

Grado en Ingeniería Química Industrial

DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre:				
Electroquímica Industrial				
Denominación en inglés:				
Industrial Electrochemistry				
Código:		Carácter:		
606210303		Optativo		
Horas:				
	Totales	Presenciales	No presenciales	
Trabajo estimado:	150	60	90	
Créditos:				
	Grupos reducidos			
Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.5	0	1.5	0	0
Departamentos:		Áreas de Conocimiento:		
Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales		Química Física		
Curso:		Cuatrimestre:		
4º - Cuarto		Primer cuatrimestre		

DATOS DE LOS PROFESORES

Nombre:	E-Mail:	Teléfono:	Despacho:
*Mozo Llamazares, Juan Daniel	jdaniel.mozo@diq.uhu.es	959219992	Fac. CC. Exp. 6-3-14

*Profesor coordinador de la asignatura

1. Descripción de contenidos**1.1. Breve descripción (en castellano):****CONTENIDOS TEÓRICOS**

- Procesos electródicos
- Interfase electrodo-disolución
- La velocidad de los procesos electródicos
- Corrosión
- Ingeniería electroquímica.
- Extracción, refinado y producción de metales
- Electrosíntesis orgánica
- La industria cloro-álcali
- Otros procesos electroquímicos industriales

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Potenciales de reducción y serie electroquímica.
- Electrodeposición metálica (cobre / níquel).
- Metalización de superficies no conductoras (plásticos).
- Caracterización de celdas de combustible PEM.
- Hidrólisis de agua con celda PEM.
- Protección anódica de aluminio

1.2. Breve descripción (en inglés):**Theory contents**

- Electrode processes
- Electrode-solution interface
- Electrode kinetics
- Corrosion
- Electrochemical Engineering.
- Extraction, refining and production of metals
- Organic electrosynthesis
- The chlor-alkali industry
- Other industrial electrochemical processes

Laboratory Practices

- Reduction potentials and electrochemical series
- Electrodeposition of metal (copper / nickel)
- Metallization of non-conductive surfaces (plastics).
- Characterization of PEM fuel cells
- PEM cell: hydrolysis of water
- Aluminum anodic protection

2. Situación de la asignatura**2.1. Contexto dentro de la titulación:**

Esta asignatura se plantea como una optativa que sirve a los alumnos que la cursan para adquirir conocimientos teóricos básicos de electroquímica, sobre todo en lo que a las reacciones electródicas, velocidad de las mismas y parámetros que influyen en rendimientos de estas se refiere. Además, como aspecto más práctico se plantea el conocimiento del reactor electroquímico y los procesos electroquímicos industriales que están directamente relacionados con la industria electroquímica del polo químico de Huelva, lo que entronca directamente con la asignatura "Química Industrial".

2.2. Recomendaciones:

Se recomienda haber cursado Termodinámica y Experimentación en Química,

3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

El objetivo fundamental de esta asignatura es que el alumno adquiera los conocimientos fundamentales de aquellos procesos y aplicaciones electroquímicas de mayor importancia a nivel industrial. Para ello es necesario introducir al alumno en el conocimiento de los aspectos teóricos de los fenómenos que ocurren en la interfase electrodo-disolución, puesto que es esta parte la que diferencia a estos procesos electroquímicos del resto de la industria química.

4. Competencias a adquirir por los estudiantes

4.1. Competencias específicas:

4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB2:** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- **CB4:** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G08:** Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
- **G12:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y profundo
- **G16:** Sensibilidad por temas medioambientales
- **G17:** Capacidad para el razonamiento crítico
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Sesiones de Campo de aproximación a la realidad Industrial.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

5.3. Desarrollo y justificación:

Sesiones académicas de teoría

Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema

Sesiones prácticas de laboratorio

Las prácticas se desarrollarán en el laboratorio en 3 sesiones de 5 horas, donde los alumnos llevarán a cabo las experiencias. De estas cinco horas tres horas y media se dedicarán al trabajo propio de laboratorio y el tiempo restante a la preparación de la práctica (búsqueda en la bibliografía), realización de cálculos pertinentes y a contestar las cuestiones planteadas por el profesor en cada una de las prácticas. Las prácticas se llevan a cabo por parejas.

Sesiones de campo de aproximación a la realidad industrial

Se programarán, dentro de las posibilidades, visitas guiadas a empresas del polo industrial, cuya actividad esté relacionada con el contenido teórico o práctico de la asignatura.

Preparación de trabajos a exponer en grupos reducidos

Los alumnos se distribuirán en grupos de 2 a 3 personas para trabajar en la realización de trabajos sobre contenidos relacionados con la asignatura que luego se expondrán en clase.

Exposición de trabajos por parte de los alumnos

El profesor propondrá una serie de temas relacionados con la asignatura que los alumnos se distribuirán entre ellos y prepararán para exponerlos y, someterlos a posterior debate en la parte final del curso

6. Temario desarrollado:

Temario teórico

Tema 1: Introducción a la electroquímica

La célula electroquímica. Electrodo: el potencial de electrodo; la diferencia de potencial interfacial; potencial eléctrico en las interfases; tipos de electrodo. Electroquímica de equilibrio: potencial de célula reversible; potencial de célula y potenciales de electrodo; dependencias del potencial de celda con la concentración; potenciales estándar de electrodo; medida del potencial electrodo. Reacciones electrodo: naturaleza y alcance de las reacciones electrodo; algunos factores problemáticos. Reacciones de la célula electroquímica: termodinámica de las reacciones de celda; celdas galvánicas; celdas electroquímicas.

Tema 2: Algunos componentes de la célula electroquímica: la interfase y la fase electrolito

La interfase: la doble capa electrificada. La fase electrolito: el disolvente; el electrolito soporte; el reactivo, el intermedio y el producto.

Tema 3: La velocidad de las reacciones electroquímicas

Velocidad global de los procesos electrodo: leyes de Faraday de la electrolisis; expresiones de la velocidad de reacción. Medida de la cinética electrodo: células de tres electrodos; instrumentación. Transferencia electrónica (de carga) simple: potencial de equilibrio; potencial de no equilibrio; Grandes sobrepotenciales, la ecuación de Tafel; Potenciales muy cercanos al equilibrio, la aproximación lineal. Transporte de materia: difusión pura; difusión-convección; relaciones densidad de corriente frente potencial. Control mixto: la región controlada por la transferencia electrónica; la región de control mixto; la región controlada por transporte de materia. Adsorción.

Tema 4: Corrosión

Introducción. Naturaleza electroquímica de la corrosión. Termodinámica de la corrosión. Cinética de la corrosión. Prevención y control de la corrosión. Algunos tipos comunes de corrosión. Pasivación. Corrosión en contacto con los medios naturales.

Tema 5: Electrodo

Tipos de electrodos. Pasivación. Criterios de selección, propiedades. Ánodos. Cátodos. Nuevos desarrollos.

Tema 6: Cuerpos de celda

Clasificación. Celdas tipo tanque. Celdas tipo filtro prensa. Celdas de lecho de fluido inerte. Celdas de electrodos apilados. Celdas de electrodos porosos y lecho empaquetado. Criterios de selección.

Tema 7: Membranas

Introducción. Estructura. Clasificación: según su estructura física; según su capacidad de intercambio; según su estructura química. Criterios de selección.

Tema 8: La industria cloro-álcali

Conceptos generales de la electrolisis de salmueras. Tecnología de celda de mercurio. Tecnología de celda de diafragma. Tecnología de celda de membrana. Comparación entre las tres tecnologías.

Tema 9: Refino y recuperación de metales

Electrowining del cobre. Refino electrolítico del cobre.

Tema 10: Electrosíntesis orgánica

Introducción. Fibras. Química fina: perfumería, electrosíntesis de anisaldehído; electrosíntesis de ácido glioxílico; electrosíntesis de L-cisteína; fabricación de maltol. Industria farmacéutica, antiinflamatorios.

Tema 11: Electrodialisis

Introducción. Electrodo. Membranas. Espaciadores. Aplicaciones tradicionales: potabilización de aguas, fabricación de sal

de mesa. Aplicaciones avanzadas: industria alimentaria; industria farmacéutica; industria metalúrgica.

Temario práctico

- Potenciales de reducción y serie electroquímica
- Electrodeposición metálicas (cobre / níquel)
- Metalización de superficies no conductoras (plásticos)
- Caracterización de celdas de combustible PEM
- Hidrólisis de agua con celda PEM
- Protección anódica de aluminio

7. Bibliografía

7.1. Bibliografía básica:

Industrial Electrochemistry

Pletcher y Walsh
Ed. Chapman and Hall

Electrochemistry: principles, methods and applications

Brett y Oliveira Brett
Ed. Oxford Science Publications

Un primer curso de procesos electródicos

D. Pletcher
Ed. Club Universitario

Un primer curso de Ingeniería Electroquímica

F. Walsh
Ed. Club Universitario

Cuestiones y Problemas de Electroquímica

M. Domínguez Pérez
Ed. Hélice

Electroquímica Moderna

Bockris y Reddy
Ed. Reverté

Prácticas de Electroquímica

Grupo de Electroquímica de la RSEQ
Ed. Departamento de Química Física y Termodinámica Aplicada de la Universidad de Córdoba

Electroquímica Aplicada

Toribio Fernández Otero
Servicio Editorial Universidad del País Vasco

7.2. Bibliografía complementaria:

Electrosíntesis y Electrodiálisis

José Ramón Ochoa Gómez
Ed. Mc Graw Hill

Acumuladores Electroquímicos

José Fullea García
Ed. Mc Graw Hill

Control de la corrosión: estudio y medida por técnicas electroquímicas

González Fernández
CSIC

Corrosión y degradación de materiales

E. Otero Huerta
Ed. Síntesis

8. Sistemas y criterios de evaluación.

8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante

8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Evaluación continua de la parte teórica de la asignatura (Convocatoria Ordinaria I)

1. La asistencia a clase supondrá el 27% de la calificación final, obteniéndose el máximo (2.7 puntos) si se asiste a todas las clases. Se aceptará como máximo un 25% de faltas de asistencia a las clases teóricas, lo que supone un total de 11 horas. En el supuesto de que un alumno falte a más del 25% de las clases teóricas, este deberá realizar un examen escrito sobre el contenido de la asignatura cuya calificación debe ser igual o superior a 5 puntos para aprobar la parte teórica de esta. El examen supondrá el 27 % de la nota final de la asignatura.

2. La realización de problemas y trabajos propuestos por los profesores de la asignatura supondrá el 40% de la calificación global.

3. Se tendrá en cuenta la participación activa del alumno en clase.

Con todo ello se evaluará la adquisición de las competencias: G01, G04, G07, G08, G11, G12, G17, CB2, CB4, B04, T01 y T02.

Evaluación continua de la parte práctica de la asignatura (Convocatoria Ordinaria I)

La nota de la parte práctica supondrá el 33% de la nota final de la asignatura. La realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria.

Se valorará principalmente el trabajo desarrollado por el alumno en el laboratorio, además de la calificación de los resultados de las prácticas realizadas.

En la parte práctica de la asignatura se evaluará la adquisición de las competencias: G01, G04, G05, G07, G08, G11, G12, G16, G17, CB2, CB4, B04, E03, T01 y T02.

Evaluación única final (Convocatoria Ordinaria I) y resto de convocatorias

Si el alumno opta por esta opción (de acuerdo con la normativa de evaluación de la UHU, debe hacerlo en las dos primeras semanas del cuatrimestre), deberá hacer un examen escrito sobre todo el contenido de la asignatura, tanto teórico como práctico.

Este examen constará de preguntas tipo test de múltiple respuesta, preguntas teórico-prácticas de respuesta a desarrollar y resolución de problemas. La calificación de este examen supone el 100% de la nota.

En esta prueba se evaluará la adquisición de las competencias: G01, G04, G05, G07, G08, G11, G12, G16, G17, CB2, CB4, B04, E03, T01 y T02.

9. Organización docente semanal orientativa:

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	3	0	0	0	0		Tema 1	
#2	3	0	0	0	0		Tema 1	
#3	3	0	0	0	0		Tema 2	
#4	3	0	0	0	0		Tema 2 - Tema 3	
#5	3	0	0	0	0		Tema 3	
#6	3	0	0	0	0		Tema 3	
#7	3	0	0	0	0		Tema 4	
#8	3	0	0	0	0		Tema 4	
#9	3	0	0	0	0		Tema 5	
#10	3	0	0	0	0		Tema 6 - Tema 7	
#11	3	0	0	0	0		Tema 8	
#12	3	0	0	0	0		Tema 9	
#13	3	0	0	0	0		Tema 10	
#14	3	0	0	15	0		Tema 11 - Prácticas	
#15	3	0	0	0	0	Exposiciones de trabajos/Examen		
	45	0	0	15	0			