



Guía Docente.

INGENIERÍA DE LA CATALISIS AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2023-2024





I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Ingeniería de la Catálisis Ambiental
CARÁCTER: Optativa
MATERIA: Campos de aplicación de la Ingeniería Química
MÓDULO: Ingeniería de Procesos y Productos
TITULACIÓN: Master de Ingeniería Química:
 Ingeniería de Procesos
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: Segundo Cuatrimestre
DEPARTAMENTO/S: Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

| Grupo A | |
|------------------------------------|--|
| Teoría Seminario | Profesora: AURORA SANTOS LÓPEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QA-B57A. Planta baja, Ala Sur e-mail: aurasan@ucm.es |
| Teoría Seminario | Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QA-B71-B. Planta baja. Ala Sur e-mail: sergioro@ucm.es |
| Teoría Seminario | Profesor: SALVADOR COTILLAS SORIANO Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QA-B57B. Planta baja, Ala Sur e-mail: salvacot@ucm.es |
| Teoría Seminario Laboratorio | Profesor: DAVID LORENZO FERNÁNDEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QA-B57A. Planta baja. Ala Sur e-mail: dlorenzo@ucm.es |
| Laboratorio | Profesor: JOSE LEANDRO DA SILVA DUARTE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio Planta Piloto, QP-B04. Planta baja. e-mail: joselead@ucm.es |

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Introducir al alumno en la Ingeniería de la Catálisis Ambiental con el fin de que adquiera un conocimiento claro de la metodología empleada en el diseño de los catalizadores, catálisis y procesos catalíticos de interés ambiental.



■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir capacidad de análisis, síntesis y gestión de información sobre la tecnología catalítica y su aplicación a la producción sostenible y a la protección ambiental.
- Diseñar procesos catalíticos de interés ambiental tomando como base la ingeniería química.
- Modelar, a partir de un conocimiento fenomenológico, procesos de depuración catalítica de corrientes gaseosas y líquidas.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Ingeniería de la Reacción Química (Cinética Química Aplicada y Diseño de Reactores). Ingeniería Ambiental. Tecnología Ambiental. Matemáticas. Cálculo Numérico.

■ RECOMENDACIONES:

Es conveniente tener conocimientos de software de cálculo científico.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Empleo de sistemas catalíticos en la eliminación de contaminantes gaseosos procedentes de fuentes móviles y fuentes fijas. Eliminación de contaminantes en efluentes líquidos. Catálisis en la producción sostenible de productos químicos y energía. Evolución de los contaminantes en la atmósfera.

■ PROGRAMA:

1. INTRODUCCIÓN.
2. CATÁLISIS Y CATALIZADORES.
3. FUENTES MÓVILES. Catalizadores de automóviles en motores de motores diesel y gasolina. Tecnologías emergentes.
4. FUENTES FIJAS. Eliminación catalítica de Compuestos orgánicos volátiles, Monóxido de carbono e hidrocarburos. Reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno. Aplicación a casos prácticos: diseño de reactores monolíticos:
5. ELIMINACION CATALITICA DE CONTAMINANTES EN FASE LIQUIDA. Tratamientos catalíticos de aguas contaminadas.
6. CATÁLISIS Y PRODUCTOS QUÍMICOS. Transformaciones químicas para un desarrollo sostenible. Materias Primas no convencionales. Producción con menos residuos.
7. CATALISIS y ENERGÍA. Fuentes de energías renovable. Combustión catalítica. Celdas de combustible.
8. CATALISIS Y CONTAMINACION ATMOSFERICA. El dióxido de carbono. Los CFCs. El óxido nitroso. Ozono.



V.- COMPETENCIAS

■ GENÉRICAS:

- **CG1:** 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.
- **CG2:** 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.
- **CG5:** 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.
- **CG10:** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
- **CG11:** 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.

■ ESPECÍFICAS:

- **CEM-1** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias.
- **CEM2:** 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.
- **CEM-3:** 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.
- **CEM-4:** 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.
- **CEM-6:** 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.



VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

| Actividad | Presencial (horas) | Trabajo autónomo (horas) | Créditos |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Clases teóricas | 30 | 45 | 3 |
| Seminarios | 15 | 22.5 | 1,5 |
| Tutorías/Trabajos dirigidos | 2 | 3 | 0,1 |
| Laboratorios | 10 | 7.5 | 1 |
| Preparación de trabajos y exámenes | 3 | 7 | 0,3 |
| Total | 60 | 85 | 6 |

VII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en clases presenciales, divididas en dos tipos:

- Las denominadas **clases presenciales de teoría** se impartirán al grupo completo, y en ellas se dará a conocer al estudiante el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados. Durante la exposición de contenidos se propondrán cuestiones que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del estudiante de las clases presenciales se le proporcionará la parte que se estime necesaria del material docente utilizado por el profesor, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc.
- Las **clases presenciales de seminarios**. Periódicamente se suministrará al estudiante una relación de problemas/ejercicios que serán resueltos en clase por el profesor. Se propondrán al estudiante algunos problemas, breves, para ser resueltos como trabajo personal. Estos últimos se entregarán al profesor. Los estudiantes deberán **realizar** algún trabajo a lo largo del curso, sobre temas propios de la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo o no presencial. Se elaborará un breve informe individual de estos trabajos.
- Las **clases presenciales de laboratorio**. Se realizarán tres prácticas. Una de ellas en aula informática para la simulación de un proceso catalítico a escala industrial y las otras dos en laboratorio para la obtención y análisis de datos en reacciones catalíticas de interés ambiental. El estudiante elaborará en grupos reducidos un guion de la práctica, donde presentará el objeto de la práctica, la experimentación o simulaciones realizadas, los resultados obtenidos y la discusión razonada de éstos que le permita elaborar las



conclusiones alcanzadas. Se calificará tanto el trabajo realizado en el laboratorio como el guión presentado.

- Las **tutorías** se programarán de forma individualizada o con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los alumnos y se discutirán los problemas y las cuestiones aportadas por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.
- Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se considere necesario del utilizado en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presencial.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

1. Martin V. Twigg “Catalysis Handbook” Manson Publishing. 2d Ed. Frome, 1996.
2. Janssen F.J.J.G. y van Santen (Ed.). “Environmental Catalysis”. Imperial College Press. Londres. 1999
3. Advanced Oxidation Processes for Water Treatment. Ed. Mihaela I. Stefan. IWA Publishing, UK 2017.
4. Heck, R.M y R.J. Farrauto.”Catalytic Air Pollution Control. Commercial Technology”. Wiley, 3d Ed. New Jersey, 2009

IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en **todas las convocatorias**:

■ EXÁMENES ESCRITOS: 70 %

Se realizarán dos exámenes escritos a lo largo del curso. La calificación de estos exámenes contribuirá en un 70 % a la nota global del curso. Los estudiantes cuya media de los exámenes de curso antes citados sea igual o superior a 4 sobre 10 y que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global (teniendo en cuenta la calificación del trabajo personal) no están obligados a presentarse al examen final.

El examen final de toda la asignatura contribuirá en un 70% a la nota final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura. Este último criterio se mantendrá para la convocatoria extraordinaria.

■ TRABAJO PERSONAL: 30 %

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno se realizará teniendo en cuenta los factores:



- Destreza del estudiante en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos en las clases presenciales. 5%
- Valoración del trabajo en las clases presenciales de problemas y en tutorías. 10 %
- Valoración del trabajo realizado en las prácticas de laboratorio (asistencia obligatoria). 15 %

■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:**

Para poder acceder a la evaluación global de la asignatura, el estudiante debe haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría y seminarios y tutorías).



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

El programa se desarrollará con el siguiente esquema (los temas están ordenados cronológicamente):

| TEMA | ACTIVIDAD | HORAS | GRUPOS |
|---|--------------------|-------|--------|
| 1. INTRODUCCIÓN. | Clases Teoría | 2 | 1 |
| 2. CATÁLISIS Y CATALIZADORES. | Clases Teoría | 5 | 1 |
| | Clases Seminarios | 3 | 1 |
| 3. FUENTES MÓVILES. | Clases Teoría | 4 | 1 |
| | Clases Seminarios | 2 | 1 |
| | Tutoría programada | 1 | 2 |
| 4. FUENTES FIJAS. | Clases de Teoría | 4 | 1 |
| | Clases Seminarios | 1 | 1 |
| | Laboratorio | 4 | 2 |
| 5. ELIMINACION CATALITICA DE CONTAMINANTES EN FASE LIQUIDA. | Clases Teoría | 5 | 1 |
| | Clases Seminarios | 3 | 1 |
| | Laboratorio | 3 | 2 |
| 6. CATÁLISIS Y PRODUCTOS QUÍMICOS. | Clases Teoría | 4 | 1 |
| | Clases Seminarios | 2 | 1 |
| | Laboratorio | 3 | 2 |
| 7. CATÁLISIS Y ENERGÍA. | Clases Teoría | 3 | 1 |
| | Clases Seminarios | 2 | 1 |
| | Tutoría programada | 1 | 2 |
| 8. CATÁLISIS Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. | Clases Teoría | 3 | 1 |
| | Clases Seminarios | 2 | 1 |
| | | | |

Las clases de laboratorios y tutorías se harán en grupos reducidos.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

| Actividad docente | Competencias asociadas | Actividad Profesor | Actividad alumno | Procedimiento de evaluación | P | NP | Total | C |
|-------------------------------------|---|--|--|---|----|------|-------|-----|
| Teoría | CG1, CG2, CG5, CE1, CE2, CE3, CE4, CE6. | Exposición de conceptos teóricos. Evaluación de los conocimientos teóricos adquiridos por el estudiante. | Asistencia, atención y participación activa en el desarrollo de la clase. Toma de apuntes, consulta de fuentes bibliográficas y estudio personal. Formulación de preguntas y dudas | Asistencia y participación del estudiante en las clases de teoría | 30 | 45 | 75 | |
| Seminarios | CG1, CG2, CG10, CG11, CE1, CE2, CE3, CE4. | Aplicación de los conceptos de teoría a la resolución de cuestiones y problemas. Evaluación de las habilidades del estudiante en la resolución de problemas y ejercicios. | Asistencia y toma de apuntes, consulta de fuentes bibliográficas y estudio personal. Formulación de preguntas y dudas. Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos. | Asistencia y participación del estudiante en las clases de seminarios y evaluación de entrega de los ejercicios propuestos por el profesor. | 15 | 22.5 | 37,5 | 10% |
| Tutorías/ Trabajos dirigidos | CG1, CG2, CG10, CG11, CE1, CE2. | Seguimiento y apoyo a la adquisición de conocimientos y competencias por parte del estudiante, mediante actividades individuales y/o en grupo. Evaluación del trabajo realizado por el alumno en estas actividades. | Planteamiento de dudas y cuestiones al profesor y autoevaluación de los conocimientos y competencias adquiridas. Elaboración de los trabajos propuestos. | Valoración del trabajo realizado por el estudiante. | 2 | 3 | 5 | 10% |
| Prácticas de laboratorio | CG1, CG2, CG5, CG11, CE1, CE3, CE4. | Exposición de los fundamentos teóricos y la metodología para la realización de las prácticas e interpretación de los resultados obtenidos. Supervisión y apoyo al estudiante durante estas etapas. Calificación de los conocimientos adquiridos y del trabajo práctico realizado | Estudio de los fundamentos teórico/prácticos necesarios para la tarea experimental. Atención y participación activa durante la realización de la práctica y elaboración de la memoria técnica. | Evaluación del trabajo del estudiante durante la realización de las prácticas y de las memorias técnicas individuales del trabajo experimental realizado. | 10 | 7,5 | 17,5 | 15% |
| Exámenes | CG1, CG2, CG5, CE1, CE3, CE4, CE6. | Elaboración, supervisión, corrección y calificación de las pruebas. | Preparación y realización de las pruebas para la evaluación de los conocimientos y su aplicación a la resolución de cuestiones teórico/prácticas | Calificación de las pruebas | 3 | 7 | 10 | 60% |

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación