúde dos traballadores e usuarios das mesmas.
B3	Capacidade para deseñar, redactar e planificar proxectos parciais ou específicos das unidades definidas no apartado anterior, tales como instalacións mecánicas e eléctricas e co seu mantemento, redes de transporte de enerxía, instalacións de transporte e almacenamento para materiais sólidos, líquidos ou gaseosos, vertedoiros, balsas ou presas, sostemento e cimentación, demolición, restauración, voaduras e loxística de explosivos.
B4	Capacidade para deseñar, planificar, operar, inspeccionar, asinar e dirixir proxectos, plantas ou instalacións, no seu ámbito.

C10	Comprensión e dominio dos conceptos básicos sobre as leis xerais da mecánica e da termodinámica e a súa aplicación para a resolución dos problemas propios da enxeñaría. Transferencia de calor e materia e máquinas térmicas.
D1	Capacidade de interrelacionar todos os coñecementos adquiridos, interpretándoos como compoñentes dun corpo do saber cunha estrutura clara e unha forte coherencia interna.
D2	Capacidade de desenvolver un proxecto completo en calquera campo desta enxeñaría, combinando de forma adecuada os coñecementos adquiridos, accedendo ás fontes de información necesarias, realizando as consultas precisas e integrándose en equipos de traballo interdisciplinar.
D3	Propoñer e desenvolver solucións prácticas, utilizando os coñecementos teóricos, a fenómenos e situacións-problema da realidade cotiá propios da enxeñaría, desenvolvendo as estratexias adecuadas.
D4	Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.
D7	Capacidade para organizar, interpretar, assimilar, elaborar e xestionar toda a información necesaria para desenvolver o seu labor, manexando as ferramentas informáticas, matemáticas, físicas, etc., necesarias para iso.
D8	Concibir a enxeñaría nun marco de desenvolvemento sustentable con sensibilidade cara a temas ambientais.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Identificación dos modos de transferencia de calor así como a formulación e resolución de problemas de enxeñaría relacionados.	A2		C10	D1 D3 D7
Coñecer o proceso experimental utilizado cando se traballa con transferencia de enerxía.	A1 A2 A3 A5	B2 B3	C10	D3 D4 D7 D8
Capacidade para coñecer e entender os principios e fundamentos da transmisión de calor.	A1 A2 A3 A5	B1 B3 B4	C10	D1 D2 D3 D4 D7
Capacidade para coñecer, entender e utilizar os principios e fundamentos da termodinámica aplicada.	A1 A2 A3 A5	B1	C10	D1 D2
Calcular instalacións de transferencia de calor.	A1 A2 A3 A5	B1 B2 B3 B4	C10	D1 D2 D3 D8
Dominar as técnicas actuais dispoñibles para a análise da enxeñaría térmica	A2 A3 A4 A5	B1 B3 B4	C10	D1 D2 D3 D7 D8

Contidos

Tema	
1. INTRODUCCIÓN Á TRANSMISIÓN DE CALOR	1.1. A transmisión de calor e a termodinámica 1.2. Mecanismos de transmisión da calor 1.3. Complexidade do fenómeno de transmisión da calor 1.4. Importancia do estudo da transmisión de calor. Aplicacións
2. CONCEPTOS E PRINCIPIOS FUNDAMENTAIS EN CONDUCCIÓN	2.1. Campo de temperaturas, liñas e superficies isoterms 2.2. Gradiente de temperatura 2.3. Calor, fluxo de calor e densidade de fluxo de calor 2.4. Lei de Fourier 2.5. Ecuación xeral de transmisión de calor por conducción 2.6. Condicións de unicidade: xeométricas, físicas, iniciais, de contorno 2.7. Proceso xeral de solución dos problemas en conducción 2.8. Conductividade térmica e mecanismos de conducción 2.9. Conductividade térmica en sólidos, líquidos e gases 2.10. Difusividade térmica

3. CONDUCCIÓN EN RÉXIME PERMANENTE UNIDIRECCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Parede plana infinita 3.2. Parede plana composta 3.3. Cilindro infinito 3.4. Cilindro composto 3.5. Espesor crítico de illamento en tubaxes 3.6. Esfera 3.7. Esfera composta 3.8. Espesor crítico de illamento nunha esfera 3.9. Ecuación xeral para casos particulares 3.10 Resistencia térmica de contacto 3.11. Analoxía termo-eléctrica.
4. SUPERFICIES ADICIONAIS Ou ALETAS	<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Introducción 4.2. Tipos de aletas 4.3. Ecuación xeral das aletas e condicións de contorno 4.4. Aletas de sección transversal constante 4.5. Fluxo de calor disipada por unha aleta 4.6. Aletas de sección transversal variable 4.7. Eficiencia das aletas 4.8. Eficiencia dunha superficie aleteada 4.9. Fluxo de calor disipada por unha superficie aleteada 4.10. Efecto da colocación de aletas rectas
5. CONDUCCIÓN EN RÉXIME PERMANENTE MULTIDIRECCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> 5.1. Réxime permanente en máis dunha dirección 5.2. Placas rectangulares 5.3. Principio de superposición 5.4. Cilindro de lonxitude finita 5.5 Factor de forma
6. CONDUCCIÓN EN RÉXIME TRANSITORIO	<ul style="list-style-type: none"> 6.1. Réxime transitorio e parámetros adimensionais 6.2. Conducción transitoria nunha placa infinita 6.3. Conducción transitoria en cilindros infinitos 6.4. Conducción en réxime transitorio en máis dunha dirección. Método do produto de solucións 6.5. Método da capacidade térmica global
7. MÉTODOS NUMÉRICOS	<ul style="list-style-type: none"> 7.1. Introducción 7.2. Método de diferenzas finitas. Discretización do dominio e do tempo 7.3. Método das diferenzas finitas en réxime permanente 7.4. Método das diferenzas finitas en réxime transitorio
8. CONCEPTOS E PRINCIPIOS FUNDAMENTAIS EN CONVECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 8.1. Introducción 8.2. Tipos de convección 8.3. Formulación xeral do problema de convección 8.4. Conceptos básicos 8.5. Análise dimensional, magnitudes fundamentais e derivadas 8.6. Teorema PI de Buckingham. Método dos Índices 8.7. Parámetros adimensionais. 8.8. Coeficientes de convección: local, medio
9. CONVECCIÓN FORZADA E CONVECCIÓN NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> 9.1. Parámetros adimensionais en convección forzada 9.2. Temperatura de cálculo das propiedades do fluído 9.3. Convección forzada externa 9.4. Convección forzada interna 9.5. Parámetros adimensionais en convección natural 9.6. Convección natural en espazos ilimitados 9.7. Convección natural en espazos limitados 9.8. Convección mixta
10. CONVECCIÓN CON CAMBIO DE FASE. CONDENSACIÓN E EBULICIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 10.1. Introducción 10.2. Condensación. Tipos 10.3. Condensación en película sobre unha parede vertical plana 10.4. Condensación sobre tubos horizontais 10.5. Condensación sobre un feixe de tubos 10.6. Condensación sobre superficies e tubos inclinados 10.7. Condensación sobre esferas 10.8. Condensación en convección forzada 10.9. Ebulición. Tipos 10.10. Ebulición en recipientes. 10.11. Ebulición en convección forzada

11. INTERCAMBIADORES DE CALOR	11.1. Introducción 11.2. Clasificación xeral 11.3. Principais tipos de intercambiadores 11.4. Tipos de análises de intercambiadores 11.5. Coeficiente global de transmisión de calor 11.6. Resistencia térmica controlante 11.7. Distribución de temperaturas nos intercambiadores 11.8. Cálculo do fluxo de calor intercambiada 11.9. Método da diferenza de temperaturas 11.10. Método da eficiencia-número de unidades de transferencia (Ef-N.T.U.) 11.11. Comparación entre os métodos DTLM e Ef-N.T.U. Formulación xeral dos problemas 11.12. Cálculo do coeficiente global de transmisión de calor 11.13. Método xeral de cálculo dun intercambiador por procesos iterativos
12. CONCEPTOS E PRINCIPIOS FUNDAMENTAIS EN RADIACIÓN	12.1. Introducción 12.2. Conceptos básicos no proceso de intercambio de enerxía radiante: lei de Prevost, intensidade de radiación, emitancia, radiosidad e irradiación 12.3. Proceso de intercambio de enerxía radiante 12.4. Corpo negro: intensidade de radiación, lei de Stefan-Boltzmann, lei de Planck, lei de Wien, lei do desprazamento de Wien 12.5. Lei de Lambert. Superficies mates ou difusas. 12.6. Emisividade, absortividade, reflectividade e transmitividade. 12.7. Superficie gris. Xeneralización da Lei de Stefan-Boltzman 12.8. Lei de Kirchoff
13. INTERCAMBIO DE CALOR POR RADIACIÓN NO MEDIO NON PARTICIPANTE	13.1. Introducción 13.2. Concepto de factor de forma 13.3. Factor de forma entre dúas superficies 13.4. Factores de forma nun recinto pechado 13.5. Cálculo dos factores de forma 13.6. Balance de enerxía radiante nunha superficie calquera 13.7. Intercambio de calor entre superficies negras 13.8. Métodos de cálculo do intercambio de calor nun recinto pechado
14. INTERCAMBIO DE CALOR POR RADIACIÓN NO MEDIO PARTICIPANTE	14.1. Introducción 14.2. Absorción volumétrica monocromática nun gas. Lei de Beer 14.3. Comportamento real dun medio participante. 14.4. Fluxo de calor intercambiada nun recinto con N superficies negras e un gas participante. Radiación en fornos e caldeiras 14.5. Radiación solar

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	36	72.5	108.5
Prácticas de laboratorio	10	20	30
Seminario	4	5	9
Exame de preguntas obxectivas	2.5	0	2.5

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos contidos da materia en clase por parte do profesorado
Prácticas de laboratorio	Realización de prácticas no laboratorio utilizando diversos equipos e técnicas experimentais.
Seminario	Uso de programas informáticos de cálculo.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente as dúbidas e consultas do alumnado durante a clase e no horario de tutorías. Durante a clase só se atenderán as dúbidas que se refiran a conceptos que se están explicando nese momento. Para todas as modalidades de docencia, as sesións de tutorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, ...) baixo a modalidade de concertación previa.

Seminario	O profesorado atenderá persoalmente as dúbidas e consultas do alumnado durante a clase e no horario de tutorías. Durante a clase só se atenderán as dúbidas que se refiran a conceptos que se están explicando nese momento. Para todas as modalidades de docencia, as sesións de tutorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, ...) baixo a modalidade de concertación previa.
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente as dúbidas e consultas do alumnado durante a clase e no horario de tutorías. Durante a clase só se atenderán as dúbidas que se refiran a conceptos que se están explicando nese momento. Para todas as modalidades de docencia, as sesións de tutorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, ...) baixo a modalidade de concertación previa.

Avaliación						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Durante o cuadrimestre, en data diferente á do exame oficial, realizarase unha proba que poderá incluír preguntas de teoría e/ou problemas relacionados cos contidos impartidos. Nesta metodoloxía trabállanse todos os resultados previstos na materia	40	A1 A2 A3 A4 A5	B1 B2 B3 B4	C10	D1 D2 D3 D4 D7 D8
Prácticas de laboratorio	Valorarase a asistencia ás sesións tipo B e o informe de prácticas. Nesta metodoloxía trabállanse todos os resultados previstos na materia	20	A1 A2 A3 A4 A5	B1 B3	C10	D2
Exame de preguntas obxectivas	Resultados de aprendizaxe avaliados: Identificación dos modos de transferencia de calor así como a formulación e resolución de problemas de enxeñaría relacionados. Coñecer o proceso experimental utilizado cando se traballa con transferencia de enerxía. Capacidade para coñecer e entender os principios e fundamentos da transmisión da calor. Capacidade para coñecer, entender e utilizar os principios e fundamentos da termodinámica aplicada. Calcular instalacións de transferencia de calor. Dominar as técnicas actuais dispoñibles para a análise da enxeñaría térmica.	40	A1 A2 A3 A4 A5	B1 B2 B3 B4	C10	D1 D2 D3 D4 D7 D8

Outros comentarios sobre a Avaliación

Consideracións sobre a avaliación continua:

O alumnado deberá obter unha puntuación igual ou superior a 5 sobre 10 na suma das puntuacións obtidas en cada metodoloxía avaliada.

Consideracións sobre a avaliación global:

O alumnado terá dereito a renunciar á avaliación continua unha vez transcorrido un mes desde o inicio da actividade docente (según a normativa da Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía) e a súa cualificación obterase a partir do exame realizado no data oficial, debendo obter unha cualificación igual ou superior a 5 sobre 10 na dita proba.

Consideracións sobre a segunda oportunidade:

O alumnado que non superase a materia pola modalidade de avaliación continua ou avaliación global na primeira oportunidade terá dereito a unha segunda oportunidade mediante a realización dunha proba na data oficial que figure no calendario do centro, onde deberá obter unha cualificación igual ou superior a 5 sobre 10.

Calendario de exames. Verificar/consultar de forma actualizada na páxina web do centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/é/docencia/examenes>

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Incropera F.P., Dewitt D.P., **Fundamentals of heat and mass transfer**, 4ª Edición, Editorial John Wiley & Sons, 1996

Bibliografía Complementaria

Fernández Seara J., Rodríguez Alonso C., Uhía Vizoso F. J., Sieres Atienza J., **Coefficientes de convección en casos prácticos. Correlaciones y programa de cálculo.**, 1ª Edición, Ciencia 3, 2005

Fernández Seara J., Sieres Atienza J. Uhía Vizoso F.J., **Manual de prácticas de transmisión de calor**, 1ª Edición, Gamesal, 2006

Chapman A.J., **Transmisión de calor**, 3ª Edición, Librería Editorial Bellisco, 1990

Mills A.F., **Transferencia de calor**, Irwin, 1995

Holman J.P., **Transferencia de calor**, 8ª Edición, Mc Graw Hill, 1998

Bejan, **Heat transfer**, John Wiley & Sons, 1993

Recomendaciones

Materias que se recomienda ter cursado previamente

Física: Física I/V09G311V01102

Física: Física II/V09G311V01107

Matemáticas: Cálculo I/V09G311V01104

Matemáticas: Cálculo II/V09G311V01109

Mecánica de fluidos/V09G311V01204

Sistemas térmicos/V09G311V01205
