



DATOS IDENTIFICATIVOS

Enxeñaría térmica I

Materia	Enxeñaría térmica I			
Código	P52G381V01403			
Titulación	Grao en Enxeñaría Mecánica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	4	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Departamento do Centro Universitario da Defensa da Escola Naval Militar de Marín			
Coordinador/a	Cacabelos Reyes, Antón			
Profesorado	Cacabelos Reyes, Antón Febrero Garrido, Lara			
Correo-e	acacabelos@ cud.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Neste documento recóllense as competencias que se pretende que os alumnos adquiran na materia Enxeñaría Térmica I. Contén os contidos, unha estimación do volume de traballo do alumno e os criterios específicos de avaliación. Esta materia de cuarto curso de grao en enxeñaría mecánica pretende explicar ao alumno as bases do estudo dos procesos de combustión, o estudo da humidade do aire e os principais procesos implicados en máquinas e motores térmicos.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B1	Capacidade para a redacción, sinatura e desenvolvemento de proxectos no ámbito da enxeñaría industrial, que teñan por obxecto, dentro do campo da Enxeñaría Mecánica, a construción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaxe ou explotación de: estruturas, equipos mecánicos, instalacións enerxéticas, instalacións eléctricas e electrónicas, instalacións e plantas industriais, e procesos de fabricación e automatización.
C21	Coñecementos aplicados de enxeñaría térmica.
D1	Análise e síntese.
D2	Resolución de problemas.
D6	Aplicación da informática no ámbito de estudo.
D8	Toma de decisións.
D10	Aprendizaxe e traballo autónomos.
D14	Creatividade.
D16	Razoamento crítico.
D17	Traballo en equipo.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Comprender o manexo do diagrama psicrométrico e os procesos con aire húmido.	B1	C21	D1	D2 D10
Comprender os principios básicos da combustión.	B1	C21	D1	D2 D6 D10 D16 D17

Comprender os ciclos de produción de traballo.		C21	D1 D2 D6 D10 D14 D16
Capacidade para avaliar de forma básica calquera proceso térmico.	B1	C21	D1 D2 D6 D8 D10 D14 D16 D17
Adquirir coñecementos básicos sobre as máquinas térmicas.	B1	C21	D1 D2 D8 D10 D17
Resultado de aprendizaxe ENAEE: COÑECEMENTO E COMPRENSIÓN: RA1.2.- Coñecemento e comprensión das disciplinas de enxeñaría propias da súa especialidade, no nivel necesario para adquirir o resto de competencias do título, incluíndo nocións dos últimos adiantos [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Adecuado (2)].		C21	
Resultado de aprendizaxe ENAEE: ANÁLISE EN ENXEÑARÍA: RA2.1.-A capacidade de analizar produtos, procesos e sistemas complexos no seu campo de estudo; elixir e aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo e experimentais xa establecidos e interpretar correctamente resultados de devanditas análises. [Adecuado (2)].	B1		D2 D8
Resultado de aprendizaxe ENAEE: ANÁLISE EN ENXEÑARÍA: RA2.2.- A capacidade de identificar, formular e resolver problemas de enxeñaría na súa especialidade; elixir e aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo e experimentais xa establecidos; recoñecer a importancia das restricións sociais, de saúde e seguridade, ambientais, económicas e industriais [Adecuado (2)].			D1 D2 D8 D14 D16
Resultado de aprendizaxe ENAEE: PROXECTOS DE ENXEÑARÍA: RA3.1.- Capacidade para proxectar, deseñar e desenvolver produtos complexos (pezas, compoñentes, produtos acabados, etc.), procesos e sistemas da súa especialidade, que cumpran cos requisitos establecidos, incluíndo ter conciencia dos aspectos sociais, de saúde e seguridade, ambientais, económicos e industriais; así como seleccionar e aplicar métodos de proxecto apropiados. [Básico (1)].			D2
Resultado de aprendizaxe ENAEE: INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN: RA4.3.- Capacidade e destreza para proxectar e levar a cabo investigacións experimentais, interpretar resultados e chegar a conclusións no seu campo de estudo. [Básico (1)].		C21	
Resultado de aprendizaxe ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DA ENXEÑARÍA: RA5.1.- Comprensión das técnicas aplicables e métodos de análises, proxecto e investigación e as súas limitacións no ámbito da súa especialidade [Adecuado (2)].		C21	
Resultado de aprendizaxe ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DA ENXEÑARÍA: RA5.3.- Coñecemento de aplicación de materiais, equipos e ferramentas, tecnoloxía e procesos de enxeñaría e as súas limitacións no ámbito da súa especialidade [Adecuado (2)].			D6 D8
Resultado de aprendizaxe ENAEE: COMUNICACIÓN E TRABALLO EN EQUIPO: RA7.2.- Capacidade para funcionar eficazmente en contextos nacionais e internacionais, de forma individual e en equipo e cooperar tanto con enxeñeiros como con persoas doutras disciplinas [Básico (1)].	B1		D8 D10 D17

Contidos

Tema	
BLOQUE 1: Aire húmido.	B1-1. Aire seco e aire atmosférico. Humidade específica e relativa do aire. B1-2 Temperatura de punto de rocío. Diagramas psicrométricos. B1-3 Acondicionamento de aire.
BLOQUE 2: Propiedades dos combustibles e combustión.	B2-1. Combustibles. Descrición e características. Caldeiras e queimadores B2-2 O proceso de combustión. Combustión teórica e real. B2-3 Entalpía de formación e entalpía de combustión. B2-4 Análise da combustión con base na primeira lei da termodinámica. B2-5 Análise da combustión con base na segunda lei da termodinámica.

BLOQUE 3 Ciclos de producción de trabajo.

B3-1 Ciclos de potencia de gas I: Ciclo Otto, Ciclo Diesel, Ciclo Stirling e Ciclo Ericsson.

B3-2 Ciclos de potencia de gas II: Ciclo Brayton. Ciclos reais. Interenfriamiento, recalentamiento e rexeneración. Ciclos ideais de propulsión por reacción.

B3-3 Ciclos de potencia de vapor e combinados: Ciclo Rankine. Ciclos reais. Recalentamiento, rexeneración. Quentadores abertos e pechados.

B3-4 Ciclos de potencia combinados de gas e vapor.

BLOQUE 4 Máquinas térmicas. Ciclos de refrixeración.

B4-1 Ciclos de refrixeración por compresión de vapor: Ciclos reais. Refrigerantes.

B4-2 Bombas de calor.

B4-3 Sistemas innovadores de refrixeración por compresión de vapor: Sistemas de refrixeración en fervenza. Sistemas en múltiples etapas. Sistemas de propósito múltiple cun único compresor.

B4-4 Ciclos de refrixeración de gas.

B4-5 Sistemas de refrixeración por absorción.

PL 1. Introducción ao confort térmico e a calidade do aire interior.
Nesta práctica preténdese determinar a humidade do aire en distintas estancias interiores de edificios e no exterior. Ademais, introdúcese o concepto de confort térmico e calidade de aire interior, aspectos relacionados coa saúde e o benestar dos usuarios de edificios. Equipos de medición empregados: higrómetros, sensores de temperatura, medidores de calidade de aire interior, etc.

PL 2. Visita á sala de caldeiras do cuartel de alumnos.
Realizarase unha visita técnica á sala de caldeiras do cuartel Francisco Moreno, que consta de dúas caldeiras de gas natural e proporciona auga quente sanitaria (ACS) e calefacción ao cuartel de alumnos. O obxectivo da visita é identificar os equipos implicados nun sistema de calefacción e aprender a realizar un esquema simplificado da instalación. Ademais, nesta práctica inclúese o estudo de condicións de seguridade e saúde nunha sala de caldeiras: identificación de riscos, medidas de emerxencia, PRL, control da Legionella, etc.

PL 3. Desenvolvemento e presentación de traballos sobre aspectos sociais, de saúde e de seguridade relacionados coa Enxeñaría Térmica.
Nesta práctica os alumnos deben presentar o traballo desenvolvido durante as primeiras semanas de curso. Os traballos son expostos polos profesores ao comezo do curso e serán realizados por grupos de 4 ou 5 alumnos. Os temas tratarán sobre aspectos sociais, de saúde e de seguridade industrial de interese ou de actualidade relacionados coa Enxeñaría Térmica. Por exemplo: eficiencia enerxética en edificios, eficiencia enerxética en buques, almacenamento e trasfega de combustibles líquidos, transporte marítimo de combustibles, enerxía solar térmica en edificios, enerxías renovables, cogeneratedión e trixeneración, etc.

PL 4. Análise de ciclos termodinámicos con software informático.
Esta práctica consiste en aprender o manexo de ferramentas informáticas para a simulación de ciclos de potencia e refrixeración (CYCLEPAD). A práctica está orientada á resolución de problemas de ciclos (ideais e reais) utilizados nas máquinas térmicas máis habituais.

PL 5. Análise cuantitativa de ciclo de Stirling.
Por medio dun motor Stirling experimental analizaranse distintas variables que afectan o funcionamento do motor, o ciclo que desenvolve, e o seu rendemento. Tamén se estudará o funcionamento do motor en ciclo inverso como máquina térmica frigorífica.

PL 6. Estudo experimental dunha bomba de calor.
Nesta práctica estudarase o funcionamento dunha instalación experimental de bomba de calor. Realizaranse balances enerxéticos en cada un dos seus compoñentes para determinar o seu coeficiente de operación (COP), funcionando tanto como máquina calefactora como máquina frigorífica. Así mesmo, estudarase o seu comportamento funcionando como bomba de calor auga - auga e como bomba de calor aire - auga.

PL 7. Introducción ao deseño de instalacións de refrixeración solar
Trátase dunha práctica teórica e demostrativa sobre instalacións de produción de frío mediante enerxía solar térmica. Preténdese que os alumnos coñezan unha alternativa eficiente ao uso de equipos convencionais, cuxos refrixerantes son altamente prexudiciais para o medioambiente.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	28	42	70
Prácticas de laboratorio	14	0	14
Seminario	7	7	14
Resolución de problemas	26	26	52

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

Metodoloxía docente	
	Descrición
Lección maxistral	Nas clases de teoría explícanse os fundamentos de cada tema. Os alumnos dispoñen na bibliografía dos libros de texto recomendados onde se atopa desenvolvido o tema que se está estudando, ademais da información da web que contén o arquivo coa presentación do tema.
Prácticas de laboratorio	Nas clases prácticas aplicaranse os conceptos desenvolvidos en cada tema á resolución de problemas. Deseñáronse unha serie de prácticas acorde co desenvolvemento da materia de teoría co fin de fixar conceptos explicados nesa clase e así o alumno vaia desenvolvendo a súa habilidade para expor solucións técnicas, e ir desenvolvendo a súa creatividade.
Seminario	Nos seminarios analízanse e propoñen unha serie de problemas que teñen que realizar individualmente ou en grupo. O alumno deberá resolver exercicios e problemas baixo a supervisión e corrección do profesor.
Resolución de problemas	Curso intensivo de 15 horas para aqueles alumnos que suspenderon a materia en primeira convocatoria, previo ao exame en segunda convocatoria. Tutorías grupais co profesor. Realización de exames. Tarefas de avaliación e horas de reforzo.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Cada alumno, de maneira individual, poderá comentar co profesor calquera problema que lle estea impedindo realizar un seguimento adecuado da materia, co fin de atopar entre ambos algún tipo de solución. Os profesores da materia atenderán as dúbidas e consultas dos alumnos en persoa ou por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) no horario que se publicará na web do centro ou baixo a modalidade de cita previa.
Resolución de problemas	Cada alumno, de maneira individual, poderá comentar co profesor calquera problema que lle estea impedindo realizar un seguimento adecuado da materia, co fin de atopar entre ambos algún tipo de solución. Os profesores da materia atenderán as dúbidas e consultas dos alumnos en persoa ou por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) no horario que se publicará na web do centro ou baixo a modalidade de cita previa.
Prácticas de laboratorio	Cada alumno, de maneira individual, poderá comentar co profesor calquera problema que lle estea impedindo realizar un seguimento adecuado da materia, co fin de atopar entre ambos algún tipo de solución. Os profesores da materia atenderán as dúbidas e consultas dos alumnos en persoa ou por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) no horario que se publicará na web do centro ou baixo a modalidade de cita previa.
Seminario	Cada alumno, de maneira individual, poderá comentar co profesor calquera problema que lle estea impedindo realizar un seguimento adecuado da materia, co fin de atopar entre ambos algún tipo de solución. Os profesores da materia atenderán as dúbidas e consultas dos alumnos en persoa ou por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) no horario que se publicará na web do centro ou baixo a modalidade de cita previa.

Avaliación

Avaliación	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Realizarase unha proba final de avaliación continua na semana de avaliación e valorarase sobre 10 puntos. Será necesario obter unha nota maior ou igual a 4 puntos sobre 10 no exame final de avaliación continua para poder optar ao aprobado por avaliación continua. Esta proba terá un peso do 40% da nota de avaliación continua.	70	B1	C21	D1 D2 D8 D10 D14 D16	
	Realizaranse dúas probas parciais de avaliación continua, as cales suporán un 30% da nota de avaliación continua (15% cada unha delas).					
Prácticas de laboratorio	As prácticas de laboratorio realizaranse en grupos. Cada grupo terá que entregar unha memoria de prácticas ao final de cada práctica, ou grupo de prácticas. As memorias de prácticas terán un peso do 10% da nota de avaliación continua.	10	B1	C21	D1 D2 D6 D8 D10 D14 D16 D17	

Seminario	Realizarase un traballo grupal sobre aspectos sociais, de saúde e de seguridade industrial de interese ou de actualidade relacionados coa Enxeñaría Térmica, que será presentado polos alumnos na práctica 3 da materia. O traballo grupal terá un peso do 10% da nota de avaliación continua.	10	B1	C21	D1 D2 D8 D10 D14 D16 D17
Resolución de problemas	A avaliación en seminarios realizarase a través da resolución de exercicios ou cuestionarios por parte dos alumnos. Propóranse exercicios para a súa resolución individual ou en grupos e/ou cuestionarios durante o tempo do seminario. Devanditos seminarios realizaranse a demanda do profesor.	10	B1	C21	D1 D2 D8 D14 D16 D17

Outros comentarios sobre a Avaliación

O alumno deberá presentarse ao exame ordinario de todos os contidos da materia, que supondrá o 100% da nota, si a nota final de avaliación continua é menor que 5 puntos sobre 10. Tamén terá que presentarse ao exame ordinario nos seguintes supostos:

- A non realización ou entrega dalgún dos puntuables anteriores.
- Obter unha nota inferior a 4 puntos sobre 10 no exame final de avaliación continua.

En calquera destes supostos, a calificación da avaliación continua será o máximo da nota de avaliación continua e 4 puntos (o alumno neste caso obtendrá como máximo 4 puntos).

En calquera caso, o alumno que supere a avaliación continua, terá a posibilidade de presentarse ao exame ordinario para subir nota.

COMPROMISO ÉTICO: Agárdase que o estudantado teña un comportamento ético axeitado, comprometéndose a actuar con honestidade. En base ao artigo 42.1 do *Regulamento sobre a avaliación, a cualificación e a calidade da docencia e do proceso de aprendizaxe do estudantado da Universidade de Vigo*, así como ao punto 6 da norma quinta da Orde DEF/711/2022, do 18 de xullo, pola que se establecen as normas de avaliación, progreso e permanencia nos centros docentes militares de formación para a incorporación ás escalas das Forzas Armadas, **a utilización de procedementos fraudulentos en probas de avaliación, así como a cooperación neles implicará a cualificación de cero (suspense) na acta da convocatoria correspondente**, con independencia do valor que sobre a cualificación global tivese a proba en cuestión e sen prexuízo das posibles consecuencias de índole disciplinaria que poidan producirse.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Çengel Y.A., Boles M.A., **Thermodynamics. An Engineering Approach.**, 7ª edición, Mc Graw-Hill, 2012

Morán, M.J. Shapiro, H.N., **Fundamentals of Engineering Thermodynamics.**, 2ª edición, Wiley, 2018

Bibliografía Complementaria

Incropera, F.P., De Witt, D.P., **Fundamentos de Transferencia de Calor**, 4ª edición, Pearson, 2000

Wark, K., Richards, D.E., **Termodinámica**, 6ª edición, Mc Graw-Hill, 2001

Haywood, R.W., **Ciclos termodinámicos de potencia y refrigeración**, Limusa, 2000

Segura, J., **Termodinámica Técnica**, Reverte, 1988

Baehr, H.D., **Tratado moderno de termodinámica**, Tecnilibro, 1987

Kreith, F., Bohn, M.S., **Principios de Transferencia de Calor**, 6ª edición, Thomson, 2002

Holman, J.P., **Transferencia de Calor**, 8ª edición, Mc Graw-Hill, 1998

Agüera Soriano, J., **Termodinámica Lógica y Motores Térmicos**, Ciencia 3,

Chapman, A.J., **Transmisión de Calor**, 3ª edición, Bellisco, 1990

Segura, J., Rodríguez, J., **Problemas de Termodinámica Técnica**, Reverte, 1990

Lacalle, Nieto, **Problemas de Termodinámica**, Serv Pub. ETSII Madrid,

Aguirrezabalaga, V., **Transferencia de Calor: Problemas**, Serv Pub. Oviedo, 2006

Vázquez, M., **Problemas Resueltos de Termodinámica Técnica**, Serv Pub. Universidad de Vigo,

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Máquinas e motores navais/P52G381V01409

Outros comentarios

Para cursar con éxito esta materia o alumno debe demostrar:

- Capacidade de comprensión escrita e oral.
- Capacidade de abstracción, cálculo básico e síntese da información.

É moi recomendable repasar a materia "Termodinámica e transmisión de calor", especialmente os temas relacionados cos balances enerxéticos, as propiedades térmicas dos materiais e o comportamento dos gases ideais. Tamén se recomenda revisar os fundamentos das reaccións químicas.
