Universidad Zaragoza

**Curso : 2020/21**

# 29913 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

## Información del Plan Docente

**Año académico:** 2020/21
**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:

Objetivo 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

Objetivo 12. Producción y consumo responsable

- Meta 12.2, De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales
- Meta 12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente
- Meta 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reaciclado y reutilización

## 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 Termotecnia (obligatoria), y Fluidotécnia (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: 3 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: 3 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: 6 h. El estudiante con la tutela del profesor resuelve problemas de cierta complejidad y entrega un informe de resultados.

**Examen escrito.** Duración: 3 h. Constará de tres partes diferenciadas: una parte teórica en forma de cuestiones de tipo V/F y cuestiones cortas de tipo teórico-práctico; una segunda parte puramente práctica consistente en varios problemas similares a los resueltos en clase; una tercera parte que consistirá en la resolución de uno de los problemas planteados en las actividades prácticas (quedarán exentos de esta tercera parte aquellos estudiantes que hayan superado esta parte práctica durante el periodo docente, manteniéndose la nota obtenida).

### 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**: El procedimiento planteado consiste en un conjunto de pruebas que permiten superar el 100% de la asignatura. Algunas de ellas, las de tipo práctico, se habrán podido realizar durante el periodo docente, mientras que el examen escrito se realizará en el periodo de exámenes. La nota final se calculará mediante la ponderación de las notas de cada una de las partes, de acuerdo con los siguientes pesos:

70 % examen escrito (Teoría y Problemas, mínimo de 4 puntos en cada parte)

15 % trabajos tutorados (realización y entrega obligatorias)

15 % prácticas (realización y entrega obligatorias)

En el caso de que el estudiante no haya superado las actividades prácticas y trabajos tutorados durante el periodo docente, o quiera subir la nota obtenida en esa parte, tendrá derecho a un examen de prácticas y trabajos tutorados, que podrá realizarse junto al examen de Teoría y Problemas, durante el periodo de exámenes o en horario aparte y que tendrá un peso en la nota final del 30 %.

Si en el examen escrito no se alcanza el umbral mínimo en alguna de las partes, la asignatura quedará suspendida y deberá presentarse a la siguiente convocatoria con ambas partes.

**2ª Convocatoria**: 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 compresión 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

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**Programa teórico**

**Tema 1: Conceptos y definiciones básicas en termodinámica.** Definición y clasificación de sistemas, estados, procesos y propiedades. Instrumentos de medición de propiedades. Cambio de unidades.

**Tema 2: Propiedades de una sustancia pura, simple y compresible.** Calentamiento Isobaro de un líquido. Cambio de fase. Diagramas T-v, P-v, P-T. Mezclas bifásicas. Líquido subenfriado. Sustancia incompresible. Gases reales. Cálculo de propiedades termofísicas.

**Tema 3: La energía y el primer principio de la termodinámica.** Formulaciones matemáticas. El experimento de Joule. Balance para sistemas cerrados. Modos de transferencia de energía. Trabajo de expansión y compresión. Procesos politrópicos.

**Tema 4: Fundamentos de trasferencia de calor.** Introducción a la conducción, convección y radiación. Ecuaciones fundamentales y su aplicación a sistemas sencillos.

**Tema 5: Análisis energético en un volumen de control.** Desarrollar los principios de conservación de masa y energía con volúmenes de control. Estado estacionario (principalmente). Estado transitorio. Estudiar distintos ejemplos prácticos de volúmenes de control: turbinas, bombas, compresores, toberas, intercambiadores, válvulas.

**Tema 6: El segundo principio de la termodinámica.** Entender el concepto de irreversibilidad.

Analizar distintas formulaciones del segundo principio de la termodinámica. Aplicación del segundo principio a los ciclos termodinámicos: ciclo de Carnot y escala Kelvin de temperatura.

**Tema 7: La entropía y su utilización.** Introducir el concepto de entropía y su uso para el análisis

termodinámico. Desigualdad de Clausius. Balances de entropía para sistemas cerrados y volúmenes de control. Rendimientos isoentrópicos de equipos. Ecuaciones TdS.

**Tema 8: Análisis exergético.** Introducir el análisis exergético para sistemas abiertos y cerrados. El ambiente de referencia. La exergía de flujo.

**Tema 9: Entalpía, entropía y exergía para sistemas reactivos.** Cálculo de la entalpía y entropía para sistemas reactivos. Definición y cálculo de la energía libre de Gibbs. Cálculo de la exergía química y de concentración.

**Tema 10: Ciclos termodinámicos.** Cálculo de propiedades y rendimientos energéticos y exergéticos de: Ciclo Rankine ideal y real simple y con sobrecalentamiento, recalentamiento y regeneración. Ciclo Brayton ideal y real simple y regenerativas con refrigeración intermedia y recalentamiento. Ciclos de refrigeración de Carnot, ideal y real. Ciclo de bomba de calor de Carnot y real.

**Programa de actividades prácticas**

Las prácticas y trabajos podrán versar sobre alguno de los siguientes contenidos:

- Cálculo de propiedades de sustancias
- Modelado de ciclos de potencia con turbina de vapor
- Modelado de ciclos de potencia con turbina de gas
- Modelado de ciclos de refrigeración
- Modelado de ciclos MACI
- Balance de energía en un freno electromagnético
- Caracterización experimental del funcionamiento de un ciclo frigorífico
- Caracterización experimental del funcionamiento un enfriador evaporativo
- Modelado de intercambiadores de calor
- Dimensionado óptimo de aislamientos
- Caracterización experimental de la transferencia de calor en un banco de tubos

## 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: la semana posterior a la tutoría correspondiente.
- 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**