



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Termodinámica e transmisión de calor

|                       |                                                           |        |       |              |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Termodinámica e transmisión de calor                      |        |       |              |
| Código                | V12G340V01302                                             |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría en Organización Industrial              |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                             | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                         | OB     | 2     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                                  |        |       |              |
| Departamento          | Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos |        |       |              |
| Coordinador/a         | Santos Navarro, José Manuel                               |        |       |              |
| Profesorado           | Santos Navarro, José Manuel                               |        |       |              |
| Correo-e              | josanna@uvigo.es                                          |        |       |              |
| Web                   |                                                           |        |       |              |

**Descrición xeral** (\*)En la práctica totalidad de los procesos industriales se requiere la aplicación de los Principios de la Termodinámica y de la Transferencia de Calor. El conocimiento de éstos principios es básico en Ingeniería Térmica. Por ejemplo, para la realización de un análisis energético (con determinación del rendimiento energético y exergético) de sistemas de potencia para la generación de electricidad (ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), un ciclo de potencia mecánica, un ciclo en bomba de calor, etc. El conocimiento de si un proceso termodinámico puede ocurrir o no en la realidad es imprescindible para el diseño de nuevos procesos, así como el conocimiento de las máximas prestaciones que se pueden obtener en los diferentes dispositivos que componen una instalación energética, y cuáles son las causas que imposibilitan obtener esas máximas prestaciones. Además, el estudio de las propiedades termodinámicas de los fluidos de trabajo que circulan por los dispositivos, agua, aire, refrigerantes, gases y mezcla de gases, es indispensable para analizar el comportamiento de los sistemas térmicos. Asimismo, el estudio del procedimiento a seguir para el análisis energético de instalaciones energéticas de sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire y en procesos de combustión es de gran interés.

Por otro lado, es interesante para el alumno conocer los mecanismos por los cuales se produce la transferencia de la energía, principalmente debido a una diferencia de temperaturas, centrándose en determinar la manera y la velocidad a la que se produce ese intercambio de energía. En este sentido se presentan los tres modos de transferencia de calor y los modelos matemáticos que permiten calcular las velocidades de transferencia de calor. Así se pretende que los alumnos sean capaces de plantear y resolver problemas ingenieriles de transferencia de calor mediante el uso de ecuaciones algebraicas. También se pretende que los alumnos conozcan otros métodos matemáticamente más complejos de resolución de problemas de transferencia de calor y sepan dónde encontrarlos y cómo usarlos en caso de necesitarlos.

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                |
| B4     | CG 4. Capacidade de resolver problemas con iniciativa, toma de decisións, creatividade, razoamento crítico e de comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas no campo da enxeñaría industrial. |
| B5     | CG 5. Coñecemento para a realización de medicións, cálculos, valoracións, estudos, informes, plans de labores e outros traballos análogos.                                                                     |
| B6     | CG 6. Capacidade para o manexo de de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.                                                                                                           |
| B7     | CG 7. Capacidade de analizar e valorar o impacto social e ambiental das solucións técnicas.                                                                                                                    |
| B11    | CG 11. Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación no exercicio da profesión.                                                                                                             |
| C7     | CE7 Coñecementos de termodinámica aplicada e transmisión de calor. Principios básicos e a súa aplicación á resolución de problemas de enxeñaría.                                                               |
| D1     | CT1 Análise e síntese.                                                                                                                                                                                         |
| D2     | CT2 Resolución de problemas.                                                                                                                                                                                   |
| D6     | CT6 Aplicación da informática no ámbito de estudo.                                                                                                                                                             |

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| D7  | CT7 Capacidade para organizar e planificar.                           |
| D9  | CT9 Aplicar coñecementos.                                             |
| D10 | CT10 Aprendizaxe e traballo autónomos.                                |
| D16 | CT16 Razoamento crítico.                                              |
| D17 | CT17 Traballo en equipo.                                              |
| D20 | CT20 Capacidade para comunicarse con persoas non expertas na materia. |

## Resultados de aprendizaxe

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                       | Resultados de Formación e Aprendizaxe |    |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----|--------------------------------------------------------|
| Capacidade para coñecer, entender e utilizar os *principios e fundamentos da termodinámica aplicada                                                                                                                   | B5<br>B6<br>B7                        | C7 | D1<br>D2<br>D7<br>D9<br>D10<br>D16<br>D17<br>D20       |
| Capacidade para coñecer e *entender o principio e fundamentos da *transmisión da calor                                                                                                                                | B5<br>B6<br>B7<br>B11                 | C7 | D1<br>D2<br>D7<br>D9<br>D10<br>D16<br>D17<br>D20       |
| Capacidade para coñecer e entender os principios e fundamentos de equipos e xeradores térmicos                                                                                                                        | B4<br>B5<br>B6<br>B7<br>B11           | C7 | D1<br>D2<br>D6<br>D7<br>D9<br>D10<br>D16<br>D17<br>D20 |
| Analizar o funcionamento de sistemas térmicos, como sistemas de bomba de calor e ciclos de refraxeración ou ciclos de potencia, identificando compoñentes, así como os ciclos empregados para obter altas prestacións | B4<br>B5<br>B6<br>B7<br>B11           | C7 | D1<br>D2<br>D6<br>D7<br>D9<br>D10<br>D16<br>D17        |

## Contidos

| Tema                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REVISIÓN DO PRIMEIRO E SEGUNDO PRINCIPIO DA TERMODINÁMICA                     | Propiedades dun sistema<br>Sistema Pechado<br>Procesos: cambio de estado<br>Principio de Conservación da Enerxía: Interaccións de Calor e Traballo.<br>Segundo Principio da *Termodinámica: Concepto de *Entropía dos procesos *reversibles e irreversibles<br>Eficiencia termodinámica                                                              |
| PROPIEDADES DE SUSTANCIAS PURAS: MANEXO DE TÁBOAS E *DIAGRAMAS                | Sustancia Pura<br>Procesos de cambio de fase en sustancias puras<br>Táboas de propiedades<br>*Diagramas de propiedades para procesos de cambio de estado termodinámico<br>Ecuación de estado de gas ideal                                                                                                                                            |
| ANÁLISE DE SISTEMAS ABERTOS SEGUNDO A PRIMEIRA E SEGUNDA LEI DA TERMODINÁMICA | Principio de Conservación da masa<br>Traballo de fluxo e enerxía dun fluído en movemento<br>Análise enerxética de sistemas abertos: Estudo dos dispositivos de enxeñaría de fluxo *estacionario<br>Análise de procesos de fluxo non-*estacionario<br>*Análisis de *Entropía de sistemas abertos: Estudo dos dispositivos máis habituais en enxeñaría |

APLICACIÓNS DA ENXEÑARÍA TERMODINÁMICA: Consideracións básicas para o estudo de ciclos termodinámicos  
 CICLOS DE POTENCIA E CICLOS DE Estudo dos ciclos de potencia de vapor  
 REFRIGERACIÓN \*Descviación dos ciclos de vapor reais respecto dos \*idealizados  
 Melloras ao ciclo de potencia de vapor

Introdución aos ciclos motores de combustión  
 \*Simplificaciónes no estudo dos ciclos motores  
 Ciclos Motores: Ciclo \*Otto e Ciclo Diesel  
 Outros ciclos dos motores de combustión

Introdución ás \*turbinas de gas  
 Análise de ciclos de \*turbinas de gas: ciclo de \*Brayton  
 Melloras de ciclo \*Brayton

Refrigeradores e bombas de calor  
 O ciclo ideal de refrigeración de \*compresión de vapor

Análise mediante a segunda lei dos ciclos de potencia e ciclos de refrigeración

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONCEPTOS E PRINCIPIOS FUNDAMENTAIS DA TRANSMISIÓN DE CALOR                          | *Transferencia de calor na enxeñaría<br>Mecanismos da transmisión de calor                                                                                                                                                                       |
| TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN. CONDUCCIÓN EN RÉXIME PERMANENTE *UNIDIRECCIONAL | Ecuación da conducción da calor: Lei de *Fourier<br>Condicións de fronteira e iniciais<br>Conducción da calor en estado *estacionario<br>Transferencia de calor en diferentes configuracións: parede plana, cilindros, esfera                    |
| TRANSMISIÓN DE CALOR POR *CONVECCIÓN: FUNDAMENTOS E CORRELACIÓNS DE *CONVECCIÓN      | Fundamentos de transmisión de calor por *Convección (Fluxo *laminar e *turbulento)<br>Ecuación da *trasmisión de calor por *Convección<br>*Convección natural e forzada: mecanismo físico<br>Estudo de Correlacións para o estudo da *Convección |
| TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN: PRINCIPIOS XERAIS. RADIACIÓN TÉRMICA             | Fundamentos da transmisión de calor por Radiación.<br>Radiación térmica.                                                                                                                                                                         |
| APLICACIÓNS INDUSTRIAIS                                                              | Intercambiadores de calor                                                                                                                                                                                                                        |

## Planificación

|                                                           | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-----------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Sesión maxistral                                          | 32.5          | 65                 | 97.5         |
| Prácticas de laboratorio                                  | 6             | 0                  | 6            |
| Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma | 0             | 18.5               | 18.5         |
| Resolución de problemas e/ou exercicios                   | 12            | 12                 | 24           |
| Resolución de problemas e/ou exercicios                   | 0             | 3                  | 3            |
| Outras                                                    | 0             | 1                  | 1            |

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

## Metodoloxía docente

|                          | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sesión maxistral         | Exposición por parte do profesor dos contidos da materia obxecto de estudo, onde se procurará a máxima participación do alumno, a través da súa implicación directa na formulación de cuestións e/ou problemas,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Prácticas de laboratorio | Experimentación de procesos reais en laboratorio e que *complementan os contidos da materia, completado con algunha práctica con software específico<br><br>CONTIDOS PRÁCTICOS: (polo menos realizaranse 3 das prácticas propostas)<br>1) Aplicacións do Primeiro Principio: Determinación Experimental dos Procesos *Isotermos e *Adiabáticos<br>2) Avaliando Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras mediante o uso de software informático<br>3) Estudo Experimental dun Ciclo de Vapor<br>4) Estudo Experimental dun Ciclo de Refrigeración por *Compresión de Vapor e funcionamento como Bomba de Calor<br>5) Cálculo Experimental da Condutividade Térmica en Placas<br>6) Avaliando a Transferencia de Calor por Radiación: Lei de *Stefan-*Boltzmann |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolución de problemas e/ou exercicios de forma autónoma | Resolución de problemas e/ou exercicios relacionados coa materia que o alumno levará a cabo mediante a consulta da bibliografía                                                                                                                                   |
| Resolución de problemas e/ou exercicios                   | Resolución de problemas e/ou exercicios relacionados coa materia que o alumno realizará en aula e/ou laboratorio. Resolveranse problemas de carácter "tipo" e/ou exemplos prácticos. Salientarase o traballo en expor métodos de resolución e non nos resultados. |

### Atención personalizada

| Metodoloxías                            | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sesión maxistral                        | Formulación de dúbidas en horario de *tutorías. O alumno exporá, durante o horario dedicado ás *tutorías, as dúbidas concernentes aos contidos que se desenvolven na materia, e/ou exercicios ou problemas que se expoñan relativos á aplicación dos contidos |
| Prácticas de laboratorio                | Formulación de dúbidas en horario de prácticas. O alumno exporá, durante o horario dedicado ás prácticas, as dúbidas relativas aos conceptos e desenvolvemento das citadas prácticas                                                                          |
| Resolución de problemas e/ou exercicios | Formulación de dúbidas en horario de *tutorías. O alumno exporá, durante o horario dedicado ás *tutorías, as dúbidas concernentes aos contidos que se desenvolven na materia, e/ou exercicios ou problemas que se expoñan relativos á aplicación dos contidos |

### Avaliación

|                                         | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                     | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |    |     |     |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|----|-----|-----|
| Resolución de problemas e/ou exercicios | Exame final escrito consistente na resolución de problemas de resposta extensa, ou exercicios e/ou cuestións teóricas, relativos aos contidos da materia desenvolvida (sesións de teoría, prácticas de laboratorio, etc.), e en tempo/condicións establecido/*as polo profesor | 80            | B4                                    | C7 | D1  | D2  |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | B5                                    |    | D6  | D7  |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | B6                                    |    | D9  | D10 |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | B7                                    |    | D16 | D20 |
|                                         | Este exame levará a cabo nas datas fixadas pola organización docente do centro                                                                                                                                                                                                 |               |                                       |    |     |     |
|                                         | Resultados de aprendizaxe: Capacidade para coñecer, entender e utilizar os principios e *fundamenots da termodinámica aplicada e a transmisión de calor                                                                                                                        |               |                                       |    |     |     |
| Outras                                  | A nota correspondente á Avaliación Continua estará baseada en probas escritas de resposta curta                                                                                                                                                                                | 20            | B6                                    | C7 | D1  | D2  |
|                                         | Ao longo do cuadrimestre realizaranse varias probas                                                                                                                                                                                                                            |               |                                       |    | D7  | D9  |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |                                       |    | D10 | D16 |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Modalidade de seguimento por Avaliación Continua. A cualificación final (CF) do alumno determinarase sumando os puntos obtidos no exame final (EX) e os obtidos por avaliación continua (\*EC) Non se esixirá unha nota mínima no exame final para sumar a correspondente nota de avaliación continua. En calquera caso é necesario obter unha cualificación final igual ou superior a 5 puntos para aprobar a materia. Cada matrícula na materia, no curso, supón a posta a cero das cualificacións nas actividades de avaliación continua obtida en cursos anteriores Segundo a Normativa de Avaliación Continua, os alumnos suxeitos a Avaliación Continua que se presenten a algunha actividade avaliable recollida na Guía Docente da materia, serán considerados como "presentados" e teráselles en conta para a cualificación final Para a realización das probas consideradas como Avaliación Continua, a realizar ao longo do curso, o alumno deberá ir \*provisto dos materiais e/ou documentación necesarios \*para realizarla: calculadora (non-\*programable), táboas e \*diagramas de propiedades daquelas sustancias que se estudan. Non se permitirá ningunha clase de formulario ou similar nestas probas Nas diferentes probas de avaliación continua e exame final aconséllase ao alumnado que xustifiquen todos os resultados que consigan. Non se dará ningún resultado por "sobreentendido" e terase en conta o método empregado para chegar á solución proposta

Modalidade de renuncia á Avaliación Continua. Aqueles alumnos que obteñan oficialmente a renuncia á avaliación continua, utilizando as canles previstas pola escola, serán avaliados, nas datas oficiais fixadas polo centro das dúas convocatorias/edicións, mesmo día e hora, mediante unha avaliación específica. Esta proba de avaliación específica terá en conta todos os contidos impartidos na materia (teoría, problemas e prácticas de laboratorio), e suporá o 100% da nota máxima. levará a cabo da seguinte forma: 1.-Proba escrita (EF), cun peso do 80% sobre a cualificación final, idéntica ao exame final dos demais alumnos que seguen a avaliación continua 2.-Unha proba específica (\*EC), cun peso dun 20% sobre a cualificación final. Esta proba específica incluírá tanto os contidos de prácticas de laboratorio como os impartidos nas sesións de teoría Criterios de cualificación. En primeira edición da convocatoria ordinaria a cualificación do alumnado (CF) calcularase tendo en conta o criterio:  $CF = 0.2 \cdot EC + 0.8 \cdot EF$  En segunda edición da convocatoria ordinaria a cualificación do

alumnado (CF) calcularase seguindo o criterio:  $CF = \max(*N1, *N2)$ , sendo,  $*N1 = 0.2 \cdot EC + 0.8 \cdot EF$   $*N2 = EF$  Empregarase un sistema de cualificación numérica de 0 a 10 puntos segundo a lexislación vixente (RD 1125/2003 de 5 de setembro, \*BOE de 18 de setembro) Os exames da convocatoria fin de carreira poderán ter un formato de exame distinto ao detallado anteriormente. Todas as probas, ben as correspondentes á Avaliación Continua como ao Exame Final, deberán realizarse a bolígrafo ou pluma, preferiblemente azul. Non se permitirá a entrega destas probas a lapis ou a bolígrafo vermello. Non se permitirá, en todas as probas, ben consideradas de avaliación continua ou exame final, o uso de dispositivos electrónicos tales como \*tablet, \*smartphone, portátil, etc. Compromiso ético. Espérase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. En caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, etc.), considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Nese caso, a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0). Non se permitirá a utilización de ningún dispositivo \*electrónico durante as probas de avaliación, salvo autorización expresa. O feito de introducir un dispositivo electrónico non autorizado na aula de exame será considerado motivo de non superación da materia no presente curso académico e a cualificación global será de suspenso (0.0). Profesorado responsable de grupo: Grupo Ou1: José Manuel Santos Navarro

---

#### **Bibliografía. Fontes de información**

Çengel, Yunus y Boles, Michael, **Termodinámica**, 7ª Edición - 2011,  
Moran M.J. y Shapiro H.N., **Fundamentos de Termodinámica Técnica**, 1993,  
Wark, K. y Richards, D.E., **Termodinámica**, 2010,  
Merle C. Porter y Craig W. Somerton, **Termodinámica para ingenieros**, 2004,  
Çengel Y.A., y Ghajar A.J., **Transferencia de Calor y Masa. fundamentos y aplicaciones**, 2011,  
Kreith J. y Bohn M.S., **Principios de Transferencia de Calor**, 2001,  
Mills A.F., **Transferencia de calor**,  
Çengel Y.A., **Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer**, 2008,  
Çengel, Yunus A., **Heat and mass transfer: a practical approach**, 2006,  
Incropera F.P. y DeWitt D.P., **Introduction to Heat Transfer**, 2002,

#### **Bibliografía Básica:**

Termodinámica.

Autores: Çengel, Yunus y Boles, Michael - Ed. McGraw-Hill

Transferencia de Calor y Masa. fundamentos y aplicaciones

Autores: Çengel Y.A., y Ghajar A.J. Ed. McGraw-Hill

#### **Bibliografía Complementaria:**

Fundamentos de Termodinámica Técnica

Autores: Moran M.J. y Shapiro H.N. - Ed. Reverté

Termodinámica

Autores: Wark, K. y Richards, D.E.. - Ed. McGraw-Hill

Termodinámica para ingenieros

Autores: Merle C. Porter y Craig W. Somerton. - Ed. McGraw-Hill

Principios de Transmisión de Calor

Autores: Kreith J. y Bohn M.S - Ed. Paraninfo

Transmisión de Calor

Autores: Mills A.F. - Ed. Irwin

---

#### **Recomendacións**

---

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Física: Física II/V12G340V01202

Matemáticas: Cálculo I/V12G340V01104

Matemáticas: Cálculo II e ecuacións diferenciais/V12G340V01204

---

#### **Outros comentarios**

Para matricularse nesta materia será necesario ter superado ou estar matriculado de todas as materias de cursos inferiores ao curso no que está emprazada esta materia

Dada a limitación de tempo da materia Termodinámica e Transmisión de Calor, recoméndase que o alumno superase a materia Física \*II de 1º Curso ou que teña os coñecementos dos Principios Termodinámicos equivalentes.

