



Máster en Ingeniería Química 66220 - Electroquímica industrial

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0

Información básica

Profesores

- **Juan Ignacio Pardo Fernández** jupardo@unizar.es

- **José Francisco Mastral Lajusticia** pepe@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asistencia a clase, el estudio continuado y el trabajo día a día son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento disponen del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Se trata de una asignatura de 3 créditos ETCS, lo que equivale a 75 horas de trabajo del estudiante, a realizar tanto en horas presenciales como no presenciales, repartidas del siguiente modo:

- **20 horas de clase presencial**, distribuidas aproximadamente en 2 horas semanales. En ellas se realizará la exposición de contenidos teóricos y conceptos necesarios para la resolución de casos prácticos.
- **5 horas de aprendizaje basado en problemas**, distribuidas aproximadamente en 1 hora cada dos semanas. En ellas se desarrollarán problemas y casos prácticos coordinados en contenido con la evolución temporal de las exposiciones teóricas.
- **5 horas de laboratorio** correspondientes a una sesión de realización de un ejercicio práctico en grupos reducidos de alumnos de la asignatura.
- **20 horas de trabajo tutelados** que consistirán en la realización de tareas de desarrollo, ampliación y documentación de un tema propuesto por los profesores. Este trabajo estará distribuido durante el curso, será de realización individual y se plasmará en un entregable así como en una exposición y defensa oral que serán calificados.
- **23 horas de estudio personal y de tutela**, repartidas a lo largo de todo el semestre.
- **2 horas de pruebas de evaluación**, correspondientes a la exposición y defensa oral del trabajo, o bien a un examen global.

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, y se pueden consultar todos ellos en su página Web: <http://eina.unizar.es>

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce las aplicaciones industriales y tecnológicas de la electroquímica.
- 2:** Diseña, sabe seleccionar y controlar reactores electroquímicos (electrodos, disolvente, electrolito) para un proceso concreto y de acuerdo a la producción deseada.
- 3:** Tiene capacidad para determinar las condiciones óptimas de funcionamiento, y la influencia de los parámetros de operación.
- 4:** Es capaz de abordar problemas de corrosión y evaluar los posibles tratamientos o diseñar los sistemas de protección más adecuados.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura de *Electroquímica Industrial* amplía los fundamentos básicos de electroquímica y procede a su aplicación práctica en diversos campos de interés industrial. Entre ellos destaca el diseño de reactores electroquímicos que poseen características específicas de manera que se completan los conocimientos que el alumno ya ha adquirido acerca de reactores. Asimismo, se demuestra la base electroquímica de los fenómenos de corrosión húmeda y los métodos disponibles para combatirla. Además, se estudian los sistemas de producción de energía eléctrica por vía electroquímica (pilas, baterías y pilas de combustible).

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:

La asignatura proporciona conocimientos y capacidades acerca de las aplicaciones de la electroquímica en la industria química. Así, basándose en los conceptos básicos de esa disciplina está orientada a la correcta elección o bien al diseño del tipo de reactor electroquímico adecuado para un proceso de reacción dado. En este sentido, se pretende complementar la formación en el diseño de reactores. También se tienen como objetivos el dimensionado de dicho reactor, la determinación de las condiciones óptimas de operación de éste, la previsión de su comportamiento ante alteraciones en los valores de las variables de operación y las medidas de seguridad hacia su entorno que es necesario adoptar. Asimismo, se tratan los procesos de corrosión húmeda que dan lugar a importantes pérdidas económicas de manera que se pueda elegir el método o métodos más adecuados para combatir dichos procesos.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El alumno que curse esta asignatura tendrá el bagaje de conocimientos, competencias y resultados de aprendizaje adquiridos en las asignaturas *Ampliación de Química I* y *Diseño de Reactores* del Grado en Ingeniería Química, y *Diseño Avanzado de Reactores* del Máster en Ingeniería Química, o análogas. Así, sabrá diseñar reactores homogéneos de flujo ideal y de flujo no ideal. Ese será el punto de partida, para ampliar su aprendizaje y competencias al resto de reactores químicos de interés industrial.

La asignatura de *Electroquímica Industrial* pertenece al bloque de Formación Optativa de la Titulación, formando parte del

Módulo de *Ingeniería de Procesos y Producto*. En ese sentido, al cursar la asignatura el alumno adquirirá competencias características de este módulo para el caso específico de los reactores electroquímicos y control y supresión de fenómenos de corrosión. Ello implica el objetivo, entre otros, de *“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”*.

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

1:

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)
- Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos en el ámbito de la ingeniería química y los sectores industriales relacionados (CG3).
- Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología. (CG4)
- 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)
- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional. (CG7)
- Liderar y definir equipos multidisciplinares capaces de resolver cambios técnicos y necesidades directivas en contextos nacionales e internacionales (CG8).
- Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades. (CG9)
- 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)

2:

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).

- Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química (CE5).
- 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)
- Dirigir y organizar empresas, así como sistemas de producción y servicios, aplicando conocimientos y capacidades de organización industrial, estrategia comercial, planificación y logística, legislación mercantil y laboral, contabilidad financiera y de costes (CE7).
- Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad (CE10).
- Dirigir y realizar la verificación, el control de instalaciones, procesos y productos, así como certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes (CE11).

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

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

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 su aplicación concreta al caso de los reactores químicos.

Con esta intención, se pretende que el alumno sea capaz de adquirir los resultados de aprendizaje enumerados en el apartado correspondiente.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Opción 1:

La evaluación es global y comprende:

1. Realización de entregables correspondientes al trabajo realizado en las prácticas de laboratorio.
2. Realización de un trabajo sobre un tema propuesto por los profesores tutelados. El entregable correspondiente junto con la correspondiente exposición y defensa oral serán calificados valorándose su contenido, la comprensión de los conceptos que en ellos se demuestre y la correcta presentación tanto escrita como oral.

La nota de la asignatura se calculará según la siguiente fórmula:

$$\text{Nota} = 0,1 \cdot L + 0,9 \cdot T$$

siendo: **L**, la nota de los entregables de las prácticas de laboratorio y **T** la nota del trabajo del alumno.

2:

Opción 2:

Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación según la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) oficial. Esta prueba constará de: (a) preguntas y cuestiones teórico-prácticas razonadas en la que se pedirá la aplicación de la teoría a casos y ejemplos concretos, y (b) resolución de problemas.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales, resolución de problemas y prácticas de laboratorio, siendo creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases magistrales se van a ir desarrollando las bases teóricas que conforman la asignatura y resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos y las prácticas de laboratorio y especial son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a desarrollar en el alumno un punto de vista más aplicado. Finalmente los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

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 (20 h) donde se impartirá la teoría de los distintos temas que se han propuesto y se resolverán en la pizarra problemas modelo.
- 2:** Clases presenciales de resolución de problemas y casos (5 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.
- 3:** Sesión de laboratorio (5 h) donde, mediante ejercicios prácticos, el alumno afianzará los contenidos desarrollados en las clases magistrales.
- 4:** Trabajos tutelados (20 h presenciales y no), individuales. Se propondrá un tema de trabajo que serán tuteladas por los profesores.
- 5:** Estudio individual (23 h no presenciales). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.
- 6:** Evaluación (2 h). Se realizarán evaluaciones parciales y una prueba global donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA además cada profesor informará de su horario de atención de tutorías. El temario previsto para la asignatura es el siguiente:

BLOQUE 1.- INTRODUCCIÓN

- 1.** Termodinámica y fenómenos de transporte en sistemas electroquímicos.

2. Cinética de las reacciones electródicas.

BLOQUE 2.- INGENIERÍA ELECTROQUÍMICA

3. Conceptos generales de Ingeniería Electroquímica.

4. Reactores electroquímicos ideales y reales.

5. Procesos industriales electroquímicos.

BLOQUE 3.- OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA ELECTROQUÍMICA

6. Fenómenos de corrosión.

7. Pilas, baterías y pilas de combustible.

Bibliografía

La bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura es la siguiente:

- Bockris, J.O'M., Reddy, A.K.N. 2003. *ELECTROQUÍMICA MODERNA versión española por José Beltrán . 1ª ed., reimp. Reverté, Barcelona.*
- Derek Pletcher. *Un primer curso de procesos electrolíticos . Ed Club Universitario.*
- Coeuret, F. 1992. *INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA ELECTROQUÍMICA.* Reverté, Barcelona.
- Frank Walsh. *Un primer curso de ingeniería electroquímica.* Ed Club Universitario.
- K. Scott. *Electrochemical reaction Engineering.* Ed Academic Press.
- Julve Salvadó, E. 2000. *ELECTRODEPOSICIÓN DE METALES : FUNDAMENTOS, OPERACIONES E INSTALACIONES.* Enrique Julve Salvadó, D.L., Barcelona.

Acumuladores y Pilas.

- Jose Fullea García. *Acumuladores electroquímicos.* Ed MC Graw Hill.

Corrosión

- West, J.M. *Corrosión y oxidación, fundamentos.* Ed Limusa
- Uhlig H.H. *Corrosión y control de la corrosión.* Ed. Urmo,
- Fontana M.G. y N.D. Greene. *Corrosion Engineering.* Ed. McGraw Hill,
- González Fernández, J.A. 1989. *CONTROL DE LA CORROSIÓN: ESTUDIO Y MEDIDA POR TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS.* Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Madrid.
- Hamann, C.H., Hamnett, A., Vielstich, W. 1998. *ELECTROCHEMISTRY.* Wiley-VCH, Weinheim.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada