

Curso Académico: (2019 / 2020)

Fecha de revisión: 06-05-2020

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

Coordinador/a: VERA COELLO, MARCOS

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 3 Cuatrimestre : 2

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Cálculo I, II
Física I, II
Fundamentos Químicos de la Ingeniería
Técnicas de expresión oral y escrita
Programación
Ingeniería Térmica
Ingeniería Fluidomecánica

OBJETIVOS

El objetivo de este curso es proporcionar al alumno conocimientos básicos de la ciencia y la tecnología de los sistemas aerotermoquímicos

Conocimientos adquiridos en este curso:

- Ecuaciones de conservación de los sistemas reactivos.
- Termoquímica.
- Cinética de la combustión.
- Conocimiento de las principales características de los sistemas reactivos homogéneos (condiciones críticas de ignición/extinción, explosiones térmicas y de radicales, etc.).
- Conocimiento fenomenológico de los distintos tipos de llamas.
- Balance másico y energético en calderas y generadores de vapor de recuperación de calor (HRSG) y análisis de rendimiento.
- Generación de energía basada en la combustión de combustibles fósiles.
- Consideraciones operacionales sobre el diseño de calderas y HRSG, efectos de calderas y HRSG en el rendimiento de planta.
- Determinar la metodología adecuada para obtener las variables requeridas en un problema de ingeniería (cálculo, experimentos, etc.).
- Presentar los resultados de una manera racional en términos de los parámetros relevantes.
- Comprensión de la terminología básica para entender la documentación técnica y la literatura específica.

Capacidades específicas:

- Caracterización de la composición de una mezcla de gases ideales en términos de i) fracciones másicas, ii) fracciones molares y iii) concentraciones molares.
- Determinación de la composición de una mezcla reactiva en función del dosado o relación de equivalencia.
- Determinación de la temperatura adiabática de llama de una mezcla reactiva mediante el uso de ecuaciones de conservación de los átomos y condiciones de equilibrio químico de los productos de la reacción.
- Determinación de mecanismos de reacción reducidos mediante la aplicación sistemática de la aproximación de estado estacionario a un mecanismo detallado completo.
- Determinación de las condiciones críticas de ignición y extinción para la combustión estacionaria en un reactor adiabático bien agitado.
- Solución de problemas de convección que involucren sistemas sólido-vapor y sólido-líquido con cambio de fase.
- Solución de problemas de transferencia de calor de radiación en presencia de medios participativos.
- Diseño térmico de Coal Fired calderas.
- Diseño térmico de HRSG.

Capacidades generales:

- Análisis basado en principios científicos.
- Enfoque Multidisciplinar (utilización conocimiento de varias disciplinas: Termodinámica, Ingeniería Mecánica de Fluidos, Ingeniería Térmica, etc.).
- Capacidad para localizar y entender la literatura básica sobre el tema.

Actitudes:

- Actitud analítica.
- Actitud crítica.
- Actitud cooperativa.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. La ciencia de la aerotermoquímica.

- Perspectiva histórica.
- La combustión como disciplina científica.
- Retos actuales.

2. Mezclas multicomponente.

- Composición
 - * Fracciones másicas.
 - * Fracciones molares.
 - * Concentraciones.
- Ecuaciones de estado para mezclas de gases ideales.
 - * La ecuación térmica de estado.
 - * La ecuación calórica de estado.

3. Termoquímica.

- Mezcla estequiométrica.
- Dosado, o relación de equivalencia.
 - * Composición de la mezcla de productos en el caso de combustión completa.
 - + Mezclas pobres.
 - + Mezclas ricas.
- Temperatura adiabática de llama.
 - * Definición.
 - * Calor de combustión.
- Ejemplos de aplicación.
 - * Combustión pobre de mezclas de hidrógeno y aire.
 - * Combustión pobre de mezclas de metano y aire.
- Combustión completa e incompleta.
 - * Especies mayoritarias y minoritarias.
- Equilibrio químico en sistemas reactivos.
 - * La constante de equilibrio.
 - * Disociación de las especies mayoritarias.
 - * Efecto de la temperatura y de la presión.
- Ejemplos de aplicación.
 - * Disociación del aire.
 - * Temperatura adiabática de llama y composición de la mezcla de productos en mezclas estequiométricas/ricas de hidrógeno/hidrocarburos y aire.

4. Cinética de la combustión.

- Cinética química.
 - * Tipos de reacciones elementales.
 - * Mecanismos detallados y reducidos.
 - * Modelos irreversibles de un paso.
 - * El límite de alta energía de activación.
- La hipótesis de estado estacionario.
- Ejemplos:
 - * Combustión de hidrógeno.
 - * Combustión de hidrocarburos.
 - * Análisis de Zel'dovich de la producción de NO.

5. Combustión en sistemas homogéneos.

- Ecuaciones de conservación para sistemas reactivos.
 - * Masa.
 - * Cantidad de movimiento.
 - * Especies.
 - * Energía
 - * El ritmo de liberación de calor.
- Combustión estacionaria en un reactor adiabático con mezcla perfecta.
 - * El número de Damköhler.
 - * Ignición y extinción: La curva en S.
- Diseño de reactores

6. Llamas.

- Llamas premezcladas vs. no premezcladas.
- Ejemplos:
 - * La llama de bunsen.
 - * Llamas de difusión tipo chorro.

7. Sistemas de generación de potencia y generadores de vapor.

- Ciencia y tecnología de la combustión.
- Fossil Fuel-Fired Power Generation (combustión heterogénea del carbón).
- Tecnologías de combustión tradicionales y avanzadas.
 - * GICC.
 - * Chemical looping.
 - * Pilas de combustible.
 - * Penalización energética en la captura de CO₂.
- Aspectos fundamentales de los nuevos procesos de producción de energía.
- Aspectos medioambientales.
 - * Captura de CO₂.
- Steam Generators en la reducción de CO₂.

8. Calderas de generación de vapor y calderas recuperadoras (HRSG).

- Tipos de calderas.
 - * Calderas acuotubulares.
 - * Calderas recuperadoras.
 - * Calderas piro-tubulares.
- Eficiencia y desempeño de calderas de generación de vapor.
- Corrosión de las superficies de intercambio de calor debido a la combustión heterogénea.
- Aplicación de calderas recuperadoras a ciclo combinado y cogeneración.
- Composición de los gases de combustión en el funcionamiento de calderas recuperadoras, balances de energía, control de emisiones y eficiencia en calderas HRSG.

9. Transferencia de calor en calderas de generación de vapor y calderas recuperadoras (HRSG).

- Lado líquido.
 - * Diagrama de fases y parámetros adimensionales en ebullición y condensación.
 - * Transferencia de calor en procesos de ebullición.
 - * Régimen de ebullición.
 - * Ebullición en piscina.
 - * Ebullición en flujo cruzado.
 - * Transferencia de calor en plantas de generación de energía: Transferencia de calor en condensadores (sesión especial).
 - * Caso de estudio: "Closed Feedwater heaters".
- Lado gas.
 - * Fundamentos.
 - + Transferencia de calor lado gas.
 - + Radiación no luminosa.
 - + Coeficiente de extinción molar (camino óptico).
 - + Absorbancia y emisividad.
 - + Intercambio radiativo entre superficies en presencia de un medio participativo.
 - * Transferencia de Calor por radiación en hornos
 - + Modelos de transferencia de calor en hornos
 - Aproximación de superficie moteada
 - + Superficies de transferencia de calor convectivas
 - Superficies aletadas y sin aletas.

10. Diseño térmico de calderas

- Diseño térmico de calderas de carbón
 - * Principios operacionales
 - * Componentes principales
 - * Consideraciones de diseño
 - * El modelo de reactor bien agitado
- Diseño de calderas recuperadoras
 - * Consideraciones de diseño
 - * Dimensionado
 - * Caso de estudio

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

La metodología a utilizar incluye:

1. Sesiones magistrales: Los estudiantes dispondrán de apuntes y bibliografía recomendada.
2. Sesiones de resolución de problemas relacionados con la temática del curso.
3. Resolución de problemas orientados a la auto-evaluación del alumno.
4. Desarrollo y presentación interactiva de trabajos dirigidos, incluyendo tres sesiones de laboratorio de aplicación directa de la teoría.

Además, en el programa se podrán incluir tutorías colectivas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA:

- Evaluación continua (60% de la calificación total)

Contenidos:

- Problemas prácticos que cubran los temas de la asignatura
- Cuestiones teóricas breves
- Cuestiones tipo test
- Informes de laboratorio (la asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria)

- Examen final (40% de la calificación total)

Contenidos:

- Problemas prácticos que cubran los temas de la asignatura
- Cuestiones teóricas breves
- Cuestiones tipo test

Se requerirá una nota mínima de 4 en el examen final para superar la asignatura

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: 2 opciones

- Examen final (100% de la calificación total)

o (similar a la convocatoria ordinaria)

- Evaluación continua (60% de la calificación total) + Examen final (40% de la calificación total)

Peso porcentual del Examen Final: 60

Peso porcentual del resto de la evaluación: 40

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- C. K. Law Combustion Physics, Cambridge Univ. Press, 2006
- F. P. Incropera Introduction to heat transfer, John Wiley & Sons, 2006
- G. F. Hewitt Process heat transfer, CRC Press, 1994
- I. Glassman Combustion, Academic Press, 1985

- K. K. Kuo Principles of Combustion, John Wiley & Sons, 1986
- K. Rayaprolu Boilers for power and process, CRC, 2009
- R. A. Strehlow Combustion Fundamentals, McGraw-Hill, 1985
- S. R. Turns An Introduction to Combustion, Mc. Graw Hill, 1996
- V. Ganapathy Industrial boilers and heat recovery steam generators: design, applications, and calculations, CRC Press, 2002

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- F. A. Williams Combustion Theory (2nd ed), Benjamin/Cummings, 1985
- J. D. Buckmaster & G. S. S. Ludford Theory of Laminar Flames, Cambridge Univ. Press, 1982
- R. C. Flagan & J. H. Seinfeld Fundamentals of Air Pollution Engineering, Prentice-Hall, 1988
- Y.B. Zeldovich, G.I. Barenblatt, V.B. Librovich & G.M. Makhviladze The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, Consultants Bureau, 1985

RECURSOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS

- Biblioteca E.T.S.I.Aeronáuticos (UPM) . Aerothermochemistry, 50 años de su publicación, Gregoria Millán y el grupo de combustión: <http://aerobib.aero.upm.es/millan/Index.htm>
- Chris Morley . GasEq: <http://www.gaseq.co.uk/>
- N. Peters . Fifteen Lectures on Laminar and Turbulent Combustion: <http://decane.itv.rwth-aachen.de/fileadmin/LehreSeminar/Combustion/SummerSchool.pdf>
- NASA . ThermoBuild: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/CEAWeb/ceaThermoBuild.htm>