



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Reactores y biotecnología

|                    |  |            |       |              |
|--------------------|--|------------|-------|--------------|
| Asignatura         | Reactores y biotecnología  |            |       |              |
| Código             | V12G350V01601  |            |       |              |
| Titulación         | Grado en Ingeniería en Química Industrial  |            |       |              |
| Descriptores       | Creditos ECTS  | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                    | 9  | OB         | 3     | 2c           |
| Lengua Impartición | Castellano   |            |       |              |
| Departamento       | Ingeniería química   |            |       |              |
| Coordinador/a      | Pazos Curras, Marta María  |            |       |              |
| Profesorado        | Pazos Curras, Marta María<br>Rosales Villanueva, Emilio<br>Sanroman Braga, María Ángeles |            |       |              |
| Correo-e           | mcurras@uvigo.es   |            |       |              |

### Web

**Descripción general**

En esta asignatura se sientan las bases de la Ingeniería de las reacciones químicas y de la Biotecnología. La [Ingeniería de las reacciones químicas] se ocupa del diseño y operación de los reactores químicos; puede decirse que es la disciplina que cuantifica la influencia de los fenómenos de transporte y la cinética, para relacionar el funcionamiento de los reactores con las condiciones y variables de entrada. Para este cometido se requieren competencias básicas de química, termodinámica y cinética, mecánica de fluidos y fenómenos de transporte, física, bioquímica, etc. El rendimiento, selectividad o producción pueden considerarse medidas del funcionamiento, mientras que la alimentación y condiciones operativas constituyen las variables de entrada. La mecánica de fluidos simples o multifásicos determina el contacto, mientras la descripción cinética relaciona la velocidad de reacción con las variables intensivas como concentraciones, temperatura, presión, actividad del catalizador, etc.

Entonces, la ingeniería de las reacciones químicas es la metodología para sistemas químicos reactivos, donde es preciso escalar y operar industrialmente las causas-efectos observadas en los laboratorios, que permite tratar de un modo unificado cualquier problema de reacción independientemente de su naturaleza química o industria específica.

Por otra parte, se introducirá al alumno en el campo de la Biotecnología. Si bien el concepto de biotecnología ha tenido muchas definiciones, en líneas generales, la biotecnología es la tecnología basada en el empleo de sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos. En esta parte de la materia se pretende proporcionar al alumno una visión de síntesis de algunos procesos de la Industria Biotecnológica, poniendo de manifiesto la importancia del cambio de escala y los problemas existentes con respecto al medio ambiente, la energía y los recursos naturales.

## Competencias

|        |  |
|--------|--|
| Código |  |
| B3     | CG3 Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.   |
| B4     | CG4 Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial en la mención de Química Industrial.      |
| C19    | CE19 Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos. |
| D1     | CT1 Análisis y síntesis.   |
| D2     | CT2 Resolución de problemas.   |
| D5     | CT5 Gestión de la información.   |

## Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia   | Resultados de Formación y Aprendizaje |     |                |
|--|---------------------------------------|-----|----------------|
| Comprender los aspectos básicos de la Ingeniería de las reacciones químicas.   | B3<br>B4                              |     | D1<br>D2<br>D5 |
| Conocer los aspectos fundamentales en el diseño de reactores para su aplicación a procesos productivos                       | B4                                    | C19 | D1<br>D2<br>D5 |
| Adquirir habilidades sobre el proceso de análisis e interpretación de datos cinéticos y su aplicación al diseño de reactores |                                       | C19 | D1<br>D2       |
| Conocer los principios básicos, factores físicos, químicos y biológicos, sobre los que se apoya la Biotecnología             | B3                                    | C19 | D1             |

## Contenidos

| Tema  |   |
|---|---|
| Tema 1.- Procesos Químicos y Biotecnológicos. Reactores y Cinética. | Esquema de un proceso químico-industrial<br>Procesos Biotecnológicos<br>Biorreactores<br>Esquema general de un proceso biotecnológico<br>Reacciones<br>Cinética de reacción química<br>Cinética de reacción microbiana<br>Cinética de reacción enzimática             |
| Tema 2.- Diseño de reactores químicos isotérmicos                   | Modos de operación.<br>Diseño de reactores ideales.<br>Aspectos cualitativos para elegir un reactor con el objeto de maximizar un producto deseado.<br>Modelos de flujo no ideales.   |
| Tema 3.- Diseño de biorreactores                                    | Biorreactores ideales.<br>Inmovilización.<br>Biorreactores reales.  |
| Tema 4.- Diseño de reactores no isotérmicos                         | Conceptos básicos termoquímica.<br>Reactores no isoterms.<br>Balance general de energía.<br>Balances de energía en reactores ideales.<br>Cinética y equilibrio.<br>Diseño de reactores no isotérmicos.  |
| Tema 5.- Diseño de reactores para sistemas catalíticos              | Conceptos básicos de catálisis<br>Características de los sistemas catalíticos.<br>Etapas en el mecanismo de las reacciones heterogéneas.<br>Cinética reacciones heterogéneas.<br>Métodos cinéticos de catálisis heterogénea.<br>Reactores para sistemas heterogéneos. |
| Tema 6.-Recuperación y purificación de productos                    | Procesamiento.<br>Secuencias de purificación y operaciones de separación.   |

## Planificación

|  | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|--|----------------|----------------------|---------------|
| Sesión magistral                       | 18             | 18                   | 36            |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | 26             | 52                   | 78            |
| Trabajos tutelados                     | 4              | 30                   | 34            |
| Prácticas de laboratorio               | 20             | 20                   | 40            |
| Prácticas en aulas de informática      | 4              | 5                    | 9             |
| Presentaciones/exposiciones            | 4              | 12                   | 16            |
| Actividades introductorias             | 4              | 0                    | 4             |
| Pruebas de respuesta corta             | 1              | 1                    | 2             |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | 3              | 3                    | 6             |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

| Descripción |
|-------------|
|-------------|

|  |   |
|--|---|
| Sesión magistral                       | Exposición por parte del profesor de los aspectos generales del programa de forma estructurada, haciendo especial hincapié en los fundamentos y aspectos más importantes o de difícil comprensión para el alumno. El profesor facilitará, a través de la plataforma tem@, el material necesario para un correcto seguimiento de la materia. El alumno deberá trabajar previamente el material entregado por el profesor y consultar la bibliografía recomendada para completar la información.  |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Durante el desarrollo del tema se utilizará la resolución de cuestiones y problemas con objeto de reforzar los aspectos presentados en las clases magistrales.  |
| Trabajos tutelados                     | A lo largo del curso, los alumnos desarrollarán un trabajo en grupo relacionado con la temática de la materia que será propuesto por los profesores utilizando como material de partida diversos artículos científicos.   |
| Prácticas de laboratorio               | Se realizarán experimentos de laboratorio y prácticas de campo en empresas relacionadas con ingeniería de las reacciones químicas y biotecnología. El alumno dispondrá de los guiones de prácticas así como del material de apoyo necesario para para una adecuada comprensión de los experimentos a llevar a cabo. El alumno elaborará un informe final en el que deberá recoger los principales resultados y conclusiones, de acuerdo con una guía que se les facilitará a través de la plataforma tem@, así como un breve resumen de las prácticas de campo. |
| Prácticas en aulas de informática      | Los alumnos realizarán prácticas de ordenador en las que aprenderán herramientas necesarias para la resolución de casos prácticos planteados en las diferentes sesiones magistrales y de laboratorio.   |
| Presentaciones/exposiciones            | Los alumnos realizarán una presentación en público del trabajo tutelado realizado así como de las prácticas, y serán evaluados por un tribunal compuesto por los profesores de la materia.  |
| Actividades introductorias             | En esta actividad se les presentará a los alumnos el temario y prácticas a desarrollar durante el curso, así como los objetivos, competencias y criterios de evaluación. Asimismo se les explicará la forma de desarrollar la asignatura, se crearán los grupos que realizarán los trabajos y prácticas.  |

### **Atención personalizada**

| <b>Metodologías</b>                    | <b>Descripción</b>  |
|--|---|
| Sesión magistral                       | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
| Trabajos tutelados                     | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
| Prácticas de laboratorio               | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
| Prácticas en aulas de informática      | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
| Presentaciones/exposiciones            | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
| <b>Pruebas</b>                         | <b>Descripción</b>  |
| Pruebas de respuesta corta             | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |

|  |   |
|--|---|
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con los profesores cualquier duda planteada sobre la materia. Asimismo, los alumnos también podrán hacer consultas a los profesores ya sea a través de la plataforma tem@ o del correo electrónico. El profesorado informará sobre el horario disponible en la presentación de la materia |
|--|---|

| <b>Evaluación</b>                      |   |              |                                       |        |
|--|---|--------------|---------------------------------------|--------|
|  | Descripción   | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |        |
| Trabajos tutelados                     | Los alumnos realizarán una memoria sobre el trabajo tutelado propuesto que posteriormente tendrán que defender públicamente   | 10           | B4                                    | D1     |
| Prácticas de laboratorio               | Los alumnos realizarán diversas prácticas de laboratorio y de campo. Al finalizar las diversas prácticas y en las fechas indicadas por los profesores deberán entregar los informes de prácticas  | 10           | B3<br>B4                              |        |
| Prácticas en aulas de informática      | Los alumnos realizarán diversas prácticas de ordenador. Los conocimientos adquiridos en esta parte se evaluarán en el examen de resolución de problemas.  | 0            |                                       | C19 D2 |
| Presentaciones/exposiciones            | Los alumnos deberán realizar dos presentaciones a lo largo del curso:<br>1.- Exposición del trabajo tutelado realizado 10%<br>2.- Exposición de las prácticas de laboratorio 10%<br>Ambas serán evaluadas por un tribunal compuesto por los profesores de la materia. | 20           | B3<br>B4                              | D1     |
| Pruebas de respuesta corta             | En el examen el alumno tendrá que responder a una serie de preguntas cortas o cuestiones tipo test en las que tendrá que demostrar sus conocimientos así como su capacidad de síntesis.   | 20           | B3                                    | D1     |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Esta materia es principalmente práctica, por lo que el mejor sistema para evaluar los conocimientos del alumno es mediante la resolución de problemas.  | 40           | B3<br>B4                              | C19 D2 |

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

#### **Evaluación continua:**

Todos los alumnos serán evaluados de manera continua mediante el siguiente procedimiento:

- **Desarrollo de un trabajo tutelado:** A lo largo del cuatrimestre los alumnos deberán realizar en grupo un **trabajo tutelado** en el que utilizarán los diferentes conocimientos que están adquiriendo en la materia. El profesor planificará seminarios de seguimiento del trabajo en el que se evaluará el estado del mismo. Las evaluaciones parciales del trabajo realizado durante el curso así como la evaluación de la presentación final del trabajo (memoria y presentación) constituye un 20% de la nota de la asignatura correspondiendo un 10% a la memoria y un 10% a la presentación.
- **Prácticas de laboratorio y salidas de campo:** Durante el cuatrimestre los alumnos realizarán **prácticas de laboratorio y salidas de campo** que supondrán un 20% de la nota final de asignatura. La nota total de las prácticas y salidas de campo se calculará de la siguiente manera: 50% del valor de la nota corresponderá a la presentación de las prácticas y salidas de campo, 25% a la memoria prácticas y otro 25% a la asistencia a las mismas. Se requiere una asistencia mínima al 90% de las prácticas y salidas de la asignatura para tener derecho a la evaluación de las mismas. En caso contrario se procederá a considerar suspenso este apartado y por tanto la asignatura.

#### **Nota Final**

Para superar la materia, el alumno tendrá que alcanzar una nota mínima (50% de la nota máxima) en cada una de las partes de la asignatura: trabajo tutelado, prácticas/salidas de campo y examen. La nota final será la suma de las calificaciones obtenidas en cada apartado.

#### **Segunda convocatoria:**

En la segunda convocatoria, se mantendrá la calificación obtenida en los diferentes apartados siempre y cuando haya alcanzado el 50% de la nota máxima.

#### **Repetidores**

Si el alumno lo pide se mantendrá la calificación obtenida en los diferentes apartados (trabajo tutelado, prácticas o examen) siempre y cuando haya alcanzado el mínimo exigido (50% de la nota).

### **Renuncia evaluación continua**

Si al alumno le es concedida la renuncia a la evaluación continua únicamente será evaluado por el examen que será el 100% de la nota.

### **Compromiso ético:**

Se espera que los alumnos tengan un comportamiento ético adecuado. Si se detecta un comportamiento poco ético (copia, plagio, uso de dispositivos electrónicos no autorizados, por ejemplo) se considerará que el estudiante no cumple con los requisitos para superar la asignatura. En ese caso la calificación global en el año académico será suspenso (0,0).

No se permitirá el uso de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula del examen se considerará motivo de no superación de la materia en el curso académico y la calificación global será suspenso (0,0).

---

## **Fuentes de información**

**Aris, R.;** "Análisis de reactores", Alhambra, Madrid (1973).

**Bruce Nauman, E.;** "Chemical reactor design", Wiley, New York (1987).

**Coker, A.K.;** [Modeling of chemical kinetics and reactor design], 2ª Ed., Butterworth-Heinemann (2001).

**Delannay, F.;** "Characterization of heterogeneous catalysts", Marcel Dekker, New York (1984)

**Doraiswamy, L.K. and Sharma, M.M.;** "Heterogeneous reactions. Analysis, examples and reactor design", Vol. I y II, John Wiley and Sons, New York (1984)

**Fogler, H.S.;** [Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas], 4ª Ed., Prentice Hall, México (2008).

**González, J.R., González, J.A, González, M.P., Gutiérrez J.I. y Gutiérrez M.A.** [Cinética Química Aplicada], Síntesis, Madrid (1999).

**Holland, C.D. and Anthony, R.A.;** "Fundamentals of chemical reaction engineering", Prentice Hall, New Jersey (1991)

**Lee, H.H.;** "Heterogeneous Reactor Design", Butterworths, Boston (1985)

**Levenspiel, O.;** [El Omnilibro de los Reactores Químicos], Reverté, Barcelona (1986).

**Levenspiel, O.;** [Ingeniería de las Reacciones Químicas], Reverté, Barcelona (2004).

**Missen, R.W., Mims C.A. y Saville, B.A.;** [Chemical reaction engineering and kinetics], John Wiley & Sons, New York (1999).

**Pérez, S. y Gómez, A.;** "Problemas y Cuestiones en Ingeniería de las Reacciones Químicas", Bellisco, Madrid (1998).

**Rase, H.W.;** "Chemical reactor design for process plants", Vol. I y II, John Wiley and Sons, New York (1977)

**Santamaría, J., Herguido, J., Menéndez, M.A. y Monzón, A.;** [Ingeniería de Reactores], Síntesis, Madrid (1999).

---

## **Recomendaciones**

### **Otros comentarios**

Para matricularse en esta materia es necesario haber superado o bien matricularse de todas las materias de los cursos inferiores al curso en que está ubicada esta materia.

En caso de discrepancias, prevalecerá la versión en castellano de esta guía.