



Máster en Ingeniería Industrial

60803 - Análisis y diseño de procesos químicos

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 4.5

Información básica

Profesores

- **Eva María Francés Pérez** efrances@unizar.es
- **José Luis Sánchez Cebrián** jlsance@unizar.es
- **Ana Cristina Dueso Villalba** cdueso@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para cursar la asignatura de “Análisis y diseño de procesos Químicos es recomendable que el alumno tenga conocimientos de cálculos estequiométricos, equilibrio químico, flujo de fluidos así como soltura en realizar balances de materia y energía con y sin reacción, muchos de estos conceptos se adquieren en asignaturas como “Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor”, “Mecánica de fluidos”, “Máquinas e instalaciones de fluidos” y “Procesos químicos industriales” del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Asimismo es importante tener conocimientos suficientes de cálculo integral y diferencial.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La distribución temporal de la asignatura será aproximadamente la siguiente: 25 h de clase magistral donde se expondrán los conceptos teóricos de modo participativo, 10 horas de resolución de problemas y casos sencillos en grupos pequeños, 10 horas (5 sesiones de 2h) de prácticas de laboratorio (simulación de procesos químicos por ordenador) en grupos reducidos. Además se prevén sesiones tutoriales individuales que corresponderían aproximadamente a 3,5 h por alumno para seguimiento del trabajo individual y exposición del mismo. A eso se debe añadir el trabajo personal y estudio de los alumnos para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Las fechas de inicio y finalización de la asignatura y las horas concretas de impartición para cada grupo se podrán encontrar en la página web de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura: <http://eina.unizar.es>.

Desde el inicio del cuatrimestre los alumnos dispondrán del calendario detallado de actividades que será proporcionado por el profesor correspondiente.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce los sistemas de representación de procesos químicos más habituales y sabe, a partir de la descripción de un proceso, plantear un diagrama del mismo, y es capaz de obtener información a partir del diagrama de un proceso.
- 2:** Es capaz de plantear las ecuaciones de conservación (balance de materia y energía) de un proceso químico y calcular las propiedades termodinámicas más relevantes a partir de las condiciones de operación, para determinar la relación entre las variables temperatura, presión, caudal y composición de las corrientes de proceso.
- 3:** Es capaz de aplicar cinéticas de reacción al diseño de reactores ideales.
- 4:** Es capaz de proponer, ante una corriente de proceso, la separación en sus componentes mediante una operación básica, discriminando entre los diferentes tipos de operaciones.
- 5:** Sabe dimensionar los parámetros básicos de una destilación flash, una columna de rectificación o una absorción mediante métodos aproximados, calculando composiciones de equilibrio entre fases.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pertenece al módulo de tecnologías industriales (Instalaciones, plantas y construcciones complementarias, en concreto a la materia Ingeniería Química y de Fluidos), dentro de la rama de Ingeniería y Arquitectura. Con ella se pretende dar una visión global del proceso químico mediante el análisis de cada uno de sus elementos característicos, entre los que cabe destacar los reactores y las operaciones de separación. Adicionalmente y como complemento a estos equipos, se hará un repaso a la inclusión de otros equipos de proceso ya conocidos por el alumno como los de impulsión y transferencia de calor en el diagrama de flujo del proceso. Con esta asignatura, el alumno del Máster en Ingeniería Industrial, adquiere la competencia necesaria en *análisis y diseño de procesos químicos*, tal y como exige la normativa vigente.

Existen multitud de transformaciones químicas que se realizan en la industria para las que es necesario que el ingeniero sea capaz de realizar un análisis del proceso, en términos de rendimiento/producción, así como determinar los requerimientos energéticos necesario para su consecución, identificando la relación entre la materia prima y el producto obtenido, incluyendo su grado de pureza. En tal sentido, el ingeniero deberá conocer las variables de operación/diseño/control más habituales para dimensionar equipos de proceso como los habitualmente utilizados en la industria química. Las bases de conocimiento para la interpretación de la ingeniería de procesos químicos ya se han expuesto en la asignatura "Procesos Químicos Industriales", dentro del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

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

Se pretende que los alumnos sean capaces de analizar un proceso químico y tengan las habilidades instrumentales suficientes para proceder al diseño básico de equipos característicos de la industria química: los reactores, en los que la materia experimenta cambios en su composición, y las operaciones de separación, en los que los distintos componentes son separados. Esta competencia se complementa con el conocimiento que los alumnos adquieren sobre otro tipo de unidades que necesariamente aparecen en un proceso químico, como son los intercambiadores de calor, redes de tuberías, equipos

de impulsión, elementos y lazos de control, equipos de combustión, motores eléctricos, ingeniería del medio ambiente, etc.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Dentro de la Ingeniería Industrial, el sentido de esta asignatura es la comprensión y conceptualización de procesos de la industria química, que pueden implicar una reacción química o no. Se pretende que el futuro ingeniero industrial pueda profundizar en el análisis de los procesos químicos así como abordar el diseño de sus distintos elementos. Asimismo es posible que tenga que interaccionar con otros ingenieros especialistas, por lo que es necesario que disponga de los conocimientos adecuados que aseguren un buen entendimiento. Finalmente, los conocimientos adquiridos en esta asignatura facilitarán la integración de los procesos productivos con la ingeniería del medio ambiente a la que está muy estrechamente ligada, así como con otras ramas de conocimiento de la Ingeniería Industrial, como son control, fluidotecnica .o termotecnica.

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

1:

COMPETENCIAS GENERALES

CG1. Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

CG2. Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

CG5. Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental.

CG8. Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios.

CG9. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG10. Saber comunicar las conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG11. Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.

CG12. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

2:

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CM4. Capacidad para el análisis y diseño de procesos químicos.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Dentro del mundo de la industria en general, la industria química es de especial importancia y se ha visto involucrada en los principales avances científicos y tecnológicos del mundo moderno. Así, el futuro egresado del Máster en Ingeniería Industrial, puede llevar a cabo su actividad profesional en campos como la industria alimentaria, síntesis de materiales, producción de energía, procesamiento del petróleo o muchas otras, donde el conocimiento del proceso químico puede ser fundamental.

El conocimiento de los procesos químicos así como las nociones de diseño y selección de distintos equipos de proceso permitirán a los titulados integrarse en equipos multidisciplinarios de trabajo, abordando distintos aspectos en su actividad profesional.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

1:

El sistema de evaluación de la asignatura es continuo o progresivo, valorándose los siguientes apartados:

- Examen de teoría: Los estudiantes tendrán que responder cuestiones cortas y de aplicación, tanto sobre la materia expuesta en clase como sobre las prácticas y actividades realizadas
- Examen de problemas: Los estudiantes deberán resolver los problemas de balances de materia y energía y diseño de equipos, similares a los planteados a lo largo del curso.
- Resolución de un caso o supuesto práctico: Los estudiantes, de modo individual o en grupo, resolverán un caso práctico de diseño de un proceso químico, que deberán entregar por escrito y/o presentar de modo oral.
- Observación. En función de las actividades que se planteen en clase, así como de su participación y actitud en las mismas, cada estudiante recibirá una nota por parte del profesor.

Los exámenes de teoría y problemas se realizarán en las fechas determinadas por la EINA en las convocatorias correspondientes.

La distribución porcentual de la nota será como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 1. Distribución de las actividades de evaluación continua

Evaluación	% sobre la nota final
E. teoría	30 %
E. problemas	40 %
Caso práctico	20 %
Observación	10 %

En las actividades de evaluación (teoría, problemas y supuesto práctico) se requerirá una nota mínima de 4/10 en cada una de las tres actividades para promediar.

2:

Prueba global

Como alternativa, los alumnos podrán optar a un sistema de evaluación global que consistirá en un examen de teoría, otro de problemas y resolución de un supuesto práctico de modo individual, que se realizarán en las fechas determinadas por la EINA en las convocatorias correspondientes. En la tabla 2 se muestra la distribución porcentual de la nota.

Tabla 2. Distribución de las actividades de evaluación global

Evaluación	% sobre la nota final
E. teoría	30 %
E. problemas	40 %
Caso práctico	30 %

En las actividades de evaluación global (teoría, problemas y supuesto práctico) se requerirá una nota mínima de 5/10 en cada parte para promediar.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

Esta asignatura tiene como finalidad el análisis y diseño de procesos químicos a través de balances de materia y energía y el diseño de algunos de los equipos más representativos de la industria química. Entre ellos se destacan los reactores químicos y las unidades de separación, tales como columnas de destilación/rectificación y absorción/desorción.

Para que el alumno adquiera los conocimientos se propone un proceso de aprendizaje en el que, inicialmente se proporcionan unos conocimientos básicos a través de clases magistrales participativas y actividades prácticas en grupos pequeños para abordar casos prácticos y la resolución de problemas.

La distribución temporal de la asignatura será aproximadamente la siguiente: 25 h de clase magistral donde se expondrán los conceptos teóricos de modo participativo, 10 horas (5 sesiones de 2h) de resolución de problemas y casos sencillos en grupos pequeños, de unos 20 alumnos, 8 horas de prácticas de laboratorio (simulación de procesos químicos por ordenador), en grupos de 15 alumnos (4 sesiones de 2 horas), más 2 h de prácticas especiales (charlas de expertos, visitas,...) que se realizarían en una sesión. Además se prevén sesiones tutoriales individuales que corresponderían aproximadamente a 3.5 h por alumno para seguimiento del trabajo individual y exposición del mismo. A eso se debe añadir el trabajo personal y estudio de los alumnos para alcanzar los objetivos de aprendizaje anteriormente expuestos.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

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

- 1:** *Clases magistrales*, impartidas al grupo completo, en las que el profesor explicará los principios básicos de la asignatura y resolverá algunos problemas seleccionados de aplicación de la asignatura a la titulación. Se potenciará la participación de los alumnos en esta actividad mediante preguntas durante la clase.
- 2:** *Actividades en grupos pequeños*. Las actividades en clase se llevan a cabo en grupos de unas 20 personas y en ellos se podrán utilizar metodologías activas de enseñanza aprendizaje como resolución de casos prácticos, problemas, puzzles, o prácticas de laboratorio entre otras.

Además, fuera de clase, se realizará un caso de mayor complejidad, de modo individual o en grupo, donde los estudiantes tendrán que buscar la información necesaria para describir y diseñar un proceso químico sencillo.
- 3:** El *trabajo autónomo*, estudiando la materia y aplicándola a la resolución de ejercicios. Esta actividad es fundamental en el proceso de aprendizaje del alumno y para la superación de las actividades de evaluación. Se suministrará al alumno una colección de problemas para su resolución.
- 4:** Tutorías. La tutoría, con su trabajo más personalizado con el alumno y, por lo tanto, su mejor capacidad de adaptación a las circunstancias concretas de cada individuo, es el marco más adecuado para apoyar el desarrollo del trabajo autónomo del estudiante. Por otra parte el caso de mayor complejidad a realizar requiere un seguimiento para guiar a los alumnos en su resolución.
- 5:** Las actividades anteriores servirán para afianzar los contenidos de la asignatura que se consideran más importantes de cara a que el alumno sepa abordar el estudio de un proceso industrial en el que aparezcan procesos químicos, bien sean con o sin reacción. Entre estos contenidos se pueden destacar, a modo de

bloques de conocimiento en el programa de la asignatura:

- 1.- Introducción. Bases del análisis y diseño de equipos de la industria química.
- 2.- Propiedades de las corrientes y estimación de propiedades termodinámicas.
- 3.- Diseño de reactores químicos. Cinética química. Reactores ideales: flujo en pistón, mezcla perfecta y reactor discontinuo. Ecuaciones de diseño. Efecto térmico.
- 4.- Selección de operaciones de separación
- 5.-Diseño de separación mediante destilación. Destilación diferencial. Destilación flash. Columnas de rectificación: Métodos gráficos y numéricos para destilación binaria. Rectas de operación: rectificación, alimentación y agotamiento. Destilación multicomponente.
- 6.- Columnas de absorción. Fundamentos de transferencia de materia. Métodos abreviados de diseño.

Estos contenidos se desarrollarán a lo largo de las sesiones magistrales, así como mediante la resolución de problemas y casos entre otros, como se comenta en el apartado anterior de esta guía docente.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y las actividades realizadas en clase se imparten según el horario establecido por el centro y es publicado con anterioridad a la fecha de comienzo del curso.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Felder, Richard M.. Principios elementales de los procesos químicos / Richard M.Felder, Ronald W. Rousseau ; [colaboradora en la traducción, María Teresa Aguilar Ortega de Sandoval ; revisión, Enrique Arriola Guevara] . - 3ª ed., [reimp.] México [etc.] : Limusa Wiley, cop. 2012
- Fogler, H. Scott. Elements of chemical reaction engineering / H. Scott Fogler . - 4th ed. Upper Saddle River [New Jersey] : Pearson Education, cop. 2006
- Levenspiel, Octave. Ingeniería de las reacciones químicas / Octave Levenspiel ; [con la colaboración en la traducción de Juan A. Conesa ; revisión técnica, Enrique Arriola Guevara] . - 3ª ed. México : Limusa Wiley, cop. 2004
- McCabe, Warren L.. Operaciones unitarias en ingeniería química / Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott ; revisor técnico René Huerta Cevallos ; [traductor, Alejandro Carlos Piombo Herrera] . - 7ª ed. México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2007
- Seader, J. D.. Separation process principles / J. D. Seader, Ernest J. Henley . - 2nd ed. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, cop. 2006
- Sinnott, Ray K.. Diseño en ingeniería química / Ray Sinnott, Gavin Towler Barcelona : Reverté, 2012