



Guía Docente:

INGENIERÍA DE PROCESOS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2018-2019



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Ingeniería de procesos
NÚMERO DE CRÉDITOS: 12
CARÁCTER: Obligatoria
MATERIA: Ingeniería de la Producción Química
MÓDULO: Tecnología Química
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: Anual (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S: Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

| Grupo A | |
|--------------------------------|---|
| Teoría Seminario Tutoría | <p>Profesor: FRANCISCO RODRÍGUEZ SOMOLINOS Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-547b e-mail: frsomo@quim.ucm.es</p> |
| Teoría Seminario Tutoría | <p>Profesora: VIRGINIA ALONSO RUBIO Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-534 e-mail: valonso@quim.ucm.es</p> |
| Teoría Seminario Tutoría | <p>Profesora: MERCEDES OLIET PALÁ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-544 e-mail: moliet@quim.ucm.es</p> |
| Teoría Seminario Tutoría | <p>Profesora: CARMEN LODARES GONZÁLEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QB-547 e-mail: clodares@quim.ucm.es</p> |

II.- OBJETIVOS

■ **OBJETIVO GENERAL**

Se trata de que el alumno adquiera los conocimientos de los procesos de fabricación de los productos más representativos de la Industria Química y su integración medioambiental, económica y relacionada con la seguridad y salud.

■ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ser capaz de analizar los componentes de un proceso químico bajo los aspectos preferentes termodinámicos, cinéticos y operativos, y establecer la integración óptima de los mismos.
- Desarrollar criterios de selección de las materias primas y auxiliares.
- Conocer las características utilitarias y técnico-económicas de los productos químicos.



III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda estar cursando o haber cursado las restantes asignaturas de la materia *Ingeniería de la Producción Química*.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Introducción a la industria de procesos: procesos químicos, biotecnológicos, alimentarios, etc.

Ciclos termodinámicos y procesos criogénicos de licuación y de separación de gases industriales.

Procesos electroquímicos, electrolisis industriales, células de combustión, electrodeposición, y procesos basados en las tecnologías de membrana.

Industria de procesos inorgánicos.

Procesos basados en la biomasa.

Procesos y productos derivados del petróleo y del gas natural. Petroleoquímica y química fina. Caracterización del carbón y procesos tecnológicos de conversión.

Procesos basados en el gas de síntesis y avanzados de combustión.

Como orientación general, en todos temas se consideraran los aspectos ambientales y económicos de los procesos.

■ PROGRAMA:

Tema 1. La Industria química. Clasificación, evolución e indicadores. Los procesos industriales en distintos sectores. Los servicios auxiliares en los procesos industriales.

Tema 2. Procesos de separación de gases industriales. Ciclos termodinámicos de producción de frío. Condensación de gases. Procesos criogénicos de licuación de gases. Separación de gases por tecnologías de membranas. Absorción selectiva de gases. Procesos PSA.

Tema 3. Industria de los procesos inorgánicos. El cemento y los aglomerantes hidráulicos. El vidrio. Los fertilizantes. Los ácidos. Los álcalis. Las sales minerales. Aspectos ambientales.

Tema 4. Procesos y productos derivados del gas natural. Extracción, acondicionamiento y distribución del gas natural. Química del gas natural. Aprovechamiento del gas natural como combustible y como materia prima. Aspectos ambientales.

Tema 5. Procesos y productos derivados del petróleo. Extracción, acondicionamiento y distribución del crudo de petróleo. El refinado de petróleo. Operaciones de separación, conversión y acabado. Los derivados del fraccionamiento del crudo de petróleo como combustibles. Aspectos ambientales.



Tema 6. Petroleoquímica. Producción de olefinas y BTXE. Descomposición de hidrocarburos. Aprovechamiento de derivados intermedios. Los polímeros y su química. Aspectos ambientales.

Tema 7. El carbón. Extracción, acondicionamiento y distribución del carbón. Procesos tecnológicos de conversión: coquización, gasificación e hidrogenación. La combustión limpia del carbón. Aspectos ambientales.

Tema 8. El hidrógeno. Procesos de producción del hidrógeno. El hidrógeno como vector energético. Pilas de combustible. Economía del hidrógeno. Aspectos ambientales.

Tema 9. Aprovechamiento de la biomasa. El concepto de biorrefinería. Valorización termoquímica y biológica. Industria de la celulosa y del papel. Los biocombustibles. Aspectos ambientales.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

- Procesos electroquímicos.
- Procesos de conversión de materias primas inorgánicas.
- Estudio de propiedades del petróleo y de sus productos y relación de las mismas con los procesos de conversión o refino.
- Caracterización y propiedades de las pastas celulósicas y de sus suspensiones y su relación con los procesos de fabricación de pasta y papel.
- Estudio de casos de industrias basadas en el beneficio de la biomasa.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
- **CG4:** Resolver problemas en el área de la ingeniería química con iniciativa, capacidad de decisión y razonamiento crítico.
- **CG5:** Realizar cálculos, mediciones, valoraciones, peritaciones, estudios e informes en su área de conocimiento.
- **CG4-TQ1:** Aplicar conceptos de biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química. Evaluar la transformación de materias primas y recursos energéticos.
- **CG5-TQ1:** Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE20-IP1:** Identificar los campos de aplicación de la Ingeniería Química y su relación con la Industria Química, las materias primas, fuentes de energía y sus repercusiones ambientales
- **CE20-IP3:** Describir las operaciones y procesos representativos de la Industria Química.



- **CE21-IP2:** Describir la Industria Química y los procesos de fabricación de los productos más representativos y su integración medioambiental, económica y relacionada con la seguridad y salud.
- **CE21-IP3:** Desarrollar criterios de selección de las materias primas y auxiliares.
- **CE21-IP4:** Reconocer las características utilitarias y técnico-económicas de los productos químicos.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT1-TQ1:** Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2-TQ1:** Resolver problemas en el área de la Tecnología Química.
- **CT4-TQ1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.
- **CT5-TQ1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de la Tecnología Química.
- **CT5-TQ2:** Consultar, utilizar y analizar bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT8-TQ1:** Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT11-TQ1:** Aprender de forma autónoma.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

| Actividad | Presencial (horas) | Trabajo autónomo (horas) | Créditos |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------|
| Clases teóricas | 60 | 95 | 6,2 |
| Seminarios | 22,5 | 32,5 | 2,2 |
| Tutorías/Trabajos dirigidos | 4 | 6 | 0,4 |
| Laboratorios | 30 | 22,5 | 2,1 |
| Preparación de trabajos y exámenes | 8 | 19,5 | 1,1 |
| Total | 124,5 | 175,5 | 12 |

VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de:

- 1.- Clases teóricas: consistirán de forma prioritaria en sesiones en las que se expondrán los contenidos teóricos del temario de la asignatura. Se utilizará de forma habitual material audiovisual desarrollado específicamente para cada tema.



- 2.- Seminarios: consistirán en el desarrollo completo y detallado de un conjunto de problemas seleccionados.
- 3.- Prácticas de laboratorio: consistirán en el estudio experimental de diferentes procesos y en la determinación de propiedades y caracterización de distintos productos. Al finalizar cada práctica se elaborará en grupo un informe o memoria técnica sobre el trabajo experimental realizado.
- 4.- Tutorías dirigidas: se desarrollarán de forma individual y servirán para el apoyo y seguimiento de la evolución del trabajo personal de los alumnos.

Se utilizará el Campus Virtual de la UCM para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se utilizará en las clases teóricas, seminarios y prácticas de laboratorio.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Vian Ortuño, A.: *“Introducción a la Química Industrial”*; 2ª Edición, Ed. Reverté S.A., Barcelona, 1998.
- Refino de petróleo, gas natural y petroquímica; Fundación Fomento Innovación Industrial. Madrid, 1997.
- Perrin, R. y Scharff: *“Chimie Industrielle I”*; Masson. Madrid, 1993.
- Turton, R. et al.: *“Analysis, synthesis and design of chemical processes”*; 4ª Edición. Pearson Education International. NJ 2013.
- Fahim, M. et al.: *“Fundamental of petroleum refining”*. Elsevier. Amsterdam, 2010.

■ COMPLEMENTARIA:

- Elvers, Barbara; Hawkins, Stephen y Russey, William: *“Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry”*; 5ª ed., Ed. Weinheim, 1996.
- Kirk-Othmer: *“Encyclopedia of Chemical Technology”*; 5ª ed., John Wiley & Son; 2006.

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%

Los conocimientos y las capacidades adquiridos se evaluarán mediante la realización de dos exámenes parciales escritos, relacionados con los aspectos fundamentales de procesos de la industria química, incluyendo problemas numéricos. Asimismo, se realizarán exámenes finales en las convocatorias de Junio y Julio. La parte teórica de la



prueba computará un 60% de la nota final del examen, mientras que la parte práctica (seminarios) computará el 40% restante. Para poder superar la asignatura es necesario obtener una calificación de 5 sobre 10 en el examen final escrito, que representa el 70% de la calificación global. No obstante, los estudiantes que superen los dos exámenes parciales, con una nota de al menos 4 sobre 10 en cada uno de ellos y que la nota media sea al menos de 5 sobre 10, no estarán obligados a presentarse al examen final escrito.

La calificación mínima que debe obtenerse en cada una de las partes (teoría y seminarios) de los exámenes parciales para establecer la nota media ha de ser igual o superior a 3.

■ **TRABAJO PERSONAL:** **20%**

El trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno en las tutorías programadas se expondrá por escrito (20%).

■ **PRÁCTICAS DE LABORATORIO:** **10%**

La evaluación de las prácticas de laboratorio se llevará a cabo a partir de los informes técnicos, realizados en grupo, derivados de los resultados experimentales y de su interpretación, así como de las respuestas a las cuestiones planteadas en las prácticas de laboratorio. Para poder superar las prácticas de laboratorio, requisito preciso para superar la asignatura, es necesario obtener una calificación media de 5 sobre 10 entre las notas de los informes técnicos y del examen de prácticas, que computan al 50%.

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

Para poder superar la asignatura será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales. La asistencia a las tutorías y las prácticas de laboratorio es obligatoria al 100%.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas. En especial, las notas de los exámenes parciales se comunicarán en un plazo máximo de 20 días, salvo en el caso del segundo parcial, en el que el plazo puede ser menor para adaptarse al examen final. En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

| TEMA | ACTIVIDAD | HORAS | GRUPOS | INICIO | FIN |
|---|-------------------------|-------|--------|------------|------------|
| <i>Tema 1. La industria química</i> | Clases Teoría | 2 | 1 | 1ª Semana | 1ª Semana |
| <i>Tema 2. Procesos de separación de gases industriales</i> | Clases Teoría | 5 | 1 | 1ª Semana | 4ª Semana |
| | Seminarios | 5,5 | 2 | | |
| <i>Tema 3. Industria de los procesos inorgánicos</i> | Clases Teoría | 12 | 1 | 5ª Semana | 10ª Semana |
| | Seminarios | 5,5 | 2 | | |
| <i>Tema 4. Procesos y productos derivados del gas natural</i> | Clases Teoría | 4 | 1 | 10ª Semana | 12ª Semana |
| | Seminarios | 3 | 1 | | |
| <i>Tema 5. Procesos y productos derivados del petróleo</i> | Clases Teoría | 13 | 1 | 13ª Semana | 17ª Semana |
| | Seminarios | 4,5 | 2 | | |
| <i>Tema 6. Petroleoquímica</i> | Clases Teoría | 10 | 1 | 18ª Semana | 22ª Semana |
| <i>Tema 7. El carbón</i> | Clases Teoría | 5 | 1 | 22ª Semana | 24ª Semana |
| | Seminarios | 2 | 2 | | |
| <i>Tema 8. El hidrógeno</i> | Clases Teoría | 3 | 1 | 25ª Semana | 26ª Semana |
| | Seminarios | 2 | 2 | | |
| <i>Tema 9. Aprovechamiento de la biomasa</i> | Clases Teoría | 6 | 1 | 26ª Semana | 30ª Semana |
| <i>Prácticas de laboratorio</i> | Clases de toma de datos | 15 | 2 | 2ª Semana | 28ª Semana |
| | Clases de cálculos | 15 | 2 | | |
| <i>Tutorías programadas</i> | *Tutoría programada 1 | 1 | 4 | 4ª Semana | 7ª Semana |
| | Tutoría programada 2 | 1 | 4 | 9ª Semana | 12ª Semana |
| | Tutoría programada 3 | 1 | 4 | 19ª Semana | 22ª Semana |
| | Tutoría programada 4 | 1 | 4 | 26ª Semana | 28ª Semana |

* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación conjunta del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

| Actividad docente | Competencias asociadas | Actividad Profesor | Actividad alumno | Procedimiento de evaluación | P | NP | Total | C |
|-------------------------|---|---|--|--|------|------|-------|-----|
| Clases de teoría | CG1-TQ1, CG4-TQ1, CG5-TQ1 CE20-IP1, CE20-IP3, CE21-IP2, CE21-IP3, CE21-IP4 | Exposición de conceptos teóricos | Toma de apuntes | Asistencia obligatoria al 70% de las horas presenciales | 60 | 95 | 155 | - |
| Seminarios | CG4 CT2-TQ1 | Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas | Toma de apuntes. Realización de ejercicios. Formulación de preguntas y dudas | Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos | 22,5 | 32,5 | 55 | - |
| Laboratorio | CG5 CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT11-TQ1 | Exposición de los conceptos teóricos y del método necesario para realizar las practicas. Supervisión del alumno durante la realización del trabajo experimental. Corrección de las memorias técnicas. Calificación del alumno | Realización del trabajo experimental y preparación de las memorias técnicas | Calificación de las memorias técnicas realizadas en grupo a partir del trabajo experimental realizado en el laboratorio | 30 | 22,5 | 52,5 | 10% |
| Tutorías | CT1-TQ1,CT8-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT5-TQ2 | Ayuda al alumno a dirigir su estudio y su trabajo en grupo con explicaciones y recomendaciones bibliográficas Corregir y evaluar el trabajo realizado por el alumno | Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia. Elaboración del trabajo en grupo propuesto por el profesor | Valoración del trabajo | 4 | 6 | 10 | 20% |
| Exámenes | CT1-TQ1, CT8-TQ1 | Propuesta, vigilancia y corrección de los exámenes de la parte teórica y de las prácticas. Calificación del alumno. | Preparación y realización del examen de la parte teórica y de las prácticas | | 8 | 19,5 | 27,5 | 70% |

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