

Guía docente de la asignatura

Química Analítica Instrumental

Fecha última actualización: 21/06/2021

Fecha de aprobación: 21/06/2021

Grado	Grado en Ingeniería Química	Rama	Ingeniería y Arquitectura				
Módulo	Módulo: Complementos de Formación	Materia	Química Analítica Instrumental				
Curso	3º	Semestre	2º	Créditos	6	Tipo	Optativa

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

- Es conveniente tener adquiridas las competencias propias de la asignatura QUÍMICA ANALÍTICA (1er curso).
- Además, sería recomendable tener conocimientos sobre la composición de diferentes productos industriales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Metodología analítica. Clasificación de los métodos instrumentales de análisis. Métodos ópticos. Métodos electroquímicos. Métodos separativos: cromatografía.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA**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.
- CG06 - Capacidad de organizar y planificar
- CG07 - Capacidad de gestión de la información
- CG08 - Trabajo en equipo
- CG10 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

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.

- CE23 - Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Como consecuencia del desarrollo de la asignatura, los estudiantes deben haber aprendido a:

- Conocer los parámetros para seleccionar de un método instrumental en base al problema.
- Clasificar las técnicas instrumentales analíticas y los componentes básicos de los instrumentos.
- Conocer los fundamentos y tipos de técnicas ópticas, tipos de espectros y clasificación de las técnicas espectroscópicas.
- Conocer los tipos de componentes instrumentales en espectrofotometría de absorción molecular (EAM), las leyes de absorción e identificar las desviaciones y limitaciones, la metodología y aplicaciones en EAM.
- Conocer los fundamentos de la obtención de las señales luminiscentes y distinguir entre las distintas técnicas luminiscentes, con énfasis en la fluorescencia y su metodología y los tipos de sustancias que pueden identificarse por esta técnica.
- Comprender las diferentes técnicas de espectroscopia de emisión atómica (EEA) y los mecanismos previos a la obtención de la señal analítica en EEA con llama y plasma.
- Conocer los fundamentos de la espectroscopia de absorción atómica (EAA), las diferentes técnicas de EAA y los componentes instrumentales, así como las estrategias metodológicas.
- Comprender los procesos que tienen lugar en las reacciones electroquímicas, los diversos sistemas electroquímicos y la clasificación de las técnicas electroquímicas.
- Conocer el fundamento de la potenciometría y de los electrodos selectivos de iones, la metodología potenciométrica y su utilidad.
- Conocer los principios básicos de la voltamperometría y las aplicaciones de las técnicas electroquímicas al empleo de sensores.
- Clasificar y seleccionar los distintos tipos de técnicas de separación y las técnicas cromatográficas.
- Conocer los procesos de separación cromatográficos en columna, determinar los parámetros de separación y evaluar la calidad de una separación cromatográfica.
- Conocer las características fundamentales de la cromatografía de gases (CG) y los componentes de un equipo de CG
- Identificar los diferentes mecanismos de separación, según la fase estacionaria, en cromatografía de líquidos (CL)
- Conocer el funcionamiento de los componentes de un equipo de cromatografía líquida de alta resolución (CLAR) y las analogías y diferencias entre los diversos tipos.
- Comprender el fundamento de la electroforesis capilar (EC), sus modos de separación y los parámetros que permiten controlar el proceso.
- Resolver problemas numéricos relacionados con las técnicas instrumentales e interpretar y tratar los resultados experimentales en el laboratorio.

No se consideran explícitamente resultados de enseñanza sobre las competencias generales, no obstante, todas ellas aparecen también de forma implícita en los resultados de aprendizaje indicados.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS



TEÓRICO

A desarrollar durante las sesiones de mañana.

- TEMA 1: PROCESO ANALÍTICO Y METROLOGÍA (5 h)

El problema analítico. Análisis químico y proceso analítico. Información analítica y métodos: calidad metrológica y analítica. Validación de procesos analíticos: sistemas de referencia.

- TEMA 2: EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO (5 h)

Infraestructura para la calidad industrial. El laboratorio de ensayo: tipos. Sistemas de gestión de la calidad de laboratorios. Documentación. Reconocimiento de laboratorios: ámbito obligatorio (legislación) y ámbito voluntario.

- TEMA 3: INSTRUMENTACIÓN ANALÍTICA (5 h)

Equipos e Instrumentos. Gestión de equipos: operaciones. Calibración: definiciones y tipos. Calibración metrológica: corrección e incertidumbre. Trazabilidad en las calibraciones. Conformidad de equipos calibrados. Verificación de equipos.

- TEMA 4: MEDIDAS ANALÍTICAS (4 h)

Magnitudes analíticas, señales y datos analíticos. Calibración analítica: funciones de calibración. Cuantificación analítica: patrones y materiales de referencia. Técnicas y tecnologías analíticas: terminología. Técnicas analíticas para la medida: clasificación. Técnicas analíticas y etapas del proceso analítico.

- TEMA 5: INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE PRODUCTOS INDUSTRIALES (4 h)

Productos de la industria química. Caracterización de materiales: ensayos y análisis químico. Preparación de la muestra para el análisis. Caracterización del color. Determinación de colorantes y pigmentos. Determinación del contenido en agua y materias volátiles.

Técnicas analíticas: espectrofotometría UV-vis, gravimetrías.

Productos industriales: pinturas, detergentes.

- TEMA 6: DETERMINACIONES DE ESPECIES INORGÁNICAS. ANÁLISIS ELEMENTAL (5 h)

Elementos metálicos y no metálicos: peculiaridades para el análisis. Tratamiento de muestra. Análisis elemental. Caracterización de fertilizantes. Otras aplicaciones.

Técnicas analíticas: valoraciones volumétricas, espectrofotometrías de emisión y absorción atómicas (AES, AAS), espectrometría de fluorescencia de rayos X (XFS), cromatografía iónica.

Productos industriales: fertilizantes (abonos), cementos y hormigones, metales y aleaciones

- TEMA 7: DETERMINACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (4 h)

Gases y compuestos volátiles. Tratamiento de muestra: separaciones, formación de derivados volátiles. Control de gases industriales. Análisis de disolventes. Caracterización de agrocarburos. Otras aplicaciones.



Técnicas analíticas: extracción, cromatografía de gases (GC), espectrometría de masas (MS).

Productos industriales: gases industriales, disolventes, esencias, biocombustibles, combustibles derivados del petróleo

- TEMA 8: DETERMINACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS DE BAJO PESO MOLECULAR (4 h)

Polaridad y solubilidad de los compuestos orgánicos. Tratamiento de muestra: separaciones. Caracterización de detergentes. Otras aplicaciones.

Técnicas analíticas: cromatografía de líquidos en columna (LC), espectrometría de fluorescencia molecular.

Productos industriales: detergentes y jabones, pinturas y materiales de recubrimiento.

- TEMA 9: DETERMINACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS DE ALTO PESO MOLECULAR (4 h)

Materiales poliméricos: tipos y composición química. Determinación del peso molecular. Técnicas de caracterización. Determinación de componentes: monómeros y aditivos.

Técnicas analíticas: cromatografía estérica de líquidos, espectrometría en el infrarrojo (IR), análisis térmico.

Productos industriales: plásticos, textiles.

PRÁCTICO

- Seminarios (2 h)

Esta actividad se realiza de forma paralela al desarrollo de los contenidos especificados en el temario teórico, se propondrán temas de trabajo y debate sobre aspectos como: responsabilidad social, legislación REACH, calibración, metales preciosos, materiales de recubrimiento, lubricantes, limpieza en seco, adhesivos, etc.

Los estudiantes, organizados en Grupos de Trabajo, prepararan una pequeña exposición (5 min) que servirá de punto de partida para el debate posterior.

- Prácticas de Laboratorio (15 h)

A desarrollar en sesiones de tarde

- PRÁCTICA 1. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BÁSICOS DE LABORATORIO (7 h)

Elaboración de un procedimiento normalizado y realización de la calibración/verificación de equipos básicos como balanzas, material volumétrico, termómetros, cámaras isoterma, pHmetros, refractómetros, conductímetros, etc., incluyendo la evaluación de la conformidad.

- PRÁCTICAS 2 y 3. ANÁLISIS DE PRODUCTOS INDUSTRIALES (8 h)

Desarrollo de un proceso analítico completo, aplicando preferentemente técnicas de espectrometría atómica (AAS) o técnicas cromatográficas (GC o HPLC) para la determinación de



un constituyente (o grupos de constituyentes) de un producto industrial propio de la industria química.

- Visitas (2 h)

Laboratorios del Centro de Instrumentación Científica (Universidad de Granada), o de una empresa química de los alrededores dotada de un laboratorio para el control y análisis de productos industriales (2 h).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Cuadros Rodríguez, L.; Gámiz Gracia, L.; Carrasco Pancorbo, A.; Ruiz Samblás, C. GLOSARIO TÉRMINOS ANALÍTICOS, Graseqa, 2013.
- Rouessac, F.; Rouessac, A. ANÁLISIS QUÍMICO. MÉTODOS Y TÉCNICAS INSTRUMENTALES MODERNAS. McGraw-Hill, 2003.
- Valcárcel, M. PRINCIPIOS DE QUÍMICA ANALÍTICA. Springer, 1999.
- Weitzel, M.L.J.; Johnson W.M.; Weitzel, J. APPLICATION OF ISO IEC 17025 TECHNICAL REQUIREMENTS IN INDUSTRIAL LABORATORIES: METHOD VALIDATION. Friesen Press, 2013.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Christian, G.D. QUÍMICA ANALÍTICA, 6ª ed. McGraw-Hill, 2009.
- Harvey, D. ANALYTICAL CHEMISTRY 2.0 (electronic version), 2010. Descargable en: http://www.asdlib.org/onlineArticles/ecourseware/Analytical_Chemistry_2.0/Welcome.html
- Ham, B.M., MAHAM, A. ANALYTICAL CHEMISTRY: A CHEMIST AND LABORATORY TECHNICIAN'S TOLKIT. Wiley, 2016.
- Kenkel, J. ANALYTICAL CHEMISTRY FOR TECHNICIANS, 4th ed. CRC Press, 2014.
- Petrozzi, S. PRACTICAL INSTRUMENTAL ANALYSIS: METHODS, QUALITY ASSURANCE AND LABORATORY MANAGEMENT. Wiley-VCH, 2013.
- [sin autores]. ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY, 7th ed. Wiley-VCH, 2007.

NORMAS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS:

- Normas UNE (AENOR) y ASTM sobre caracterización, ensayos y análisis de diferentes productos industriales. Accesible a través la web de la biblioteca de la UGR: http://biblioteca.ugr.es/pages/biblioteca_electronica

ENLACES RECOMENDADOS

Avomeen Analytical Services: <http://www.avomeen.com/industries>

Chemical Analysis (Industrial Analysis): <http://www.chemicalanalysis.com/industrial/>

Chemir-Evans Analytical Groups: <http://www.chemir.com/>



Evans Analytical Group (EAG): <http://www.eaglabs.com/mc/>

Exova (Chemical Analysis):

<http://www.exova.com/industry-sectors/metallurgy-a-general-engineering/services/metals-chemical-analysis>

Intertek Group (Chemicals): <http://www.intertek.com/chemicals/>

Materials Evaluation and Engineering: <http://mee-inc.com/index.html>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos o visitas a industrias
- MD03 Prácticas de laboratorio o de campo
- MD05 Realización de trabajos o informes de prácticas

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación tratará de valorar los resultados del aprendizaje, y será diseñada de modo que incida en el rendimiento total del estudiante y no sólo el resultado de un examen. Tendrá un objetivo formativo y, por tanto, no se centrará en el conocimiento del estudiante como referencia dominante, sino que incluirá una valoración centrada en las capacidades, habilidades y destrezas relacionados con el trabajo y con los objetivos y resultados del aprendizaje definidos.

Según lo estipulado en la **NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA** (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013), y en los términos que en dicha guía se recogen, los estudiantes podrán acogerse a: (I) un sistema de Evaluación Continua; o (II) un sistema de Evaluación Única Final.

La evaluación continua supone una estrategia de evaluación global basada en cinco pilares:

1. Aptitud, asistencia y disposición en las sesiones presenciales
2. Progreso en el conocimiento adquirido y constatación de su dominio
3. Inquietud y madurez en el trabajo autónomo demostrado en la calidad técnica y científica de los informes escritos presentados
4. Implicación e interés manifestados en las consultas (tutorías)
5. Responsabilidad y compromiso en el trabajo en grupo

- Criterios de evaluación y Porcentajes a aplicar:

Se aplicará una estrategia de evaluación sumativa, donde algunas de las componentes a sumar serán obtenidas mediante evaluación "durante" (continua), mientras que otras son el resultado de una evaluación "ex-post". Por tanto, la calificación global será el resultado de la suma ponderada de las calificaciones obtenidas en los diferentes apartados según el siguiente criterio:



1. Actitud del estudiante y grado de implicación en el trabajo en todas las actividades formativas. (20% de la calificación final).
2. Destrezas y habilidades durante las sesiones prácticas de laboratorio. Capacidad demostrada para el análisis e interpretación de datos experimentales, poniendo de manifiesto el sentido crítico y la toma de decisiones. (25% de la calificación final). NOTA: La aplicación de este criterio requiere que el estudiante haya cumplido al menos el 75% de la presencialidad de las sesiones de prácticas, es decir, que haya asistido de forma presencial al menos durante 11,5 horas).
3. Nivel de comprensión como de expresión oral y escrita de los conocimientos adquiridos. Capacidad demostrada para el análisis e interpretación de supuestos, poniendo de manifiesto el conocimiento de las claves teóricas y aplicadas de la Química Analítica. (55% de la calificación final).

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o superior al 50% de la calificación global máxima aplicando los criterios que se han especificado. La superación no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de la materia. Para ello, la calificación obtenida en cada una de las partes deberá alcanzar al menos el 35% de la calificación máxima posible.

Los estudiantes que no realicen la prueba de conocimientos obtendrán la calificación de NO PRESENTADO.

NOTA: A lo largo del curso, los estudiantes que voluntariamente lo soliciten al profesor, podrán elaborar un informe técnico sobre un tema previamente pactado. Dicho informe será tutorizado por el profesor y deberá reunir aspectos relacionados con los tres apartados A, B y C anteriormente descritos, y tendrá que ser entregado con antelación a la realización de la prueba de conocimientos. El informe será calificado de 0-10, y esta calificación, dividida por 10, se añadirá a la calificación global previamente obtenida de modo ésta pueda ser mejorada sin perjuicio para aquellos estudiantes que no hayan optado por su realización.

- Instrumentos de evaluación:

La evaluación de los resultados del aprendizaje se llevará a cabo de forma continuada a lo largo del periodo académico. Con este fin, se podrán aplicar los siguientes instrumentos:

1. Valoración (escala de 0-5) de la participación de cada estudiante en las sesiones presenciales de los grupos docente y de trabajo, mediante la observación. (Apartado A P Competencias CG-02; CG-03; CB-02, CB-04, CE-A1).
2. Valoración del contenido de los materiales elaborados por el estudiante en el trabajo en grupo y/o individual utilizando listas de cotejo entre tareas encargadas y tareas realizadas. (Apartado A : Competencias CG-02; CG-03; CG-06; CG-07; CG-08; CB-02, CB-03; CB-04, CE-A1; CE-A2).
3. Valoración (escala de 0-5) de las destrezas y habilidades durante las sesiones de laboratorio del grupo de trabajo mediante la observación y el planteamiento de cuestiones. (Apartado B : Competencias CG-02; CG-03; CG-06, CG-08, CE-A1, CE-A2).
4. Valoración (escala de 0-10) de los informes escritos presentados donde el estudiante describe de forma crítica su opinión fundamentada sobre el tema o supuesto que se les propone. Se valorará el grado de madurez, la redacción y las opiniones personales y propuestas de mejora descritas. (Apartado C : Competencias CG-02; CG-03; CG-0; CG-07, CG-08, CB-03; CE-A1).
5. Valoración (escala de 0-10) de las respuestas en un examen escrito constituido por una serie (entre 05-10) de preguntas cortas y concretas. (Apartado D : Competencias CCG-02; CG-03; CE-04; CE-23; CE-A1; CE-A2).
6. Valoración (escala de 0-10) en el desarrollo de al menos 2 temas genéricos propuestos en



un examen escrito. (Apartado D : Competencias CCG-02; CG-03; CE-04; CE-23; CE-A1; CE-A2).

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

En convocatorias extraordinarias se seguirá la misma metodología, y se aplicaran los mismos criterios descritos para la evaluación final única (ver siguiente sección).

No obstante, los estudiantes que hayan seguido la evaluación continua, y hayan realizado las prácticas en el mismo curso, podrán decidir entre conservar la calificación obtenida o realizar la prueba de conocimientos prácticos a la que se alude en el apartado de evaluación final única. Para ello, al inicio del curso entregarán al profesor responsable de la asignatura un escrito debidamente firmado en el que explícitamente conste la aceptación de la calificación previamente obtenida, y por tanto renuncien, si es el caso, a poder obtener la máxima calificación en esta convocatoria.

Los estudiantes que no realicen la prueba de conocimientos obtendrán la calificación de NO PRESENTADO.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La evaluación única final implica que los estudiantes deberán demostrar, al final de curso, el grado de adquisición de todas las competencias propias de la asignatura, incluyendo tanto el nivel de los conocimientos y la expresión oral y escrita como las destrezas instrumentales adquiridas, con excepción de la competencia CTP1 sobre "Trabajo en equipo".

La evaluación se realizará en dos sesiones:

1. Prueba de conocimientos teóricos. La prueba, a realizar por escrito, constará de dos partes: (A) respuesta a una serie de cuestiones cortas y resolución de ejercicios numéricos; y (B) desarrollo de temas amplios. (80% de la calificación final).
2. Prueba de conocimientos prácticos basada en la realización una actividad práctica. Será condición indispensable para realizar esta segunda sesión haber sido evaluado positivamente en la prueba anterior (calificación ≥ 5.0). (20% de la calificación final).

La calificación final será el resultado de la suma ponderada de las calificaciones obtenidas en las diferentes sesiones.

Los estudiantes que no realicen la prueba de conocimientos obtendrán la calificación de NO PRESENTADO.

Se recomiendan a los estudiantes que se acojan a esta modalidad que al inicio del periodo de docencia contacten con el profesor para pactar un programa de seguimiento que, en todo caso, será voluntario por parte de dichos estudiantes.

NOTA: A lo largo del curso, los estudiantes que voluntariamente lo soliciten al profesor, podrán elaborar un informe técnico sobre un tema previamente pactado. Dicho informe será tutorizado por el profesor y deberá reunir aspectos relacionados con los tres apartados A, B y C anteriormente descritos, y tendrá que ser entregado con antelación a la realización de la prueba de conocimientos. El informe será calificado de 0-10, y esta calificación, dividida por 10, se añadirá a la calificación global previamente obtenida de modo ésta pueda ser mejorada sin perjuicio para aquellos estudiantes que no hayan optado por su realización.





INFORMACIÓN ADICIONAL

- Página web oficial del Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Granada:
<http://grados.ugr.es/iquimica/>
- Página web Departamento de Química Analítica de la Universidad de Granada:
<http://www.ugr.es/~qanaliti/>

