



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2014/15

## 42714 - FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA TÉRMICA

**CENTRO:** 105 - Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

**TITULACIÓN:** 4027 - Grado en Ingeniería en Organización Industrial

**ASIGNATURA:** 42714 - FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA TÉRMICA

**CÓDIGO UNESCO:** 2213      **TIPO:** Obligatoria      **CURSO:** 2      **SEMESTRE:** 1º semestre

**CRÉDITOS ECTS:** 6      **Especificar créditos de cada lengua:**      **ESPAÑOL:** 6      **INGLÉS:**

### SUMMARY

### REQUISITOS PREVIOS

Los estudiantes que pretendan cursar la asignatura deberían tener superadas las siguientes asignaturas:

Física I  
Cálculo I y II  
Química

### Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

### Contribución de la asignatura al perfil profesional:

La Asignatura de Fundamentos de Ingeniería Térmica desarrolla conceptos básicos necesarios para la formación de los Graduados en Ingeniería en Organización Industrial, tanto para el estudio de asignaturas posteriores, como para el ejercicio de la profesión de los titulados.

Las aplicaciones técnicas de los fundamentos de ingeniería térmica están presentes en un amplio número de procesos e instalaciones industriales, entre los que se pueden enumerar; centrales eléctricas, industrias petrolíferas, procesos químicos, instalaciones de climatización, instalaciones frigoríficas, instalaciones de energías renovables, aislamientos de envolvente de edificios, etc... Por lo que resulta necesario, para la obtención de graduados con una sólida formación en el campo de la organización industrial, la asimilación y comprensión de los conceptos básicos de termodinámica aplicada y transmisión de calor, que son los pilares básicos de los fundamentos de ingeniería térmica.

### Competencias que tiene asignadas:

Competencias específicas:

MC1. Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

Competencias generales o transversales:

G3. Comunicación oral y escrita con fluidez.

G4. Trabajo en equipo.

G5. Uso solvente de los recursos de información.

Competencias Profesionales Generales del Título:

T3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

T4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito de la Ingeniería en Organización Industrial.

Competencias Nucleares de la ULPGC

N1. Comunicarse de forma adecuada y respetuosa con diferentes audiencias.

N2. Cooperar con otras personas y organizaciones en la realización eficaz de funciones y tareas propias de su perfil profesional.

## Objetivos:

El objetivo global de la asignatura es que el alumno adquiera los conocimientos básicos de termodinámica aplicada y transmisión de calor, en lo que referente a sus principios básicos. Y además que sea capaz de aplicar estos conocimientos a la resolución de problemas de ingeniería relacionados con el área de la ingeniería térmica.

## Contenidos:

- Determinación de propiedades de fluidos puros.
- Procesos Termodinámicos. Ecuaciones generales.
- Mecanismos de transmisión de calor.
- Intercambiadores de calor.
- Instalaciones y equipos térmicos.

Bloque 1: Termodinámica básica

Tema 1: INTRODUCCION A LA TERMODINAMICA APLICADA

1.1 Termodinámica y energía.

1.2 Sistemas abiertos y cerrados. Propiedades de un sistema. Estado y equilibrio. Procesos y ciclos. El postulado de estado.

1.3 Presión. Temperatura y el principio cero de la termodinámica.

Tema 2: PROPIEDADES DE UNA SUSTANCIA PURA

2.1 Conceptos iniciales.

2.2 Modelo del gas ideal. Ecuación de estado. Diagramas PVT

- 2.3 La superficie p-v-T para una sustancia pura. Tablas de propiedades de sustancias puras.
- 2.3 Ecuaciones de estado. Factor de compresibilidad y principio de los estados correspondientes.
- 2.4 Coeficientes térmicos.

### Tema 3: LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA: APLICACIONES A SISTEMAS ABIERTOS Y CERRADOS

- 3.1 Trabajo. Formas de trabajo.
- 3.2 Interacción de energía en forma de calor. Capacidades térmicas.
- 3.3 La primera ley de la termodinámica en sistemas cerrados.
- 3.4 Energía interna, entalpía y capacidad térmica de gases ideales y fluidos incompresibles.
- 3.5 Balance de energía para un sistema abierto en régimen estacionario. Aplicaciones a dispositivos que operan en régimen estacionario.
- 3.6 Aplicaciones a sistemas abiertos en régimen no-estacionario.

### Tema 4: SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA: ENTROPIA

- 4.1 Definiciones iniciales: Fuentes térmicas, Máquinas térmicas, Máquinas frigoríficas y Bombas de calor. Procesos reversibles e irreversibles.
- 4.2 El ciclo de Carnot y los principios de Carnot. Máquina térmica de Carnot. Máquina frigorífica y bomba de calor de Carnot.
- 4.3 Teorema de Clausius. Entropía.
- 4.4 Balances de entropía. Principio del incremento de Entropía.
- 4.5 Ecuaciones TdS. Diagramas T-s y h-s.
- 4.6 Aplicaciones: Procesos adiabáticos con producción de trabajo. Variación de entropía de sustancias puras. Rendimientos isoentrópicos.

## Bloque 2: Transmisión de calor

### Tema 1: Mecanismos básicos de transmisión de calor.

- 1.1. Introducción a los mecanismos básicos de transmisión de calor. Propiedades básicas.

### Tema 2: Transmisión de calor por conducción.

- 2.1. Ley de Fourier.
- 2.2. Ecuación de la conducción de calor.
- 2.3. Transmisión de calor en sólidos: paredes planas, cilindros y esferas.
- 2.4. Transmisión de calor en sólidos: factores de forma.
- 2.5. Generación de calor en sólidos. Condiciones iniciales y de contorno.
- 2.6. Resistencias térmicas de conducción.
- 2.7. Conducción de calor en régimen transitorio.

### Tema 3: Transmisión de calor por convección.

- 3.1. Conceptos básicos. Capas límite.
- 3.2. Coeficiente de transferencia de calor. Ley de enfriamiento de Newton.
- 3.3. Parámetros adimensionales.
- 3.4. Convección forzada: número de Reynolds, flujo interno y externo en geometrías comunes.
- 3.5. Convección natural: número de Grashof, superficies comunes (planos y cilindros; verticales y horizontales, esferas).
- 3.5. Convección combinada (natural y forzada).
- 3.6. Convección con cambio de fase: ebullición y condensación.

### Tema 4: Transmisión de calor por radiación.

- 4.1. Conceptos básicos y la radiación térmica.
- 4.2. Propiedades y factores de forma.
- 4.3. Superficies negras y grises.
- 4.4. Intercambio de energía radiante entre superficies.
- 4.5. Pantallas de radiación.

Tema 5: Intercambiadores de calor.

- 5.1. Tipos de intercambiadores de calor. El coeficiente global de transferencia de calor.
- 5.2. Análisis de los intercambiadores de calor. Método de la diferencia de temperatura media logarítmica. Método de la efectividad NTU.
- 5.3. Selección de los intercambiadores de calor.

Prácticas a realizar por el alumnado:

- 1) Calibración de termopares. Asociaciones de termopares.
- 2) Estudio de la dinámica de los sistemas térmicos.
- 3) Determinación del comportamiento PVT de una sustancia pura.
- 4) Determinación de la curva de presión de vapor del agua.
- 5) Intercambiadores de calor.
- 6) Determinación del coeficiente del Joule-Tomson

## Metodología:

El método docente se compondría de las siguientes actividades educativas:

AF1. Clase teórica. Sesiones expositivas, explicativas y demostrativas de contenidos a cargo del profesor. Sesiones de desarrollo de aprendizaje activo a través de la resolución de problemas, casos, etc., reales o simulados.

AF2. Clases prácticas de aula. Cualquier tipo de prácticas de aula (estudio de casos, análisis diagnósticos, problemas, aula de informática, búsqueda de datos, bibliotecas, en red, Internet, etc.).

AF3. Clases prácticas de laboratorio. Cualquier tipo de prácticas desarrollada en espacios especiales (laboratorio, campo, etc.) con equipamiento especializado.

AF4. Tutoría. Periodo de instrucción u orientación realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases, seminarios, lecturas, realización de trabajos, etc.

AF6. Seminario. Sesiones monográficas supervisadas con participación compartida.

AF7. Actividad presencial: Pruebas de evaluación.

AF8. Actividad no presencial: búsqueda de información.

AF9. Actividad no presencial: redacción de informes.

AF11. Trabajos teóricos y prácticos autónomos. Preparación de seminarios, lecturas, investigaciones, trabajos, memorias, etc. para exponer o entregar en las clases teóricas. No computa el tiempo de exposición o debate en clase, sino sólo el tiempo total de preparación de trabajos. Incluye la preparación de ensayos, resúmenes de lecturas, seminarios, conferencias, obtención de datos, análisis, etc. Preparación de trabajos para exponer o entregar en las clases prácticas.

Como resumen de la metodología propuesta, se utilizará un método mixto formado por clases teóricas que se desarrollan por el método didáctico, pero con una participación activa del alumno, junto a las clases prácticas en las que la discusión será la norma de actuación.

El método se complementa con la realización de: prácticas de laboratorio; sesiones de trabajo; seminarios; así como sesiones de tutorías.

## Evaluación:

### Criterios de evaluación

---

La evaluación del trabajo del estudiante y de las competencias adquiridas se realizará valorando convenientemente las actividades desarrolladas en el sistema de evaluación, durante la evolución del semestre.

### Sistemas de evaluación

---

El conjunto de actividades que se tiene en cuenta en la evaluación de la asignatura son los siguientes:

AE1. Trabajos o ejercicios periódicos realizados por el alumno de forma individual o en grupo.

AE2. Valoración de ejercicios prácticos en aula.

AE3. Trabajo de laboratorio.

AE4. Memorias de las actividades de laboratorio.

AE5. Exámenes.

AE6. Otras actividades de evaluación.

Todas las actividades de evaluación, a excepción de los exámenes (AE5) deben ser realizadas en el periodo lectivo de la asignatura para que puedan formar parte de la evaluación continua.

### Criterios de calificación

---

La valoración de cada una de las actividades de evaluación se muestra desglosada a continuación, según convocatorias:

### CONVOCATORIA ORDINARIA

Se aplicará la siguiente distribución de porcentajes de la nota total final:

AE1. Trabajos o ejercicios periódicos realizados por el alumno de forma individual o en grupo. (Hasta 1 puntos.)

Presentación y estructuración de los trabajos. (Máx. 25%)

Contenidos. (Máx. 25%)

Exposición y defensa. (Máx. 25%)

Grado de integración de las conclusiones extraídas con los conocimientos que debe haber adquirido en materias anteriores. (Máx. 25%)

AE2. Valoración de ejercicios prácticos en aula. (Hasta 0,5 puntos)

Planteamiento y presentación. (Máx. 33%)

Desarrollo. (Máx. 33%)

Resultado. (Máx. 33%)

AE3. Trabajo de laboratorio. (Hasta 0,5 puntos)

Asistencia y participación en laboratorio. (Máx. 50%)

Habilidades en la utilización del instrumental. (Máx. 50%)

AE4. Memorias de las actividades de laboratorio. (Hasta 1 puntos)

Presentación y estructuración de las memorias. (Máx. 20%)

Contenidos. (Máx. 40%)

Representación de gráficas y tablas S.I. (Máx. 20%)

Conclusiones. (Máx. 20%)

AE5. Exámenes. (6,5 puntos)

AE6. Otras actividades de evaluación. (Hasta 0,5 puntos)

Participación activa y productiva en clase. (Máx. 50%)

Asistencia y seguimiento a seminarios. (Máx. 50%)

Para aprobar la asignatura, es necesario superar cada una de las actividades de evaluación que se realicen. Para ello la calificación en cada actividad deberá de ser igual o superior al 50%, del valor total asignado a dicha actividad. En tal caso, la calificación final será la suma de las puntuaciones obtenidas en todas las actividades de evaluación.

Las calificaciones de los estudiantes que superen sólo algunas de las actividades de evaluación, serán guardadas hasta las convocatorias extraordinaria y especial.

Si alguna de las actividades de evaluación no se llegara a realizar, la puntuación correspondiente se sumará al apartado de exámenes.

### CONVOCATORIAS EXTRAORDINARIA Y ESPECIAL

Se mantendrán los criterios de evaluación anteriores si el alumno ha cumplido con las actividades previstas según la evaluación continua, y por tanto acudiendo en la convocatoria a un examen que supone 6,5 puntos sobre 10 de la nota total de la asignatura.

Si el alumno no tiene evaluación continua en la misma, el examen supondrá el 100% de la nota final de la asignatura.

### **Plan de Aprendizaje (Plan de trabajo de cada estudiante)**

#### **Tareas y actividades que realizará según distintos contextos profesionales (científico, profesional, institucional, social)**

- Realización de trabajos tanto individuales como en grupo sobre temas relacionados con la actividad profesional.

#### **Temporalización semanal de tareas y actividades (distribución de tiempos en distintas actividades y en presencialidad - no presencialidad)**

1ª Semana: Presencial = Tema 1 (teoría 2 H) + Prácticas aula tema 1 (2H). No presencial Tema 1 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

2ª Semana: Presencial = Tema 2 (teoría 2 H) + Prácticas aula tema 2 (2H). No presencial Tema 2 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

3ª Semana: Presencial = Tema 2 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio tema 1/2 (2H). No presencial Tema 2 teoría (2 H) + Trabajos/Problemas (4H).

4ª Semana: Presencial = Tema 3 (teoría 2 H) + Prácticas aula tema 3 (2H). No presencial Tema 3 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

5ª Semana: Presencial = Tema 3 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio 3 (2H). No presencial Tema 3 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

6ª Semana: Presencial = Tema 4 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio tema 4 (2H). No presencial Tema 5 teoría (2 H) + Trabajos/Problemas (4H).

7ª Semana: Presencial = Tema 5 (teoría 3 H) + Prácticas aula tema 5 (1H). No presencial Tema 5 teoría (4 H) + Trabajos/Problemas (2H).

8ª Semana: Presencial = Prueba práctica aula evaluación (2H) + Tema 6 teoría (2H). No presencial tema 6 teoría (4H)+ Trabajos/Problemas (2H).

Bloque 2:

9ª Semana: Presencial = Tema 1 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio (2H). No presencial Tema 1 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

10ª Semana: Presencial = Tema 2 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio tema 2 (2H). No presencial Tema 1 teoría (2 H) + Trabajos/Problemas (4H).

11ª Semana: Presencial = Tema 2 (teoría 2 H) + Prácticas aula tema 2 (2H). No presencial Tema 2 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

12ª Semana: Presencial = Tema 3 (teoría 2 H) + Prácticas aula tema 3 (2H). No presencial Tema 3 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

13ª Semana: Presencial = Tema 3 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio tema 3 (2H). No presencial Tema 3 teoría (2 H) + Trabajos/Problemas (4H).

14ª Semana: Presencial = Tema 4 (teoría 2 H) + Prácticas laboratorio tema 4 (2H). No presencial Tema 4 teoría (3 H) + Trabajos/Problemas (3H).

15ª Semana: Presencial = Tema 5 (teoría 1 H) + Prácticas aula tema 5 (1H) + Prueba práctica aula evaluación (2H) . No presencial Tema 5 teoría (4 H) + Trabajos/Problemas (2H).

### **Recursos que tendrá que utilizar adecuadamente en cada uno de los contextos profesionales.**

- Presentaciones multimedia.
- Fuentes bibliográficas.

### **Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.**

1. Conocer, entender y utilizar los principios y fundamentos de la termodinámica aplicada.
2. Conocer y entender los principios y fundamentos de la transmisión de calor.
3. Conocer y entender los principios y fundamentos de los equipos e instalaciones térmicas, tales como; generadores térmicos, inter-cambiadores de calor, sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de la energía térmica.
4. Tener capacidad de análisis y síntesis en problemas del ámbito de la ingeniería térmica.

## Plan Tutorial

### Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

En los despachos del equipo docente en los horarios establecidos para tal fin.

### Atención presencial a grupos de trabajo

En tutorías grupales.

### Atención telefónica

En los despachos del equipo docente en los horarios establecidos para tal fin.

### Atención virtual (on-line)

- A través del Campus Virtual de la asignatura se subirá todo aquel material que se considere oportuno (temas presentaciones ppt artículos videos etc.) para que el alumno sea capaz de asimilar los contenidos contemplados en el programa y pueda desarrollar todas las capacidades planteadas.

## Datos identificativos del profesorado que la imparte.

### Datos identificativos del profesorado que la imparte

**D/Dña. Noelia del Carmen Díaz Padilla** (COORDINADOR)

**Departamento:** 266 - INGENIERÍA DE PROCESOS

**Ámbito:** 790 - Tecnologías Del Medio Ambiente

**Área:** 790 - Tecnologías Del Medio Ambiente

**Despacho:** INGENIERÍA DE PROCESOS

**Teléfono:** **Correo Electrónico:** noelia.diaz@ulpgc.es

**D/Dña. Joaquín Betancor González** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Departamento:** 266 - INGENIERÍA DE PROCESOS

**Ámbito:** 555 - Ingeniería Química

**Área:** 555 - Ingeniería Química

**Despacho:** INGENIERÍA DE PROCESOS

**Teléfono:** **Correo Electrónico:** joaquin.betancor@ulpgc.es

### Bibliografía

#### [1 Básico] Fundamentos de transferencia de calor /

*Frank P. Incropera, David P. Dewitt.*

*Prentice Hall,, México : (1999) - (4ª ed.)*

#### [2 Básico] Tablas de propiedades termodinámicas del agua y correlaciones generalizadas para fluidos puros /

*José Antonio Peña Quintana, Ana María Blanco Marigorta.*

**[3 Básico] Termodinámica técnica /**

*José Segura Clavell.*  
*Reverté,, Barcelona : (1990)*  
8429143521

---

**[4 Básico] Problemas de termodinámica técnica /**

*José Segura Clavell.*  
*Reverté,, Barcelona : (1993)*  
842914353X

---

**[5 Básico] Termodinámica /**

*Kenneth Wark Jr, Donald E. Richards.*  
*McGraw-Hill,, Madrid : (2001) - (6ª ed.)*  
844812829X

---

**[6 Básico] Fundamentos de termodinámica técnica /**

*Michael J. Moran, Howard N. Shapiro.*  
*Reverté,, Barcelona : (2004) - (2ª ed.)*  
9788429143133

---

**[7 Básico] Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico /**

*Yunus A. Çengel ; revisor técnico, Sofía Faddeeva.*  
*McGraw-Hill,, México : (2007) - (3 ed.)*  
9789701061732

---

**[8 Básico] Transferencia de calor /**

*Yunus A. Çengel ; traducción, José Hermán  
Pérez ; revisión técnica, Ángel Hernández Fernández... [et al.].*  
*McMcGraw-Hill,, México : (2004) - (2ª ed.)*  
0072459387 (CD-ROM)

---

**[9 Básico] Thermodynamics: an engineering approach /**

*Yunus A. Çengel, Michael A. Boles.*  
*McGraw-Hill,, Boston : (2002) - (4th ed.)*  
0072383321