

## 66235 - Ciencia y tecnología de la combustión

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 66235 - Ciencia y tecnología de la combustión

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 531 - Máster Universitario en Ingeniería Química

**Créditos:** 3.0

**Curso:**

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo es familiarizar al alumnado con la temática de la combustión, permitiéndole que aborde cualquier problema de combustión desde el punto de vista de la ingeniería química.

El planteamiento de la asignatura está alineado con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030, específicamente con:

ODS3: garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Meta 3.9. Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.

ODS7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Meta 7.a. De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.

ODS9: Industria, innovación e infraestructuras

Meta 9.4. De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

ODS12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Meta 12.2. De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

ODS13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Meta 13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura y sus resultados previstos responden al siguiente planteamiento y objetivos de carácter general:

La disciplina de combustión y sus aplicaciones son de interés claro para los profesionales de la ingeniería al más alto nivel, ya que los procesos de combustión forman parte de las industrias del entorno, de los procesos de generación de energía eléctrica y de actividades tan cotidianas como los desplazamientos en vehículos a motor.

En concreto, en esta asignatura se abordan fenómenos básicos necesarios para comprender el proceso de combustión, tales como termoquímica y transferencia de materia, así como la cinética química en diferentes niveles de detalle, e incluyendo la descripción de mecanismos detallados. Partiendo de un buen conocimiento de la termoquímica, la transferencia de materia y la cinética, se aborda el cómo plantear las ecuaciones de conservación simplificadas en sistemas de reacción.

Una vez considerados los aspectos más básicos y fundamentales de los procesos de combustión, se pasan a estudiar aplicaciones prácticas. Se comienza por el estudio de los distintos tipos de llama. Se lleva a cabo una descripción sencilla

de las llamas laminares premezcladas y no-premezcladas, así como las llamas turbulentas.

Todo ello se integra en el estudio de las principales tecnologías de combustión, en el marco de procesos que integran la minimización de emisiones contaminantes.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se trata de una asignatura básica de combustión, que no requiere formación previa en este campo. Sí se considera recomendable que el alumno haya cursado el Grado en Ingeniería Química.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

#### **Competencias Genéricas**

- Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental. (CG1)
- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente. (CG2)
- Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados. (CG5)
- Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental. (CG6)
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor. (CG10)
- Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión. (CG11)

#### **Competencias Específicas**

- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos. (CE1)
- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas. (CE2)
- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas. (CE3)
- Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño. (CE4)
- Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos. (CE6)

### 2.2. Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

1 Puede desarrollar mecanismos cinéticos para procesos de combustión a partir de datos cinéticos y termodinámicos. Es capaz de interpretar fenómenos y resultados reales de procesos de combustión en términos de mecanismos detallados cinéticos. Puede manejar bases de datos de parámetros termodinámicos y cinéticos e implementación de los mismos en programas de resolución de dichos mecanismos.

2 Puede plantear y resolver las ecuaciones de conservación de diferentes sistemas de combustión de diferente complejidad

y determinación de las simplificaciones posibles en diferentes casos.

3 Asimila los conceptos teóricos de los distintos tipos de llamas. Resuelve problemas numéricos de distinto nivel de complejidad relacionados con: i) llamas laminares, ii) llamas de difusión, iii) determinación de temperaturas adiabáticas de llama.

4 Es capaz de asimilar los conceptos teóricos de los distintos tipos de combustión existentes y de identificar las condiciones de operación más adecuadas para cada uno de ellos. Puede identificar las ventajas e inconvenientes del uso de cada sistema, incluyendo emisiones contaminantes. Resuelve problemas de diferente complejidad relacionados con la selección y optimización de sistemas, incluyendo la formación y destrucción de contaminantes.

5 Es capaz de cuantificar la formación de contaminantes en los diferentes sistemas de combustión. Conoce los sistemas de control de contaminantes en sistemas de combustión. Es capaz de elegir el sistema de control de contaminantes más adecuado, para casos específicos, y con diferente nivel de complejidad.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El seguimiento y superación de la asignatura tiene como finalidad completar la formación científica y técnica del estudiante, y fijar los conocimientos específicos del módulo de Ingeniería de Procesos y Producto, definido en Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE 4 agosto 2009).

En los epígrafes precedentes ya se ha reseñado el interés para el alumno que finalice con éxito sus estudios de Máster en Ingeniería Química en la Universidad de Zaragoza. Por extensión de los contenidos de la asignatura, ésta también podría ser especialmente interesante para alumnos del Máster en Ingeniería Industrial.

## 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:**

Existen dos opciones de evaluación:

a) A partir de trabajos asistencia y participación:

1 Asistencia y participación en clase (10%).

2 Trabajos individuales y/o en grupo, exposiciones o demostraciones de los trabajos realizados, debate con los compañeros y profesores. (90 %).

El estudiante deberá asistir/participar al menos a un 80% de las clases para poder ser evaluado mediante las actividades 1 y 2.

b) A partir de una prueba global:

De acuerdo a la normativa vigente, los estudiantes tendrán derecho a la realización de una prueba global de la asignatura.

Pruebas para estudiantes que no asistan y/o participen en clase o aquellos que se presenten en otras convocatorias distintas de la primera:

Estas pruebas afectan únicamente a aquellos estudiantes que no asistan o que no participen activamente durante la impartición de la asignatura, o que tengan que presentarse en sucesivas convocatorias por no haber superado la asignatura en primera convocatoria. Básicamente, las pruebas consisten en el mismo tipo de ejercicios que los estudiantes han ido realizando a lo largo de la asignatura, ya que se trata de pruebas directamente relacionadas con los resultados de aprendizaje previstos para la asignatura.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La asignatura está estructurada en clases magistrales participativas, organizada en sesiones de trabajo de 1 o 2 horas, y 1 hora de seminario, así como 9 horas de prácticas tuteladas de resolución de problemas sencillos relacionados con las distintas materias consideradas. Finalmente, se llevará a cabo la realización y presentación de un trabajo sobre un aspecto específico de combustión.

En relación a las clases magistrales participativas, está previsto entregar la documentación de cada tema. En principio, está previsto dedicar 30 minutos a la exposición de los aspectos más importantes y/o dificultosos, 10 minutos a resolver dudas y 10 minutos a resolver cuestiones sobre la materia tratada.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

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

Clases magistrales (18 h) donde se impartirá la teoría de los distintos temas que se han propuesto y se resolverán problemas modelo.

Clases de resolución de problemas y casos (8 h). En estas clases se resolverán problemas por parte del alumno supervisado por el profesor. Los problemas o casos estarán relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales.

Prácticas especiales (4 h) Se programarán visitas a instalaciones de interés en la temática de la asignatura.

Realización de trabajos de aplicación (10 h), individuales ó en grupo. Se propondrán 2 ó 3 actividades que serán tuteladas por los profesores.

Estudio individual (26 h). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.

Tutela personalizada profesor- alumno (6 h).

Evaluación (3 h). El alumno realizará trabajos y resolverá problemas individualmente o en grupo para su evaluación.

En el caso de estudiantes que no asistan o que no participen activamente durante la impartición de la asignatura, o que tengan que presentarse en convocatorias sucesivas por no haber superado la asignatura en primera convocatoria, se realizará una prueba global consistente en el mismo tipo de ejercicios que los alumnos realizan a lo largo de la asignatura.

### **4.3. Programa**

1. Introducción a la combustión. Contexto del interés del estudio de la combustión
2. Termoquímica de la combustión: Estequiometría. Entalpías de formación. Calores de combustión. Temperatura de llama adiabática.
3. Cinética química homogénea: Contenidos: Reacciones elementales. Reacciones no elementales. Reacciones más típicas en procesos de combustión. Mecanismos importantes.
4. Tipos de llamas. Premezcladas. De difusión. Llamas turbulentas. Teoría de llamas. Estabilidad. Combustión en turbinas de gas. Motores de combustión Otto. Quemadores con premezclado. Quemadores de difusión.
5. Evaporación de gotas. Motores de combustión diésel.
6. Combustión de sólidos. Tecnologías y estrategias de combustión.
7. Minimización de contaminantes. Un caso práctico: minimización de emisiones en motores diésel.

### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

El calendario detallado de comienzo de las actividades, así como el lugar de impartición de cada una de ellas es responsabilidad de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), y puede ser consultado en tiempo y forma en la dirección web (<http://eina.unizar.es>). Cada profesor informará sobre su disponibilidad para la atención de tutorías y sobre las modificaciones, puntuales o prolongadas que puedan producirse en éstas a lo largo del curso.

El calendario de la asignatura se adapta al establecido en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), así como sus horarios y calendario de exámenes. Todos ellos se pueden consultar en su página Web: <http://eina.unizar.es>.

### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=66235>