

Curso Académico: 2021/22

## 29913 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 29913 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 435 - Graduado en Ingeniería Química

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

La asignatura se ha planteado para que, una vez superada la evaluación, el alumno sea capaz de:

1. Calcular las propiedades termofísicas de un sistema mediante modelos sencillos, o mediante tablas.
2. Determinar las interacciones masa-energía de un sistema durante un proceso dado, mediante ecuaciones de proceso y ecuaciones de balance.
3. Conocer y aplicar las leyes de la termodinámica al análisis energético de equipos y procesos básicos en ingeniería química.
4. Analizar las prestaciones de instalaciones energéticas basadas en ciclos termodinámicos: ciclos de potencia y de refrigeración, de compresión de vapor y turbina de gas.
5. Conocer los criterios básicos para las principales mejoras de funcionamiento y rendimiento de los ciclos termodinámicos.
6. Aplicar las leyes básicas que rigen los tres mecanismos de transferencia de calor en situaciones sencillas.
7. Manejar con soltura una herramienta informática para la simulación de sistemas térmicos y para la representación gráfica de los procesos que tienen lugar.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- ODS 7. Energía asequible y no contaminante.
  - Meta 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
  - Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.
  - Meta 8.4. Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.
- ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.
  - Meta 9.4. De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

- ODS 12. Producción y consumo responsable.
  - Meta 12.2. De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

## 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura abre el bloque formativo que podríamos denominar energético, proporciona los principios básicos para comprender las transformaciones energéticas y permite analizar y diseñar instalaciones térmicas para la generación, transferencia y uso de la energía.

Sirve de introducción para que el alumno aprenda el lenguaje y los conceptos básicos para comprender cualquier texto especializado o los manuales de los equipos más habituales en las instalaciones energéticas, tales como compresores, turbinas, bombas, intercambiadores de calor, etc.

Con esta materia, el alumno se familiariza con la metodología termodinámica para abordar, simplificar, modelar y simular instalaciones energéticas importantes tanto a nivel económico como social: centrales térmicas, turbinas de gas, sistemas de refrigeración y aire acondicionado, etc. También aprende los aspectos básicos de los tres mecanismos de transferencia de calor, conducción, convección y radiación, y aprende a resolver problemas estacionarios en geometrías sencillas.

La asignatura resulta esencial para cursar las asignaturas posteriores de Termodinámica (obligatoria), y Fluidotécnica (obligatoria).

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda que el estudiante haya estudiado la parte correspondiente a Termodinámica en las asignaturas de Física I, Química y Ampliación de Química I.

Resultará imprescindible el manejo de conceptos matemáticos, tales como derivadas e integrales básicas, funciones logarítmicas y exponenciales, representaciones gráficas, etc. También la resolución de ecuaciones diferenciales sencillas tendrá cierta importancia para la parte de Transferencia de Calor. Todo ello se aprende en las asignaturas de Matemáticas correspondientes a Formación Básica.

Cabe recordar que el hábito de lectura facilitará la comprensión de los textos recomendados y, por tanto, propiciará el aprendizaje de la materia y mejorará el rendimiento académico.

Se recomienda al alumno la asistencia activa a las clases de teoría y problemas, así como un estudio continuo de la asignatura, la preparación de los problemas prácticos que puedan ser resueltos en sesiones posteriores, el estudio de los guiones y la elaboración de los resultados de las prácticas.

El trabajo constante es fundamental para superar con el máximo aprovechamiento esta asignatura, ya que en cada parte se estudia gradualmente un procedimiento de análisis coherente. Por ello, cuando surjan dudas, es importante resolverlas cuanto antes para garantizar el progreso correcto en esta materia.

Para ayudarle a resolver sus dudas, el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a tal fin.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

#### Competencias genéricas

C04 - Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

C07 - Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería Industrial necesarias para la práctica de la misma.

C11 - Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

#### Competencias específicas

C18 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de Ingeniería.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Conoce las propiedades termofísicas de interés industrial y tiene capacidad para utilizar y seleccionar procedimientos y herramientas adecuadas para su cálculo.

Conoce y aplica las leyes de la termodinámica al análisis energético de equipos y procesos básicos en ingeniería.

Conoce los criterios básicos para el análisis de ciclos termodinámicos.

Conoce y aplica los mecanismos básicos de transmisión de calor al análisis de equipos térmicos.

Resuelve razonadamente problemas básicos de termodinámica técnica y transmisión de calor aplicados a la ingeniería.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El análisis y la optimización de instalaciones energéticas es de vital importancia para el Graduado en Ingeniería Química, ya que son tecnologías que permiten el actual desarrollo social, tecnológico y económico.

De acuerdo con las competencias profesionales de esta titulación, el futuro graduado deberá abordar proyectos para mejorar el rendimiento de una instalación determinada, obtener el mismo resultado mediante un sistema o equipo diferente, utilizar un fenómeno particular con un fin determinado o inventar nuevas aplicaciones del mismo.

La asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transmisión de Calor dota al estudiante de las herramientas básicas para abordar estas tareas con éxito, junto con asignaturas posteriores que profundizan en ciertos aspectos y presentan técnicas y métodos de análisis más avanzados.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**Prácticas de laboratorio.** Duración por práctica: 2 a 4 h. El estudiante se familiariza con los sistemas térmicos y con la toma y el análisis de datos experimentales. Aplica los procedimientos propios de la materia y entrega un informe de resultados.

**Prácticas con herramientas informáticas.** Duración por práctica: 2 a 4 h. El estudiante aprende a resolver problemas propios de la Ingeniería Térmica mediante herramientas informáticas. Resuelve problemas y cuestiones y entrega un informe de resultados.

**Trabajos Tutorados.** Duración total estimada: 20 h. El estudiante con la tutela del profesor resuelve problemas de cierta complejidad y entrega un informe de resultados.

**Examen escrito.** Duración: hasta 4 h. Constará de cuestiones de tipo teórico-práctico y problemas similares a los resueltos en clase o a los planteados en las actividades prácticas.

#### Criterios de valoración y niveles de exigencia

En todas las actividades de evaluación se valorarán los siguientes aspectos y cualidades en el grado indicado en cada caso:

- Realización propia de las tareas (fundamental): si se detectaran plagios o copia fraudulenta de los trabajos, la nota correspondiente será cero.
- Correcto planteamiento del procedimiento de resolución de las cuestiones y problemas planteados (fundamental).
- Exactitud del resultado obtenido.
- Existencia de cuestiones en blanco: se valorará negativamente no responder a ciertas preguntas planteadas.
- Corrección y claridad en la comunicación escrita (fundamental): correcta ortografía y expresión, letra clara, y estructura de contenidos coherente.
- Análisis crítico de los resultados (importante): coherencia, relación con otros aspectos de la asignatura, posibilidades de mejora, etc.

Adicionalmente, para las actividades prácticas y trabajos tutorados se valorará también:

- Entrega en el plazo estipulado (fundamental): no se admitirán informes fuera de la fecha límite, salvo causa justificada debidamente.
- Entrega en el formato y procedimiento indicado por el profesor.

#### Procedimientos de evaluación

##### 1ª Convocatoria:

- Evaluación continua: La nota final se calculará mediante la ponderación de las notas de cada una de las partes, de acuerdo con los siguientes pesos:

70 % exámenes (nota mínima de 4 puntos sobre 10 para promediar con la nota de las actividades prácticas)

30 % actividades prácticas de laboratorio, simulación y trabajo tutorado (realización, entrega por parte del alumnos del informe correspondiente a cada actividad y evaluación objetiva; nota mínima de 5 puntos sobre 10 para seguir la evaluación continua)

- Evaluación global: Realización de un examen final global que abarca todos los contenidos y actividades de toda la asignatura, de acuerdo con la convocatoria oficial establecida en el período de exámenes fijado por el centro.

##### 2ª Convocatoria:

El procedimiento seguido en este caso es idéntico al de la primera convocatoria.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje se ha planteado para fomentar el trabajo continuado del estudiante y su participación, y se centra en los aspectos teórico-prácticos para poder comprender, analizar y aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas reales. En las clases magistrales se desarrollarán las bases teóricas que conforman la asignatura, resolviendo algunos problemas modelo. Las prácticas son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a que el alumno adquiera un punto de vista más aplicado y resuelva problemas más complejos y completos con la ayuda de recursos apropiados. Finalmente, los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

1. **Clases magistrales**, impartidas al grupo completo, en las que el profesor explicará los principios básicos de la asignatura y resolverá algunos problemas representativos de la aplicación los contenidos a casos realistas del futuro ejercicio profesional. Se buscará la participación de los alumnos en esta actividad. Paralelamente el alumno debe realizar trabajo personal de estudio para un mejor aprovechamiento de las clases.
2. **Prácticas de simulación con ordenador y de laboratorio** que se distribuyen a lo largo del cuatrimestre y cuya valoración formará parte de la calificación final de la asignatura. Se formarán grupos de dos o tres alumnos, con ello se fomenta el aprendizaje y el trabajo en grupo.
3. **Trabajos tutorados en grupos pequeños** (parejas idealmente): mediante una herramienta informática o a mano, los estudiantes analizan y resuelven un problema de la asignatura. Se potencia el aprendizaje autónomo y el trabajo en grupo.
4. **Planteamiento de ejercicios, cuestiones y problemas adicionales** a los resueltos en clase. Con ello se fomenta el trabajo autónomo, estudiando la materia y aplicándola a la resolución de los ejercicios planteados. Esta actividad dirigida, pero de ejecución autónoma, es fundamental en el proceso de aprendizaje del alumno y para la superación de las actividades de evaluación.
5. **Tutorías académicas**: el profesor pondrá a disposición del estudiante ciertos procedimientos para el planteamiento y la resolución de dudas. Se recomienda el uso de estas tutorías para asegurar el adecuado progreso en el aprendizaje.

### 4.3. Programa

#### Programa teórico

**Temas 1 y 2:** Introducción a la Termodinámica Técnica. Conceptos y Definiciones. Sistemas y procesos. Calor y trabajo.

**Tema 3:** Comportamiento empírico de la materia. Cambios de fase. Diagramas T-v, P-v, P-T. Cálculo de propiedades de sustancias puras. Vapor sobrecalentado. Mezclas bifásicas. Líquido subenfriado. Gases reales. Gases ideales.

**Temas 4 y 5:** Primer Principio. Formulaciones matemáticas. Balances de energía y materia para sistemas abiertos y cerrados. Aplicación a equipos de interés industrial. Llenado y vaciado de depósitos.

**Temas 6 y 7:** Segundo Principio. Procesos reversibles e irreversibles. Formulaciones. Ciclo de Carnot. Definición y cálculo de la entropía. Diagramas T-s y h-s. Balance de entropía. Procesos isoentrópicos. Rendimiento isoentrópico de equipos. Calor y trabajo para procesos cuasiestáticos (politrópicos).

**Tema 8:** Ciclos de Potencia de Gas. Ciclos Otto, Diesel y Dual. Ciclo de Joule-Brayton. Análisis de aire-estándar. Efecto de la relación de presiones y de las irreversibilidades. Regeneración, recalentamiento y refrigeración intermedia.

**Tema 9:** Ciclos de Potencia de Vapor. Ciclo de Rankine ideal. Efecto de la presión en la caldera y en el condensador. Temperatura termodinámica media. Comparación con el ciclo de Carnot. Irreversibilidades y pérdidas. Sobrecalentamiento y recalentamiento. Ciclos regenerativos.

**Tema 10:** Ciclos de refrigeración. Aplicaciones. Propiedades termofísicas de las sustancias refrigerantes. Ciclos de compresión de vapor. Compresión en cascada y multietapa. Bomba de calor. Irreversibilidades. Ciclo frigorífico real. Ciclo de compresión de gas.

**Tema 11:** Psicrometría y procesos psicrométricos. Principios básicos. Conservación de la masa y de la energía en procesos psicrométricos. Diagrama psicrométrico. Procesos psicrométricos.

**Tema 12:** Fundamentos de Transferencia de Calor. Relación con la Termodinámica Técnica. Leyes básicas: conducción, convección, radiación.

#### Programa de actividades prácticas (inicialmente previsto)

1. Propiedades termodinámicas de sustancias
2. Balances de energía a equipos y sistemas productores de energía
3. Ciclo de potencia de gas o de vapor
4. Ciclo de refrigeración
5. Procesos psicrométricos

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA. Las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten en el horario establecido y los grupos se establecen en función del número de alumnos y se darán a conocer con la suficiente antelación. Los trabajos tutelados se proponen a lo largo del curso conforme se ven los temas implicados. Además, cada profesor informará de su horario de atención de tutorías.

Las fechas de inicio y finalización de la asignatura y las horas concretas de impartición para cada grupo se podrán encontrar en la página web del Centro.

Desde el inicio del cuatrimestre los alumnos dispondrán del calendario detallado de actividades (prácticas y experiencias de laboratorio,?) que será proporcionado por el profesor correspondiente. No obstante, y de manera orientativa, el calendario será el siguiente:

- 1ª semana de octubre. Inicio de prácticas y trabajos tutelados.
- Entrega de informes de cada práctica la semana posterior a su realización.
- Entrega de resolución de trabajos tutorados: mitad de cuatrimestre y final del período docente.
- Examen global. Fecha fijada por el centro.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=29913&year=2019](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=29913&year=2019)