

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Formación	Electroquímica aplicada	3º/4º	6º/8º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Isabel María Plaza del Pino</li> </ul>			Dpto. Química Física, 1ª planta del Edificio de Químicas, Facultad de Ciencias, Av. Fuentenueva s/n. Granada 18071 Tfno: 958243329 iplaza@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			<a href="http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/c834267e408681053dd5294ea6bcb912">http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/c834267e408681053dd5294ea6bcb912</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Química			Grado en Química Grado en Física Grado en Ciencias Ambientales Grado en Bioquímica Grado en Biotecnología		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados (nivel Módulo de Formación Básica) sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>Química</li> <li>Física</li> <li>Matemáticas</li> </ul>					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>!)

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Cinética electroquímica. Instrumentación y técnicas electroquímicas. Convertidores y acumuladores. Células electroquímicas. Corrosión y estabilidad de metales.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS:

- 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
- CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

### COMPETENCIAS GENERALES:

- CG02 - Saber aplicar los conocimientos de Ingeniería Química al mundo profesional, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.
- CG03 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Ingeniería Química, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas.
- CG04 - Saber transmitir de forma oral y escrita información, ideas, problemas y soluciones relacionados con la Ingeniería Química, a un público tanto especializado como no especializado.
- CG08 - Trabajo en equipo
- CG13 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE04 - Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al finalizar esta asignatura el/la alumno/a deberá:

- Discutir la naturaleza interdisciplinar de la electroquímica.
- Discutir la complejidad de la estructura de la interfase electrodo-disolución a partir de modelos estructurales.
- Aplicar los principios de la termodinámica a la interfase electrificada.
- Explicar los principios básicos de la cinética electroquímica.
- Analizar el proceso de la corrosión de un metal.
- Discutir los diferentes métodos para prevenir la corrosión de un metal.
- Conocer las aplicaciones de las principales técnicas electroquímicas.
- Explicar los factores fundamentales a considerar en el diseño de un generador electroquímico de energía.
- Conocer las principales aplicaciones de la electroquímica en la industria.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:



## Primera parte: Fundamentos de Electrónica.

### Tema 1. La interfase electrizada I: Introducción.

Formación de la interfase electrizada. Diferencia de potencial a través de la interfase. Interfases polarizables y no polarizables. Celdas electroquímicas. Ecuación de Nernst. Potenciales estándar.

### Tema 2. La interfase electrizada II: Termodinámica y Estructura.

Curvas electrocapilares. Potencial electroquímico. Sistema termodinámico electrodo/electrolito. Ecuación de Lippmann. Determinación del exceso superficial. Modelos estructurales. Adsorción por contacto.

### Tema 3. Cinética electroquímica.

Conceptos básicos. Transferencia de carga en el electrodo: sobrepotencial de transferencia, ecuación de Butler-Volmer, representaciones de Tafel, resistencia de transferencia de carga. Transporte de materia al electrodo: sobrepotencial de difusión. Relación intensidad de corriente/potencial de una pila.

## Segunda parte: Aplicaciones de interés tecnológico.

### Tema 4. Corrosión y estabilidad de los metales.

Naturaleza de la corrosión. Termodinámica de la corrosión: diagramas de Pourbaix. Cinética de la corrosión: diagramas de Evans. Factores que determinan la corrosión de un metal. Tipos de corrosión.

### Tema 5. Métodos para proteger la estabilidad de los metales.

Inhibición de la corrosión por adición de sustancias. Protección catódica. Pasivación. Protección anódica. Medidas complementarias: selección de materiales, modificación del medio, recubrimientos.

### Tema 6. Conversión y almacenamiento electroquímico de la energía I: Pilas de combustible.

Rendimiento de la conversión electroquímica de la energía. Producción de potencia. Electrodo porosos. Pilas de combustible: alcalina, de ácido fosfórico, de carbonato fundido, de óxido sólido, de membrana de intercambio de protones, de metanol directo, regenerativas, microbianas. Aplicaciones de las pilas de combustible. La economía del hidrógeno.

### Tema 7. Conversión y almacenamiento electroquímico de la energía II: Baterías y Supercondensadores.

Baterías: criterios de selección de una batería. Baterías primarias: sistema Zn- MnO<sub>2</sub>, pila de plata, pila de litio. Baterías secundarias: de Pb-ácido, de Ni-Cd, de Ni-hidruro metálico, de Zn-aire, de ión litio. Otras baterías en desarrollo. Aplicaciones de las baterías. Supercondensadores. Perspectivas de futuro.

### Tema 8. Otras aplicaciones de la electroquímica.

Electrosíntesis. Electrodeposición. Instrumentación y técnicas electroquímicas. Sensores electroquímicos. Electroquímica ambiental. Bioelectroquímica. Fotoelectroquímica.

## TEMARIO PRÁCTICO:

### Seminarios/Talleres:

- Método "casero" para limpiar objetos de plata.
- Análisis completo de una curva potencial/densidad de corriente.
- Termodinámica de la corrosión de un metal: construcción del diagrama de Pourbaix.
- Cinética de la corrosión de un metal: construcción del diagrama de Evans.



- Buenas prácticas para alargar la vida útil de la batería del teléfono móvil.
- Talleres de problemas.

#### Prácticas de laboratorio:

- Medidas de pH y conductividad electrolítica.
- Determinación de la constante de Faraday.
- Determinación potenciométrica de los productos de solubilidad del ClAg y del BrAg y de la constante de formación del complejo  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_n^+$ .
- Determinación de números de transporte por el método de Hittorf.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- J. O'M Bockris y A .K. N. Reddy, "Electroquímica Moderna" Vol 2., Barcelona: Reverté, SA, (2003).
- C. M. A. Brett y A. M. Oliveira Brett, "Electrochemistry: Principles, Methods, and Applications", Oxford [etc.] : Oxford University Press (1996).
- J. O'M. Bockris y A .K .N. Reddy. "Modern Electrochemistry Vol.2B, Electroics in Chemistry, Engineering, Biology and Environmental Science", New York: Kluwer Academic (2004).
- G. Kreysa, K. Ota y R. F. Savinell Ed., "Encyclopedia of Applied Electrochemistry [Recurso electrónico]", New York : Springer (2014).
- E. Gileadi, "Physical Electrochemistry. Fundamentals, Techniques and Applications", Weinheim: Wiley-VCH, (2011).
- V. S. Bagotsky, "Fundamentals of Electrochemistry" (2ª ed., recurso electrónico), Hoboken: John Wiley and Sons, (2006).

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- N. Pérez. "Electrochemistry and Corrosion Science [Recurso electrónico]", (2ª ed.), Springer (2016).
- C.G. Zoski Ed., "Handbook of electrochemistry [Recurso electrónico]", Elsevier (2007).
- C. D. Rahn and C. Wang. "Battery Systems Engineering", Chichester: John Wiley and Sons (2013).
- F. Barbir. "PEM Fuel Cells, 2nd Edition.Theory and Practice" San Diego: Academic Press (2012).
- X. E. Castells y L. Jurado, "El hidrógeno y las pilas de combustible" [recurso electrónico], Madrid : Ediciones Díaz de Santos, (2012).
- V. S. Bagotsky, "Fuell Cells: Problems and Solutions", Chichester: John Wiley and Sons (2012).
- R. W. Revie, "Corrosion and Corrosion Control" (4ª ed.), Chichester: John Wiley and Sons (2008).
- J. Larminie and J. Lowry. "Electric Vehicle Technology Explained" (2ª ed.), Chichester: John Wiley and Sons (2012).

#### ENLACES RECOMENDADOS

- **Electrochemistry Encyclopedia:** <http://knowledge.electrochem.org/encycl/>
- **Centre for Research in Electrochemical Science and Technology (Cambridge Univ.):**



<http://www.ceb.cam.ac.uk/research/groups/rg-eme/teaching-notes>

- **Corrosion Doctors:** <http://corrosion-doctors.org/Site-Map.htm>
- **Libros virtuales: Más allá de la herrumbre I, II y III. (Javier Ávila / Joan Genescá):**  
<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/masalla.htm>  
<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/masalla2.htm>  
<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/121/htm/masalla3.htm>
- **Engineers Edge Battery Review:** [http://www.engineersedge.com/battery/battery\\_knowledge\\_menu.shtml](http://www.engineersedge.com/battery/battery_knowledge_menu.shtml)
- **Battery University:** <http://batteryuniversity.com/>
- **Fuel Cells Today:** <http://www.fuelcelltoday.com/>
- **All about electrochemistry:** <http://www.chem1.com/acad/webtext/elchem/>
- **Grupo de Electroquímica de la RSEQ:** <http://www.uco.es/electroquimica-rseq/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lección magistral.** Descripción: Presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos. Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica.
- **Prácticas.** Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la resolución de ejercicios y problemas. Los seminarios tratan en profundidad temáticas concretas relacionadas con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio. Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales y de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- **Prácticas de laboratorio.** Descripción: realización de prácticas en el laboratorio aplicando experimentalmente los conocimientos y habilidades adquiridas en las actividades de aula. Realización de prácticas individuales o en grupo dependiendo de la materia o del equipo. Propósito: Reforzar y aplicar los contenidos de la materia y desarrollar habilidades para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada.
- **Actividades no presenciales individuales.** Descripción: 1) Actividades propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia, 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes,...). Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- **Actividades no presenciales grupales.** Descripción: 1) Actividades propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia. Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.
- **Tutorías académicas.** Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor. Propósito: 1) Orientar el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante.



**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

**Convocatoria ordinaria:**

- Examen escrito: 50 % calificación final (evaluación de las competencias CG02, CG03, CB2, CB3, CE04).
- Prácticas de laboratorio: máximo 20% calificación final (evaluación de las competencias CG02, CG08, CG13, CB2, CB3, CE04).
- Ejercicios/Seminarios: máximo 20% calificación final (evaluación de las competencias CG03, CG04, CG08, CG13, CB2, CB3, CB4, CE04).
- Participación en actividades de clase: máximo 20% calificación final (evaluación de las competencias CG02, CG04, CB2, CB3, CB4, CE04).

La suma de las contribuciones de los tres últimos apartados a la calificación final será del 50%.

**Convocatoria extraordinaria:**

Examen escrito: 100% de la calificación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"**

Examen escrito: 100% de la calificación.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Las prácticas de laboratorio se realizarán preferentemente en la clase del viernes. Si hubiera que hacer alguna práctica fuera de este horario se acordará el calendario previamente con el alumnado.

