

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Química

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Métodos electroquímicos
(2023 - 2024)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Métodos electroquímicos	Código: 835931104
<ul style="list-style-type: none">- Centro: Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado- Lugar de impartición: Facultad de Ciencias. Sección de Química- Titulación: Máster Universitario en Química- Plan de Estudios: 2018 (Publicado en 2014-04-29)- Rama de conocimiento: Ciencias- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Química- Área/s de conocimiento: Química Física- Curso: 1- Carácter: Obligatoria- Duración: Primer cuatrimestre- Créditos ECTS: 3,0- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Castellano e Inglés (0,15 ECTS en Inglés)	

2. Requisitos de matrícula y calificación

Ninguno

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: JAVIER IZQUIERDO PÉREZ
- Grupo:
General <ul style="list-style-type: none">- Nombre: JAVIER- Apellido: IZQUIERDO PÉREZ- Departamento: Química- Área de conocimiento: Química Física

Contacto - Teléfono 1: 922318017 - Teléfono 2: - Correo electrónico: jizquier@ull.es - Correo alternativo: - Web: http://www.campusvirtual.ull.es						
Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	15:30	17:30	Sección de Química - AN.3F	Edf. Química, tercer piso (Química Física), Despacho 3
Todo el cuatrimestre		Jueves	15:30	17:30	Sección de Química - AN.3F	Edf. Química, tercer piso (Química Física), Despacho 3
Todo el cuatrimestre		Viernes	12:15	14:15	Sección de Química - AN.3F	Edf. Química, tercer piso (Química Física), Despacho 3
Observaciones: Para asistir presencialmente a tutoría en el despacho debe solicitarse cita previa con un día de antelación. El profesor estará además disponible en horario de tutorías de forma no presencial a través del siguiente evento de Google Meet: https://meet.google.com/gft-punx-riq						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	15:30	17:30	Sección de Química - AN.3F	Edf. Química, tercer piso (Química Física), Despacho 3
Todo el cuatrimestre		Jueves	15:30	17:30	Sección de Química - AN.3F	Edf. Química, tercer piso (Química Física), Despacho 3

Todo el cuatrimestre		Viernes	12:15	14:15	Sección de Química - AN.3F	Edf. Química, tercer piso (Química Física), Despacho 3
<p>Observaciones: Para asistir presencialmente a tutoría en el despacho debe solicitarse cita previa con un día de antelación. El profesor estará además disponible en horario de tutorías de forma no presencial a través del siguiente evento de Google Meet: https://meet.google.com/gft-punx-riq</p>						

Profesor/a: GONZALO GARCÍA SILVESTRO						
- Grupo:						
General - Nombre: GONZALO - Apellido: GARCÍA SILVESTRO - Departamento: Química - Área de conocimiento: Química Física						
Contacto - Teléfono 1: 922318032 - Teléfono 2: - Correo electrónico: ggarcia@ull.es - Correo alternativo: - Web: http://www.campusvirtual.ull.es/						
Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	17:00	20:00	Sección de Química - AN.3F	19
Todo el cuatrimestre		Jueves	17:00	20:00	Sección de Química - AN.3F	19
<p>Observaciones: UD Química Física. El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a través del aula virtual de la asignatura. Por otra parte, el alumnado puede acudir fuera del mismo o concretar tutorías no presenciales que se desarrollarán por videollamada a través de Google Meet o similar. En ambos casos debe acordar por email fecha y hora para la tutoría con el profesor.</p>						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	17:00	20:00	Sección de Química - AN.3F	19

Todo el cuatrimestre		Jueves	17:00	20:00	Sección de Química - AN.3F	19
<p>Observaciones: UD Química Física. El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a través del aula virtual de la asignatura. Por otra parte, el alumnado puede acudir fuera del mismo o concretar tutorías no presenciales que se desarrollarán por videollamada a través de Google Meet o similar. En ambos casos debe acordar por email fecha y hora para la tutoría con el profesor.</p>						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **General**
 Perfil profesional:

5. Competencias

General

CG01 - Tener habilidad en el empleo de las principales fuentes de información y documentación, incluyendo el manejo de bases de datos e internet

Básica

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Específica

CE01 - Aplicar las técnicas instrumentales más adecuadas para la identificación, cuantificación, separación, caracterización y determinación estructural

CE13 - Aplicar los conocimientos de la Electroquímica a la solución de problemas energéticos, medioambientales y la degradación de materiales.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Tema 1. INTRODUCCIÓN A LA ELECTROQUÍMICA. Termodinámica y cinética electroquímica. Región interfacial: doble capa y adsorción. Potencial de electrodo. Instrumentación electroquímica.

Tema 2. TRANSPORTE Y TRANSFERENCIA DE CARGA. Transferencia de masa. Migración y difusión iónica.

Transferencia electrónica. Reversibilidad y polarización. Condiciones iniciales y límites. Solución general de procesos controlados por difusión plana.

Tema 3. MÉTODOS GALVANOSTÁTICO y POTENCIOSTÁTICO. Aplicación de las curvas corriente-potencial. Solución para $i = \text{cte}$. Solución para $E = \text{cte}$. Expresión y análisis de la curva cronoamperométrica. Expresión y análisis de la curva cronopotenciométrica. Aplicaciones analíticas

Tema 4. MÉTODOS POTENCIODINÁMICOS. Voltametría lineal y cíclica. Fenómenos de polarización y reversibilidad. Ecuación de Butler-Volmer y su análisis. Voltametría de pulsos. Voltametría en microelectrodos y materiales policristalinos.

Tema 5. PROCESOS ELECTROQUÍMICOS COMPLEJOS. Reacción electroquímica con química acoplada. Capas electroactivas y electrodos modificados.

Tema 6. TÉCNICAS DE CORRIENTE ALTERNA. Espectroscopía de impedancia electroquímica. Circuitos equivalentes. Análisis de Mott-Schottky.

TEMA 7. TÉCNICAS ACOPLADAS. Reacciones acopladas y espectroelectroquímica. Técnicas de sondas de barrido electroquímico. Fotoelectroquímica y quimiluminiscencia.

Seminario 1: Estudio de aplicación de técnicas galvanostáticas y potencioestáticas.

Seminario 2: Estudio y simulación de métodos potenciodinámicos en función de los parámetros experimentales y la geometría del electrodo.

Seminario 3: Análisis de trabajos determinando procesos electroquímicos complejos y superficies modificadas.

Seminario 4: Dinámica en la resolución e interpretación de resultados de corriente alterna.

Práctica 1: Introducción al uso de un potencioestato, voltametría cíclica y concepto de reversibilidad electroquímica. HER y OER.

Práctica 2: Aplicación de métodos amperométricos para la determinación de mecanismos de reacción y análisis.

Práctica 3: Aplicación de la espectroscopía de impedancia electroquímica.

Seminarios de prácticas: análisis y tratamiento de datos y extracción de conclusiones

Actividades a desarrollar en otro idioma

Estará en inglés el material usado en clases teóricas, seminarios, tutorías y prácticas en laboratorio y en aula de informática, incluyendo toda la bibliografía, material suplementario para el estudio de casos (artículos científicos) y manuales de los equipos usados en prácticas.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado

Aplica el Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado (MECA - ULL)
Aula invertida - Flipped Classroom

Descripción

- **Clases magistrales.** Se orientan a explicar los aspectos básicos del temario con la finalidad de profundizar en la comprensión y aplicación de los procedimientos específicos de la asignatura, previamente suministrados a modo de clase invertida. En la explicaciones se hará uso de los medios audiovisuales disponibles, principalmente el cañón de proyección, material impreso, etc.
- **Resolución de problemas:** Permitirán ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos; para ello, el profesor propondrá y resolverá problemas y ejercicios representativos con el uso de programas comerciales.
- **Prácticas en el laboratorio.** Incluyen seminarios de introducción a las aplicaciones de las técnicas a emplear, así como la realización de las prácticas con el seguimiento y apoyo del profesorado. En las prácticas se aprenderá el manejo del conjunto instrumental potencióstato-galvanostato-ordenador, incluyendo el empleo de programas comercial para realizar simulaciones y tratamiento de datos. Se analizarán los resultados obtenidos y se presentará un informe detallado.
- **Seminarios y tutorías.** Serán actividades monográficas supervisadas con participación compartida (profesores y estudiantes). La finalidad es construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes, analizando el uso de los métodos electroquímicos para problemas aplicados en la literatura científica. Se trabajará y discutirá con el alumnado sobre diferentes aspectos: planteamiento y resolución de casos, resolución de problemas por parte del alumnado, puestas en común sobre un tema y su profundización.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	14,00	0,00	14,0	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	10,00	0,00	10,0	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	4,00	0,00	4,0	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]
Asistencia a tutorías	2,00	0,00	2,0	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]
Estudio autónomo	0,00	18,00	18,0	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]

Preparación de seminarios, elaboración de memorias y/o informes de las prácticas realizadas, resolución de ejercicios que le haya entregado el profesor, preparación de debates, preparación de exposición oral, lecturas recomendadas, búsquedas bibliográfica	0,00	27,00	27,0	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]
Total horas	30,00	45,00	75,00	
Total ECTS			3,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

- Bard, Allen J.; Faulkner, Larry R.; "Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications", John Wiley&Sons, 2001.
- Oldham, Keith B.; Myland, Janice C.; "Fundamentals of Electrochemical Science", Academic Press, 1994.
- Pletcher, Derek; "A First Course in Electrode Processes", RSC Publishing, 2009

Bibliografía Complementaria

- Compton, Richard; Banks, Craig E.; "Understanding Voltammetry", World Scientific, 2009.
- Oldham, Keith B.; Myland, Janice C.; Bond, Alan M.; "Electrochemical Science and Technology. Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, 2013.

Otros Recursos

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

1. Evaluación continua

El proceso de aprendizaje de los alumnos en la convocatoria de enero será evaluado mediante evaluación continua, donde se considerará la participación en las diferentes actividades de la asignatura, correcta ejecución de las tareas marcadas, las exposiciones orales de trabajos analizados, la evaluación a través de cuestionarios de seguimiento on line o presenciales de cada uno de los temas vistos en clase así como de la comprensión de los procedimientos que se realizarán en el laboratorio, la actitud y el método de trabajo durante las prácticas, y los informes de las prácticas realizadas. Esta evaluación continua sólo estará disponible en la primera convocatoria del mes de enero, y queda desglosada de la siguiente manera:

- a) Asistencia y participación activa: 5%. Se evalúa la asistencia y la participación en resolución de problemas en el aula, cuestionarios, etc.
- b) Evaluación de trabajos, proyectos y ejercicios: 45%. Se evalúa la entrega puntual de las tareas, el rigor científico y la correcta interpretación.
- c) Participación en clases de laboratorio: 25%. Se evalúa la correcta ejecución de las prácticas y la interpretación de observaciones.
- d) Memorias e informes de prácticas de laboratorio: 25%

Será indispensable obtener al menos un 4 en los apartados b, c y d para superar la asignatura por evaluación continua. En caso contrario no podrá figurar en actas una nota final superior a 4.0.

2. Evaluación única

El alumnado que para la convocatoria de enero opte por evaluación única tendrá que comunicarlo por los medios establecidos **antes de la realización de las prácticas de laboratorio (ver cronograma)**. La evaluación única será de tipo teórico y práctica en la fecha de convocatoria de exámenes, e incluirá una prueba de evaluación escrita de todos los temas desarrollados (70% de la nota final), pudiéndose esta realizar de forma oral si el alumnado lo prefiere; así como la realización de un experimento correspondiente a las prácticas con la correspondiente obtención de datos y resultados (30% de la nota final).

En la convocatoria de junio-julio sólo se podrá optar por evaluación única, si bien el haber superado las prácticas y los informes correspondientes (con, al menos, un 5.0) permitirá omitir la realización de la parte experimental en la convocatoria.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Trabajos y proyectos	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]	SE2 – Evaluación continua: Evaluación de los trabajos, proyectos y ejercicios realizados a propuesta del profesor. Se valorará la presentación; la capacidad de análisis y síntesis; la capacidad de organización y planificación; los resultados, discusión e interpretación de los resultados y el razonamiento crítico.	45,00 %

Informes memorias de prácticas	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]	SE7 - Evaluación de las actividades no presenciales relacionadas con las clases de laboratorio: memorias y/o informes de las prácticas entregados. Se valorará el dominio de los contenidos de la asignatura, la entrega del informe en el plazo establecido, la estructura, originalidad y presentación y la discusión e interpretación de los resultados.	25,00 %
Técnicas de observación	[CB10], [CB07], [CG01]	SE1 – Evaluación continua: Control de asistencia y participación activa en todas las actividades de la asignatura	5,00 %
Evaluación del estudiante en las clases de laboratorio	[CE13], [CE01], [CB10], [CB07], [CG01]	SE5 - Evaluación continua del estudiante en las clases de laboratorio. Se valorará la asistencia participativa, la manipulación del material y equipos, organización del trabajo, la comprensión y empleo del guión de prácticas, la realización de cálculos y el trabajo en equipo.	25,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Conocer los fundamentos teóricos y experimentales de las distintas Metodologías Electroquímicas.
 Manejar con destreza las Técnicas Electroquímicas más utilizadas.
 Analizar e interpretar los resultados obtenidos mediante el uso de programas comerciales.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La fecha en que se realizarán la prueba final contemplada en la evaluación continua de la convocatoria de enero y la evaluación única en las diferentes convocatorias se puede consultar en http://www.ull.es/view/master/mquimica/Calendario_de_examenes/es
 Por último, destacar que la distribución de los temas por semana en el cronograma es orientativa, pudiendo sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
--------	-------	--------------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------

Semana 9:	Tema 1 (2 h) Tema 2 (2 h) Tema 3 (0,5 h)	Clases teóricas e invertidas, con apertura de cuestionarios en el aula virtual para analizar el seguimiento.	4.50	4.50	9.00
Semana 10:	Tema 3 (1,5 h) Tema 4 (0,5 h) Tutoría (1 h) Práctica 1 (1,5 h) y análisis de resultados (0,5 h) Seminario de aplicación de conceptos Tema 3 (1 h)	Clases teóricas, seminario y tutorías. Se le proponen la respuesta puntual a cuestiones, que deben entregar. Resolución autónoma de problemas a discutir en el seminario.	6.00	6.00	12.00
Semana 11:	Tema 4 (2 h) Tema 5 (1,5 h) Práctica 2 (3 h) Seminario de aplicación de conceptos Tema 4 (1 h)	Clases teóricas y seminario. Se le proponen la respuesta puntual a cuestiones vía aula virtual. Resolución autónoma de problemas a discutir en el seminario. Tratamiento autónomo de datos de las prácticas	7.50	7.50	15.00
Semana 12:	Tema 6 (2,5 h) Práctica 2: análisis de resultados (1 h) Seminario de aplicación de conceptos del Tema 5 (1 h) Práctica 3 (3 h)	Se le proponen la respuesta puntual a cuestiones vía aula virtual. Representación y resolución autónoma e interpretación de los resultados obtenidos en prácticas. Tratamiento autónomo de datos de las prácticas	7.50	7.50	15.00
Semana 13:		Preparación autónoma de trabajos e informes	0.00	7.50	7.50
Semana 14:	Tema 7 (1,5 h) Seminario de aplicación de conceptos del Tema 6 (1 h) Práctica 3: análisis de resultados (1 h) Tutoría (1 h)	Clases teóricas y seminario. Se le proponen la respuesta puntual a cuestiones vía aula virtual. Resolución autónoma de problemas a discutir en el seminario. Tratamiento autónomo de datos de las prácticas	4.50	6.00	10.50
Semana 15:		Entrega de todas las actividades.	0.00	6.00	6.00
Total			30.00	45.00	75.00