

**GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
DESCRIPTION OF INDIVIDUAL COURSE UNIT**

Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código
Course title and code
Nivel (Grado/Postgrado)
Level of course (Undergraduate/Postgraduate)
Plan de estudios en que se integra
Programme in which is integrated
Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa)
Type of course (Compulsory/Elective)
Año en que se programa
year of study
Calendario (Semestre)
Calendar (Semester)
Créditos teóricos y prácticos
Credits (theory and practices)
Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS)
Number of credits expressed as student workload (ECTS)
Descriptor
Descriptors

Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias)
Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)

Electroanálisis (67111D7)

Grado

Licenciatura en Química

Optativa

Primer ciclo

Segundo semestre: 22 Febrero de 2009 – 11 Junio de 2010
Exámenes: 21-Junio-2010 y 9-Septiembre-2010

3,5 CT + 1 CP

4,5*

*1 ECTS = 25-30 horas de trabajo.

Técnicas electroquímicas de análisis; Cinética electroquímica; Curvas intensidad-potencial; Polarografía; Voltamperometría; Amperometría; Electrodeposición; Redisolución.

Objetivos generales:

- Completar de una forma racional y sistematizada los fundamentos teóricos y aplicaciones de las técnicas electroanalíticas, basadas en reacciones electroquímicas, de mayor aplicación general en Química Analítica y ya iniciados en la asignatura "**Química Analítica Instrumental**" de segundo curso.
- Familiarizar al alumno con la terminología propia de esta parte del análisis electroquímico y aprender una metodología de trabajo de claro enfoque analítico, de modo que, de forma similar, en el futuro le permita abordar el estudio de cualquiera otra técnica.
- Resaltar la importancia de estas técnicas electroquímicas en la Química Analítica actual.
- Proporcionar al alumno una visión de estas técnicas electroquímicas, dentro del conjunto de las técnicas instrumentales, que le permita adquirir el criterio necesario para seleccionar la técnica y el método más adecuados a cada problema en particular.
- Transmitir a los alumnos un espíritu crítico que les ayude a la identificación de los posibles errores y sus causas.

Objetivos operativos: de acuerdo con los temas en que se ha dividido el programa se pueden señalar los siguientes:

- *Entender* los fundamentos termodinámicos y cinéticos de las reacciones electroquímicas.
- *Conocer* la morfología de las curvas intensidad-potencial, la influencia

Prerrequisitos y recomendaciones
Prerequisites and advises

Contenidos/descriptores/palabras clave
Course contents/descriptors/key words

de las reacciones químicas sobre las mismas y sus aplicaciones analíticas.

- *Conocer* las propiedades electroquímicas de mayor interés analítico y la clasificación de las técnicas instrumentales de análisis.

- *Conocer* los fundamentos teóricos y el esquema instrumental de las técnicas electroquímicas estudiadas.

- *Conocer* las características, metodología y principales aplicaciones de las mismas.

- Tener cursada y a ser posible aprobada la asignatura "**Química Analítica Instrumental**" de segundo curso de la licenciatura.

- Tener cursada y a ser posible aprobada la asignatura "**Introducción a la Experimentación en Química Analítica**" de tercer curso de la licenciatura (primer cuatrimestre).

PROGRAMA DE TEORÍA

Tema 1.- Fundamento de las técnicas electroquímicas de análisis. Las reacciones electroquímicas.

Introducción. Métodos electroanalíticos. Clasificación. Reacción redox y reacción electroquímica. Predicción termodinámica de las reacciones electroquímicas. Procesos faradaicos y no faradaicos. Interfase electrodo-disolución. Factores que afectan a la velocidad de reacción electroquímica y a la intensidad de corriente. Limitación de la intensidad de corriente por la velocidad de transporte de materia hacia el electrodo (migración, difusión y convección).

Tema 2.- Curvas intensidad-potencial.

Introducción. Velocidad de difusión e intensidad de difusión: curvas intensidad-potencial (i-E). Características generales de las curvas i-E. Ondas anódicas, catódicas y anódico-catódicas. Cinética de la reacción de electrodo. Difusión pura y estacionaria. Ecuación de las curvas i-E en régimen de difusión estacionaria: factor de simetría, constante estándar de velocidad, intensidad de intercambio, ecuación de *Butler-Volmer*, representación de *Tafel*. Reversibilidad de un sistema. Influencia de las reacciones químicas en las curvas i-E.

Tema 3.- Influencia de las reacciones químicas en las curvas intensidad-potencial.

Introducción. Influencia de la presencia de agentes complejantes en disolución en la reducción de cationes metálicos (Oxidación de electrodos activos en presencia de complejantes de sus iones). Aplicación a la determinación de estequiometrías y constantes de estabilidad de complejos. Influencia de agentes precipitantes en disolución en la reducción de cationes metálicos. Determinación del producto de solubilidad.

Tema 4.- Instrumentación para la obtención de las curvas intensidad-potencial.

Introducción. Obtención de las curvas i-E. Electrodos: sus clases. Electrodos polarizables y no polarizables. Funcionamiento de una célula

electroquímica. Electrodo indicadores, de referencia y auxiliares. Macro, micro, y ultramicro electrodos. Electrolitos fondo. Disolventes. Instrumentación: sistemas de dos electrodos y potenciostáticos.

Tema 5.- Voltamperometría con el electrodo gotero de mercurio: Polarografía.

Introducción. La curva $i-t$ obtenida con el EGM y su influencia en la curva $i-E$. Intensidad de difusión instantánea e intensidad de difusión media. Ecuación de *Ilkovic* y de *Lingane-Loveridge*. Factores que afectan a la intensidad de difusión polarográfica. Ecuación de las ondas polarográficas difusivas. Otros tipos de ondas polarográficas. Instrumentación. Características y metodología analítica. Aplicaciones analíticas.

Tema 6. - Otras técnicas polarográficas.

Introducción: Mejora de la sensibilidad y límite de detección en polarografía. Polarografía derivada. Polarografía Tast. Polarografía normal de impulsos. Polarografía diferencial de impulsos. Polarografía con corriente alterna superpuesta. Estudio comparativo de estas técnicas.

Tema 7.- Voltamperometría con electrodos de superficie constante.

Introducción. Clasificación. Regímenes estacionario y no estacionario. Curvas $i-E$. Voltamperometría de barrido lineal. Intensidad de pico y potencial de pico. Voltamperometría cíclica. Aplicaciones analíticas.

Tema 8.- Voltamperometría con convección forzada

Introducción. Voltamperometría con convección forzada: electrodo de disco rotatorio, electrodo de disco-anillo, electrodos estacionarios en disoluciones en flujo. Aplicaciones analíticas.

Tema 9.- Valoraciones amperométricas

Introducción. Valoraciones amperométricas. Tipos de reacciones: intercambio de partículas e intercambio electrónico. Variación de las curvas $i-E$ en el transcurso de la reacción de valoración. Valoraciones con un electrodo indicador y otro de referencia, curvas de valoración. Valoraciones con dos electrodos indicadores, curvas de valoración. Instrumentación. Limitaciones y causas de error en estas valoraciones. Aplicaciones analíticas.

Tema 10.- Técnicas de redisolución.

Introducción. Clasificación de las técnicas. Voltamperometrías de redisolución anódica, catódica y adsorptiva. Aspectos instrumentales: células y electrodos indicadores. Etapa de preconcentración, etapa de reposo y etapa de redisolución. Voltamperometría de redisolución anódica: fundamento y aplicaciones analíticas. Voltamperometría de redisolución catódica: fundamento y aplicaciones analíticas. Voltamperometría de redisolución adsorptiva: fundamento y aplicaciones analíticas. Análisis por redisolución potenciométrica: fundamento y aplicaciones analíticas.

Tema 11.- Cronotécnicas.

Técnicas basadas en una excitación de escalón de potencial: cronoamperometría, cronocoulombimetría (estudio de procesos de adsorción), cronoabsorciometría (electrodos ópticamente transparentes). Técnicas basadas en una excitación de escalón de corriente:

cronopotenciometría. Tiempo de transición. Ecuación de Sand. Otras modalidades de la cronopotenciometría. Aplicaciones

PROGRAMA DE PRÁCTICAS (PROBLEMAS Y SEMINARIOS)

La escasa carga lectiva que en esta asignatura se dedica a actividades prácticas (un crédito) obliga a proponer la realización de seminarios de problemas numéricos relacionados con los temas propuestos en el programa teórico. Por las mismas razones aducidas las prácticas relacionadas con las técnicas de mayor trascendencia analítica serán llevadas a cabo en las asignaturas “**Experimentación en Química Analítica I**” y “**Experimentación en Química Analítica II**” que se cursarán en los cursos cuarto y quinto de la licenciatura, respectivamente.

Bibliografía recomendada Recommended reading

- **Química electroanalítica. Fundamentos y aplicaciones**
J.M. Pingarrón Carrazón y P. Sánchez Batanero. Ed. Síntesis, Madrid, 1999.
- **Métodos Electroanalíticos I**
M. Blanco Romía, V. Cerdá Martín y G. López Cueto (Eds.). Servicio de Publicaciones de la Universidad de las Islas Baleares. Palma de Mallorca. 2001.
- **Las Reacciones Electroquímicas**
G. Charlot, J. Badoz-Lambling y B. Tremillon, Toray-Masson. Barcelona, 1969.
- **Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications**
A.J. Bard and L.R. Faulkner, Wiley, New York, 1980.
- **Laboratory Techniques in Electrochemical Analysis**
P.T. Kisinger and W.R. Heineman, Marcel Dekker, New York, 1984
- **Principles of Electroanalytical Methods**
T. Riley and A. Watson, Analytical Chemistry by Open Learning, John Wiley & Sons. Chichester, England, 1987.
- **Electroquímica Analítica**
B.H. Vassos y G.W. Ewing, Limusa S.A., México, 1987

Métodos docentes Teaching methods

- Lección magistral: En el 70% de las clases presenciales el recurso didáctico utilizado es la lección magistral, con la que se pretende motivar a los alumnos en el aprendizaje y comprensión de los conceptos presentados.
- Trabajo en equipo: La elaboración de algunos temas de interés se realiza en grupos reducidos de alumnos.
- Simposio: Para hacer la exposición de los temas elaborados por los grupos de alumnos al resto de los compañeros. Constituye el 32% de las clases presenciales.
- Mesa redonda: Para favorecer la participación de los alumnos y la discusión de cuestiones dirigidas al profesor.

Actividades y horas de trabajo estimadas Activities and estimated workload (hours)

<u>Actividad</u>	<u>h.clase</u>	<u>h. estudio*</u>	<u>Total</u>
Lecciones:	24,5	36,8	61,3

	Prácticas laboratorio:	10	7,5	17,5
	Exámenes (incluyendo preparación):	--	--	22,5
	Otras actividades académicas dirigidas:	--	--	15,9
	Grupos reducidos de tutoría:	--	--	--
	Total:	--	--	117,2
	*basado en las encuestas 2004/05			
Tipo de evaluación y criterios de calificación Assessment methods	Realización de un examen escrito sobre los contenidos teóricos y prácticos (seminarios) desarrollados en el curso. Elaboración individual de varios trabajos monográficos optativos a propuesta del profesor.			
Idioma usado en clase y exámenes Language of instruction	Español			
Enlaces a más información Links to more information				
Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías Name of lecturer(s) and address for tutoring	Profesor: Dr. Alberto Navalón Montón Correo electrónico: anavalon@ugr.es Departamento de Química Analítica, Despacho No. 5 Facultad de Ciencias, Campus de Fuente Nueva, 18071-Granada			

2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12		Tema 9									
13		Tema 9									
14		Tema 10									
15		Tema 11									
Exam.											