

Combustión

CRÉDITOS: 6 ECTS

PROFESOR/A COORDINADOR/A: César Huete Ruiz de Lira [chuete@ing.uc3m.es]

UNIVERSIDAD DESDE LA QUE IMPARTE EL PROFESOR/A COORDINADOR/A: UC3M

¿HA DADO O VA A DAR AUTORIZACIÓN PARA GRABAR LAS CLASES DE ESTA ASIGNATURA? No

PROFESOR 1: César Huete Ruiz de Lira [chuete@ing.uc3m.es]

PROFESOR 2: Mario Sánchez Sanz [mssanz@ing.uc3m.es]

PROFESOR 3: Daniel Fernández Galisteo [d.galisteo@ciemat.es o galisteo@ing.uc3m.es]

PROFESOR 4: Alberto Cuadra Lara [acuadra@ing.uc3m.es]

UNIVERSIDAD DESDE LA QUE IMPARTEN LOS PROFESORES 1, 2, 3 y 4: UC3M

¿HAN DADO O VAN A DAR AUTORIZACIÓN PARA GRABAR LAS CLASES DE ESTA ASIGNATURA? No

CONTENIDOS:

1. Introducción

- Perspectiva histórica
- La ciencia de la combustión
- Desarrollos futuros

2. Ecuaciones de conservación para flujos reactivos

- Mezclas multicomponente
 - * Fracciones másicas
 - * Fracciones molares

- * Concentraciones molares
 - Ecuaciones de estado para mezclas de gases ideales
 - * Ecuación térmica de estado
 - * Ecuación calórica de estado
 - Transporte molecular en mezclas multicomponente
 - * Velocidades de difusión
 - * Transporte multicomponente
 - * Simplificaciones usuales en problemas de combustión
 - Ecuaciones de conservación
 - * Masa
 - * Cantidad de movimiento
 - * Especies
 - * Energía
 - Escalas características y números adimensionales
- ### 3. Termoquímica
- La hipótesis de combustión completa
 - * Mezcla estequiométrica
 - * Relación de equivalencia [o dosado relativo]
 - * Composición de la mezcla de productos en combustión completa
 - + Combustión pobre
 - + Combustión rica
 - Temperatura adiabática de llama
 - * Definición
 - * Calor de combustión
 - * Cálculo de la temperatura adiabática de llama
 - + c_p Variable
 - + c_p Constant
 - Combustión completa vs. combustión incompleta
 - * Especies mayoritarias y minoritarias
 - Equilibrio químico en mezclas reactivas

- * La constante de equilibrio
- * Disociación de las especies mayoritarias
- * Efecto de la temperatura y la presión

4. Cinética de la combustión

- Cinética química

- * Tipos de reacciones elementales
- * Mecanismos detallados y reducidos
- * Mecanismos de un solo paso
- * El límite de alta energía de activación

- Ritmo de liberación de calor por reacción química

- Hipótesis de estado estacionario

- Hipótesis de equilibrio parcial

- Ejemplos

- * Combustión de hidrógeno
- * Combustión de hidrocarburos
- * Análisis de Zeldovich para la producción de NO_x

5. Combustión en sistemas de composición homogénea

- Ecuaciones de conservación para sistemas de composición homogénea

- Combustión adiabática en un reactor bien agitado. Soluciones estacionarias

- * El número de Damköhler
- * Ignición y extinción: La curva en forma de S

- Teoría de Frank-Kamenetskii de explosiones térmicas en recintos cerrados

- Explosiones de radicales

- * Límites de explosión en mezclas H₂-O₂
- * Límites de explosión en mezclas HC-O₂

- Ignición espontánea en una cámara de combustión de volumen variable

- Otros procesos de ignición

6. Frentes reactivos: Detonaciones y deflagraciones

- Relaciones de Rankine-Hugoniot

- Detonaciones

- * Estructura ZND

- * Detonaciones "galopantes"

- * Estructura real de las detonaciones

- Deflagraciones o llamas premezcladas

- * Estructura interna

- * Velocidad de propagación

- + Variación con la presión y la relación de equivalencia

- * Energía mínima de encendido

- * Distancia de apagado

- * Límites de inflamabilidad

7. Llamas de difusión

- Combustión no premezclada

- Parámetros termoquímicos relevantes

- El límite de reacción infinitamente rápida

- Efectos de cinética finita

- * Llamas de difusión en contracorriente

- * Ignición y extinción: La curva en forma de S

- Ejemplos

- * Llamas de difusión de chorro

- * Interacción de llamas con torbellinos

8. Evaporación y combustión de gotas y sprays

- Evaporación de gotas

- Combustión de gotas

- Descripción homogeneizada de la combustión de sprays

9. Inestabilidades de la combustión

- Estiramiento y curvatura de la llama

- Inestabilidad termo-difusiva

- Inestabilidad hidrodinámica

- Inestabilidad termoacústica

10. Combustión turbulenta

- Combustión turbulenta premezclada
 - * Escalas características
 - * Diagrama de regímenes
 - * Velocidad de llama turbulenta
- Combustión turbulenta no premezclada
 - * Escalas características
 - * Diagrama de regímenes
 - * Llamas de difusión de chorro turbulentas

METODOLOGÍA: Clases en el aula.

IDIOMA: Se adaptará en función del auditorio.

¿SE REQUIERE PRESENCIALIDAD PARA ASISTIR A LAS CLASES? Videoconferencia

BIBLIOGRAFÍA:

- Transport Processes in Chemically Reacting Flow Systems. D. E. Rosner. Dover. 2000.
- Diffusion and Heat Transfer in Chemical Kinetics. D. A. Frank-Kamenetskii. Plenum Press. 1969.
- Fundamental Aspects of Combustion. A. Liñán & F. A. Williams. Oxford University Press. 1993.
- Combustion Theory. F. A. Williams. Benjamin-Cummings. 1985. 2 ed.
- Turbulent Combustion. N. Peters. Cambridge University Press. 2000.

COMPETENCIAS

Básicas y generales:

CG1 Poseer conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial;

CG2 Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial;

CG4 Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades;

CG5 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado.

Específicas:

CE1: Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios.

CE2: Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.

CE5: Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.

De especialidad "Modelización":

CM2: Saber modelar elementos y sistemas complejos o en campos poco establecidos, que conduzcan a problemas bien planteados/formulados.

¿SE VA A USAR ALGÚN TIPO DE PLATAFORMA VIRTUAL? No.

¿SE NECESITA ALGÚN SOFTWARE ESPECÍFICO? No.

CRITERIOS PARA LA 1ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:

Los alumnos deberán demostrar que entienden y saben aplicar los conceptos aprendidos mediante la realización de trabajos propuestos en clase. Concretamente, a lo largo del cuatrimestre los alumnos deberán realizar y entregar 4 trabajos sobre los temas tratados en la asignatura (75% de la nota). Se valorará positivamente la asistencia a clase (10% de la nota) y se realizará un examen tipo test al finalizar el cuatrimestre (15% de la nota).

Estos criterios se utilizarán para evaluar las competencias CG1, CG2, CG4, CG5, CE1, CE2, CE5 y CM2.

CRITERIOS PARA LA 2ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:

Los mismos criterios que en la 1ª oportunidad.

OBSERVACIONES CURSO 2020-2021. PLAN DE CONTINGENCIA

No hay cambios respecto de lo indicado más arriba.