

**Denominación del módulo: (Codificación o numeración y nombre)**

Fundamentos de ingeniería termodinámica

1	Créditos ECTS:	Carácter: FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX:Mixto				
	24			OB		

2 **Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios**(Unidad temporal y sus correspondientes ECTS)

ANUAL

3 **Lenguas en las que se imparte:**

Castellano

4 **Actividades formativas (en horas y porcentaje de presencialidad) y metodologías docentes****Actividades formativas presenciales, 240 horas, 40% presencialidad.**

Clase teórica 100 horas

Clase problemas 40 horas

Seminarios 40 horas

Laboratorio 60 horas

Actividades formativas no presenciales, 360 horas.

Estudio y trabajo autónomo

Actividad formativa	Horas	% Presencialidad
Clase teórica	100	40
Clase problemas	40	40
Seminarios	40	40
Laboratorio	60	40
Estudio y trabajo autónomo	360	0

Metodologías docentes

Clases expositivas

Clases prácticas y seminarios

4.1 **Resultados de aprendizaje: (Específicos del módulo o resumen de los esperados para las asignaturas)**

- Evaluar resultados de mediciones, determinación del valor y su incertidumbre
- Conocer de los métodos experimentales y equipos para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte
- Conocer métodos y modelos de cálculo para el tratamiento de los datos y obtención de las propiedades
- Realizar determinaciones de propiedades con técnicas de alta exactitud
- Definir las propiedades de transporte (viscosidad, difusividad, conductividad) mediante sus relaciones

constitutivas (leyes de Newton, Fick y Fourier)

- Conocer los tipos de comportamiento no-newtoniano de fluidos
- Determinar el equilibrio entre fases utilizando EoS.
- Determinar los balances de materia y energía
- Evaluar las propiedades del equilibrio de fases fluidas de sistemas multicomponentes.
- Analizar la adecuación del modelo de simulación seleccionado a partir del comportamiento de sistemas reales
- Buscar, seleccionar, clasificar y utilizar eficazmente información científica disponible dentro de las bases de datos y revistas electrónicas.
- Diseñar los experimentos a realizar para conseguir el resultado experimental deseado minimizando tiempo y recursos.
- Tratar los datos obtenidos con rigor científico mediante procedimientos estadísticos.
- Comunicar los resultados de una investigación: visualmente, oralmente y en publicación científica.
- Conocer los aspectos básicos de seguridad en laboratorios
- Diseñar, seleccionar equipos, montar y poner a punto plantas de laboratorio de operación a alta y baja presión.
- Preparar y utilizar los manuales de operación de plantas y equipos de laboratorio
- Conocer las salidas profesionales y herramientas necesarias (elaboración de un CV, entrevistas de trabajo, competencias, etc.) para la inserción laboral y el fomento del carácter emprendedor.
- Conocer aspectos éticos orientados a la ciudadanía, relacionados con la democracia, derechos humanos, igualdad de género y ética profesional, tanto el campo de la ciencia y la industria como en el académico.
- Adquirir un conocimiento global de asuntos como la economía, la cooperación internacional y el desarrollo.

5 **Sistemas de evaluación:** (Genéricos de la titulación, específicos del módulo o resumen de las asignaturas)

Evaluación final 0-80%

Evaluación continua 0-80%

Actividades desarrolladas 0-60%

6 **Contenidos de la materia:** (Breve descripción del módulo)

Instrumentación y Medida en Ingeniería Termodinámica

En la primera asignatura se abordan temas relacionados con la instrumentación y la medida, aspectos, tanto teóricos como prácticos, que se refieren a las mediciones en cualesquiera de los campos de la ciencia y de la tecnología en que tengan lugar. La asignatura se desarrolla en los siguientes temas.

1. Introducción a la metrología.
2. Evaluación de la incertidumbre de medida.
3. Principio de medida de la temperatura. Instrumentación
4. Calibración de termómetros. Contacto y radiación.
5. Medida de la humedad. Instrumentación y calibración.
6. Principio de medida de la presión. Instrumentación
7. Calibración de medidores de presión.

Propiedades Termodinámicas y de Transporte de Gases y Líquidos

En la segunda asignatura se realiza una exhaustiva revisión de las técnicas experimentales que se utilizan en la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte tanto de sustancias puras como de mezclas

en sistemas homogéneos y heterogéneos. Utilización de las técnicas disponibles en el laboratorio. Utilización de métodos y modelos de cálculo para el tratamiento de los datos y obtención de las propiedades directas y derivadas. El alumno tendrá una visión crítica de los métodos de predicción y correlación más utilizados para la obtención de propiedades termodinámicas y de transporte. La asignatura se desarrolla en los siguientes temas.

1. Técnicas experimentales para la medida de propiedades PVT de compuestos puros y mezclas.
2. Medida de la velocidad del sonido y propiedades termodinámicas derivadas.
3. Técnicas calorimétricas.
4. Obtención de las propiedades de mezcla.
5. Equilibrio de fases en sustancias puras.
6. Determinación del equilibrio de fases en sistemas multicomponentes.
- 7 Transporte de cantidad de movimiento, energía y masa.
- 8 Propiedades de transporte de fluidos no-newtonianos, líquidos poliméricos y en las cercanías del punto crítico.
- 9: Medida experimental de propiedades de transporte.
- 10: Métodos de estimación de propiedades de transporte.
- 11: Ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento, energía y masa.

Modelado Termodinámico de Sistemas Fluidos

El alumno desarrollo el modelado termodinámico para la representación de una operación en una industria de proceso, para implementarlo en la simulación de dicha operación, tanto en régimen estacionario como dinámico. La asignatura se desarrolla en los siguientes temas.

1. Ecuaciones de estado: factor de compresibilidad
2. Relaciones de Maxwell y derivación de propiedades: entalpía, entropía y fugacidad. Cálculo de propiedades a partir de ecuaciones de estado: discrepancias.
3. Ecuaciones cúbicas: compuestos puros, funciones alfa y factor acéntrico, densidades de líquidos, presión de saturación de sustancias polares.
4. Mezclas: reglas de combinación y mezcla. Reglas de mezcla no cuadráticas.
5. Equilibrio entre fases: algoritmo de flash multicomponente (Ratchford-Rice). Equilibrios líquido-líquido y sólido-líquido. Estabilidad. Equilibrio químico
6. Caso Práctico. Software comercial de simulación de procesos químicos. Fundamentos de la simulación con HYSYS.
7. Uso de la interface PFD. Casos prácticos
8. Equilibrium Reactor. Attachments. Recycle. Databook. Destilación: Shortcut y COLUMNS.
9. Introducción. Descripción de un caso simple.
10. Conceptos fundamentales de la simulación dinámica de procesos químicos.
11. Conversión de un proceso estacionario en una simulación dinámica.
12. Operaciones programadas: Scheduler.

Iniciación a la Investigación

Por último, en la última asignatura del módulo el estudiante de postgrado se inicia en la investigación en temas relacionados con la Ingeniería y en concreto con la Ingeniería Termodinámica, a través de ser capaz de utilizar herramientas clave de investigación. Se analiza la posición de la ciencia en la sociedad actual y las políticas científico-tecnológicas. Otro punto de interés son los sistemas de información científica y las fuentes de bibliografía. El alumno maneja el diseño experimental y el tratamiento de datos de plantas escala laboratorio. El conocimiento de la seguridad en laboratorios es fundamental para el posterior desarrollo experimental de su Tesis Doctoral. Además, debe conocer como presentar sus resultados de investigación en revistas y congresos científicos. Finalmente, el alumno recibe una educación integral en competencias generales de orientación profesional, como la búsqueda de trabajo, la elaboración adecuada de un curriculum vitae, enfrentarse a una entrevista de trabajo, etc., además de fomentarse el carácter emprendedor. También se orienta al alumno desde el punto de vista ciudadano, analizando aspectos globales como de la economía, el desarrollo y la cooperación internacional, y desarrollando conceptos como la igualdad de género, derechos humanos y la ética profesional. La asignatura se desarrolla en los siguientes temas.

1. La posición de la ciencia en la sociedad actual.
2. Sistemas de información científica
3. Bibliografía
4. Diseño experimental y Tratamiento de Datos
5. Presentación resultados de investigación
6. Seguridad en laboratorios
7. Plantas escala laboratorio
8. Seguimiento analítico de la investigación

7 **Comentarios adicionales:** (Cualquier aspecto, no descrito en los apartados anteriores, tales como requisitos previos, aclaraciones, etc.)

Bibliografía:

- K.N. Marsh, P.A.G. O'Hare. "Solution Calorimetry. Experimental Thermodynamics volume IV". Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1994.
- A.R.H. Goodwin, K.N. Marsh, W.A. Wakeham. "Measurement of Thermodynamic Properties of Single Phases. Experimental Thermodynamics volume VI". Elsevier Amsterdam, 2003.
- R.D. Weir, T.W. de Loos. "Measurement of Thermodynamic Properties of Multiple Phases. Experimental Thermodynamics volume VII". Elsevier Amsterdam, 2005.
- Thomas D. McGee. "Principles and methods of temperature measurement" Ed.Wiley.
- "Temperature". Ed. National Physical Laboratory. 1993.
- J.C. Legras. "La mesure des pressions statiques". Bureau National de Metrologie.1986.
- A.R.H. Goodwin, K.N. Marsh, W.A. Wakeham. "Measurement of Thermodynamic Properties of Single Phases. Experimental Thermodynamics volume VI". Elsevier Amsterdam, 2003.
- B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell. The properties of gases and liquids. Mc Graw Hill, 2000.
- J. Millat, J.H. Dymond, C.A. Nieto de Castro. Transport properties of fluids, their correlation, prediction and estimation. Cambridge University Press. 1996.

8 **Descripción de las materias:** FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX:Mixto

8.1	Asignaturas relacionadas con la materia:	Crd. ECTS	Carácter			
	Instrumentación y Medida en Ingeniería Termodinámica	6		OB		
	Propiedades Termodinámicas y de Transporte de Gases y Líquidos	6		OB		
	Modelado Termodinámico de Sistemas Fluidos	6		OB		
	Iniciación a la Investigación	6		OB		