

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	502460	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Termodinámica aplicada		
Denominación (inglés)	<i>Applied thermodynamics</i>		
Titulación	Grado en Ingeniería Química Industrial		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Semestre	3	Carácter	Obligatoria
Módulo	Industrial		
Materia	Fundamentos de la ingeniería		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Juan Luis Acero Díaz	Edificio José Luis Sotelo, despacho nº 12	jlacero@unex.es	
Área de conocimiento	Ingeniería Química		
Departamento	Ingeniería Química y Química Física		
Profesor coordinador (si hay más de uno)			
Competencias			
<p>CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.</p>			
<p>CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.</p>			
<p>CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.</p>			
<p>CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p>			
<p>CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.</p>			
<p>CG1. Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Química que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la Orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, la</p>			

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG2. Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacitan para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les doten de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, peritaciones, tasaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG6. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG7. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG8. Capacidad para aplicar los principios y métodos de calidad.

CG9. Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.

CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CG11. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

CT1. Comunicarse de forma oral y escrita tanto en la lengua propia como en inglés.

CT2. Demostrar capacidad de organizar, planificar, de análisis y síntesis.

CT3. Demostrar habilidades en el uso de aplicaciones informáticas y empleo de nuevas tecnologías para el aprendizaje, divulgación de conocimiento y recopilación de información relevante para emitir juicios.

CT4. Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en un entorno profesional.

CT5. Poseer habilidades en las relaciones interpersonales.

CT6. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.

CT7. Reconocer la diversidad y multiculturalidad.

CT8. Desarrollar habilidades de estudio en la formación continua y para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CT9. Respetar los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.

CT10. Respetar y promover los derechos fundamentales y los principios de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

CT11. Desarrollar valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

CE7: Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

Contenidos

Breve descripción del contenido

La termodinámica es la parte de la física que estudia los estados de los sistemas materiales macroscópicos y los cambios que pueden darse entre esos estados, en particular, en lo que respecta a temperatura, calor y energía. Los principales contenidos de la asignatura son: Propiedades de los fluidos puros; Expansión y compresión de fluidos; Equilibrio de fases; Termodinámica química; Análisis termodinámico de procesos; Turbinas de vapor y de gas; Máquinas frigoríficas; Bombas de calor.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: **CONCEPTOS BÁSICOS EN TERMODINÁMICA**

Contenidos del tema 1: Introducción. Sistema y masa y volumen de control. Propiedades de un sistema. Estados y Equilibrio. El postulado de estado. Procesos y ciclos.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1:

Denominación del tema 2: **ANÁLISIS GENERAL DE LA ENERGÍA. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

Contenidos del tema 2: Introducción. Formas de energía. Energía Interna. Energía Mecánica. Transferencia de energía por calor y trabajo. Primera ley de la Termodinámica.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2:

Denominación del tema 3: **PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS**

Contenidos del tema 3: Introducción: sustancia pura. Cambio de fases de sustancias puras. Diagramas de propiedad en cambio de fase de sustancias puras. Usos de tablas termodinámicas. Concepto de entalpía. Estados de referencia. Ecuación de estado para un gas ideal. Desviación del comportamiento ideal. Propiedades de mezclas gaseosas.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Determinación de las propiedades de sustancias con Unisim Design (UD) y Excel.

Denominación del tema 4: **SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA. CONCEPTO DE ENTROPÍA**

Contenidos del tema 4: Máquinas térmicas. Refrigeradores y bombas de calor. Procesos reversibles e irreversibles. El ciclo de Carnot directo e inverso. Entropía.

Descripción de las actividades prácticas del tema 4:

Denominación del tema 5: **RELACIONES TERMODINÁMICAS**

Contenidos del tema 5: Relaciones de Gibbs. Relaciones de Maxwell. Calores específicos. Ecuación de Clapeyron. Relaciones generales para U , H , S , C_p y C_v . Coeficiente de Joule-Thomson. Propiedades de mezclas de gases.

Descripción de las actividades prácticas del tema 5: Resolución de problemas con UD y Excel.

Denominación del tema 6: **ANÁLISIS ENERGÉTICO: SISTEMAS CERRADOS Y ABIERTOS**

Contenidos del tema 6: Trabajo en sistemas cerrados con límites variables. Sistemas abiertos: trabajo y energía de un fluido en movimiento. Análisis de energía de sistemas de flujo estacionario. Trabajo reversible de flujo estacionario.

Descripción de las actividades prácticas del tema 6:

Denominación del tema 7: **CICLOS DE POTENCIA EN FASE GAS**

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

Contenidos del tema 7: Consideraciones básicas para el análisis de ciclo de potencia. Consideraciones de aire estándar. Sistemas de cilindro-émbolo. Ciclo de Otto. Ciclo Diesel. Ciclo Brayton.

Descripción de las actividades prácticas del tema 7: Resolución de problemas con UD.

Denominación del tema 8: CICLOS DE POTENCIA DE VAPOR Y COMBINADOS

Contenidos del tema 8: Ciclo Rankine. Incremento de la eficacia del ciclo Rankine. Ciclo con recalentamiento y regeneración. Cogeneración. Ciclos combinados gas-vapor.

Descripción de las actividades prácticas del tema 8: Resolución de problemas con UD.

Denominación del tema 9: CICLOS DE REFRIGERACION

Contenidos del tema 9: Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor. Ciclos de refrigeración reales. Refrigerantes. Sistemas de bombas de calor. Ciclos de refrigeración innovadores. Ciclos de refrigeración por gas. Sistemas de refrigeración por absorción.

Descripción de las actividades prácticas del tema 9: Resolución de problemas con UD.

Denominación del tema 10: TERMODINÁMICA DE SOLUCIONES I: EQUILIBRIO ENTRE FASES

Contenidos del tema 10: Introducción. Condiciones termodinámicas de equilibrio. Fugacidad. Coeficientes de Fugacidad. Actividad. Coeficientes de actividad.

Descripción de las actividades prácticas del tema 10: Resolución de problemas con UD

Denominación del tema 11: TERMODINÁMICA DE SOLUCIONES II: EQUILIBRIO L/V

Contenidos del tema 11: Presión de vapor y punto de ebullición de compuestos puros. Equilibrio L/V en sistemas multicomponentes ideales. Sistemas L-V reales. Selección de modelos termodinámicos.

Descripción de las actividades prácticas del tema 11: Resolución de problemas con Excel, UD y Thermoworkbench.

Actividades formativas

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	5	2						3
2	4	1						3
3	16,5	5			2		0,5	9
4	11	4						7
5	17	7			2			8
6	12	5						8
7	16	4			3			9
8	16	4			3			9
9	15,5	3			3		0,5	9
10	11	2			2			7
11	15,5	3			3		0,5	9
Evaluación	9,5	2						7,5
TOTAL	150	42			18		1,5	88,5

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)
 S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

1. Clases expositivas de teoría y problemas (Descripción: método expositivo que consiste en la presentación por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. También incluye la resolución de problemas ejemplo por parte del profesor).
2. Resolución de ejercicios y problemas (Descripción: método basado en el planteamiento de problemas por parte del profesor y la resolución de los mismos en el aula. Los estudiantes desarrollan e interpretan soluciones adecuadas a partir de la aplicación de procedimientos de resolución de problemas).
3. Estudio de casos (Descripción: análisis intensivo y completo de un caso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, a veces, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución).
4. Aprendizaje basado en problemas (ABP) (Descripción: método de enseñanza/aprendizaje que tiene como punto de partida un problema que ha diseñado el profesor y que el estudiante resuelve de manera autónoma o guiada para desarrollar determinadas competencias previamente definidas).
8. Aprendizaje a través del aula virtual (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que se usa un ordenador con conexión a la red como sistema de comunicación entre profesor y estudiante e incluso entre los estudiantes entre sí y se desarrolla un plan de actividades formativas).
9. Tutorización (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que el profesor de forma individualizada o en pequeños grupos orienta al estudiante en su aprendizaje).
10. Aprendizaje autónomo (Descripción: Situación de aprendizaje en la que el estudiante de forma autónoma profundiza en el estudio de una materia para adquirir las competencias).
11. Evaluación (Descripción: Situación de aprendizaje/evaluación en la que el alumno realiza alguna prueba que sirve para reforzar su aprendizaje y como herramienta de evaluación).

Resultados de aprendizaje

- Conocer y comprender los principios de la termodinámica.
- Establecer el estado de un fluido simple compresible mediante el uso de tablas y software apropiado. Aplicar los conocimientos adquiridos a cambios de fase.
- Plantear balances energéticos en sistemas cerrados (masa de control) y abiertos (volumen de control). Establecer el análisis energético de algunos elementos simples como toberas, difusores, turbinas, compresores, etc.

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

- Comprender el concepto de entropía. Ser capaz de aplicar análisis de cambio de entropía. Derivar y aplicar ecuaciones para procesos isentrópicos.
- Establecer el análisis completo de ciclos de potencia de gas. Aplicar y comprender los ciclos de Otto, Diesel, Stirling y Ericsson. Comparar con el ciclo de Carnot.
- Ser capaz de aplicar y analizar el ciclo de Brayton. Comprender el concepto de eficiencia isentrópica en procesos de compresión y expansión. Recalcular ciclos con interenfriamiento, intercalentamiento y regeneración.
- Establecer el análisis completo de ciclos de potencia de vapor y combinados. Aplicar y comprender el ciclo de Rankine simple y con regeneración. Calcular ciclos de gas-vapor combinados.
- Diseñar y analizar ciclos de refrigeración y bombas de calor.
- Comprender y aplicar las relaciones de Maxwell. Deducir ecuaciones generales para energía interna, entalpía, entropía y calores específicos tanto para comportamiento ideal como real.
- Establecer y aplicar metodologías de análisis en mezclas gaseosas.
- Analizar y aplicar el concepto de equilibrio químico en mezclas reactivas y no reactivas. Comprender el equilibrio químico en sistemas multifásicos no reactivos.
- Aplicar los conceptos de fugacidad y actividad. Utilizar métodos de obtención de coeficientes de fugacidad y actividad.

Sistemas de evaluación

La evaluación de los conocimientos y competencias adquiridos se llevará a cabo de la siguiente forma:

- En la **Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación continua:** a partir de las calificaciones obtenidas en la resolución de problemas en clase y en exámenes parciales, de acuerdo con las siguientes consideraciones:
 - a) Resolución de problemas y de algún caso práctico de proceso termodinámico en clase. Contribuirán a la calificación final en un 10 %. Actividad recuperable mediante problemas en los exámenes parciales.
 - b) Realización de dos exámenes parciales (Temas 1-6 y Temas 7-11). Cada examen parcial contribuirá a la calificación final en un 45 % (90 % entre ambos). Actividad recuperable.

La calificación final será la media ponderada de las dos contribuciones: problemas y casos prácticos, y exámenes parciales. Para realizar la media ponderada será condición necesaria tener una calificación mínima de 3,5 sobre 10 en cada uno de los exámenes parciales. Podrán ser objeto de recuperación el/los exámenes parciales con calificación inferior a 5,0 sobre 10. Para superar la asignatura por esta modalidad se deberá tener una calificación media ponderada mínima de 5,0 sobre 10.
- En la **Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación global:** mediante una prueba de carácter global (**examen final**), considerando para este una valoración de 100 puntos sobre 100. El estudiante deberá alcanzar una calificación mínima de 5,0 sobre 10 para superar la asignatura.
- En la **Convocatoria extraordinaria,** si el estudiante eligió la **modalidad de evaluación continua:** El estudiante realizará un examen correspondiente a los temas 1-11. Se considerará como nota final la mayor de entre las obtenidas mediante la evaluación mixta (considerando una contribución del examen del 90% y el 10 %

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2024-25	Código: P/CL009_FC_D002	

restante de los problemas y casos prácticos) y mediante el examen final (considerando una contribución del examen 100%). Para superar la asignatura por esta modalidad, se deberá tener una calificación media ponderada mínima de 5,0 sobre 10.

- En la **Convocatoria extraordinaria**, si el estudiante eligió la **modalidad de evaluación global**: el sistema de evaluación es el mismo que el descrito en la convocatoria ordinaria para esta modalidad de evaluación.

Los exámenes, tanto parciales como finales, constarán de cuestiones teóricas y de problemas numéricos que pueden resolverse con programas de simulación. En las cuestiones teóricas se valorará la claridad de exposición, dominio de los aspectos solicitados y capacidad de síntesis. En los problemas se valorará el planteamiento general, la bondad de los resultados finales obtenidos, así como el uso adecuado de los programas de simulación empleados.

La asignatura se calificará en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa: 0-4,9: Suspenso (SS), 5,0-6,9: Aprobado (AP), 7,0-8,9: Notable (NT), 9,0-10: Sobresaliente (SB). La mención de Matrícula de Honor podrá ser otorgada a alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9,0. Su número no podrá exceder del 5 % de los alumnos matriculados en la asignatura en el correspondiente curso académico, salvo que el número de alumnos matriculados sea inferior a 20, en cuyo caso se podrá conceder una sola Matrícula de Honor.

Bibliografía (básica y complementaria)

- Cengel, Y.A., Boles, M.A. y Kanoglu, M. "Termodinámica. 9ª ed. McGraw Hill, 2019.
- Rodríguez, J.A. "Introducción a la Termodinámica con algunas aplicaciones de Ingeniería". 1ª ed.
- Morán, M.J. y Shapiro, H.N. "Fundamentos de termodinámica técnica" 2ª ed. Reverté, 2004.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C. y Abbott M.M. "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química". 5ª ed. McGraw Hill, 1997.
- Sandler, S.I. "Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics". 5ª ed. Wiley, 2017.
- Dahm, K.D. y Visco, D.P. "Fundamentals of Chemical Engineering Thermodynamics". Cengage Learning, 2015.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Aula virtual de la asignatura.
- Servicios telemáticos de la Universidad de Extremadura (bases de datos, etc.).
- Software de cálculos termodinámicos y de simulación de procesos químicos (UnisimDesign y Thermoworkbench).