

Guía docente de la asignatura

Química Analítica IV (2911135)

Fecha de aprobación: 21/06/2024

Grado	Grado en Química	Rama	Ciencias				
Módulo	Química Analítica	Materia	Química Analítica				
Curso	3 ^o	Semestre	2 ^o	Créditos	6	Tipo	Obligatoria

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se recomienda tener cursadas y aprobadas las asignaturas Química General III, Química Analítica I, Química Analítica II y Química Analítica III.

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

Introducción a la cromatografía. Metodología. Cromatografía de gases. Cromatografía de líquidos. Electroforesis capilar. Acoplamiento de técnicas. Introducción a la automatización. Espectrometría de masas. Aplicaciones analíticas.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA**COMPETENCIAS GENERALES**

- CG01 - El alumno deberá adquirir la capacidad de analizar y sintetizar
- CG02 - El alumno deberá adquirir la capacidad de organizar y planificar
- CG03 - El alumno deberá adquirir la capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en la lengua oficial del Grado
- CG05 - El alumno deberá adquirir la capacidad de gestionar datos y generar información / conocimiento
- CG08 - El alumno deberá adquirir la capacidad de trabajar en equipo
- CG09 - El alumno deberá adquirir la capacidad de razonar críticamente

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE05 - El alumno deberá saber o conocer los principios y procedimientos empleados en el análisis químico, para la determinación, identificación y caracterización de compuestos químicos
- CE12 - El alumno deberá saber o conocer la interacción radiación-materia. Los principios de espectroscopia. Las principales técnicas de investigación estructural



- CE20 - El alumno deberá saber o conocer los fundamentos ,metodología y aplicaciones de las técnicas instrumentales
- CE21 - El alumno deberá saber o conocer la Metrología de los procesos químicos incluyendo la gestión de calidad
- CE22 - El alumno deberá saber o conocer los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionados con todas las áreas de la Química
- CE25 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de evaluar e interpretar datos e información Química
- CE28 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de utilizar buenas prácticas de laboratorio químico
- CE30 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de utilizar razonadamente las herramientas matemáticas e informáticas para trabajar con datos químicos
- CE31 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de manipular con seguridad materiales químicos, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, incluyendo cualquier peligro específico asociado con su uso
- CE33 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de realizar procedimientos estándares de laboratorios implicados en trabajos analíticos y sintéticos, en relación con sistemas orgánicos e inorgánicos.
- CE34 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de observar, seguir y medir propiedades, eventos o cambios químicos.
- CE35 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que la sustentan
- CE41 - El alumno deberá saber hacer o tener la capacidad de aplicar correctamente las principales técnicas instrumentales empleadas en química.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Los resultados del aprendizaje aquí relacionados están diseñados en conexión con las competencias específicas de la materia y abarcan todas y cada una de ellas.

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

- Entender la importancia de la automatización en Química Analítica.
- Comprender los fundamentos y saber aplicar las técnicas analíticas cromatográficas y no cromatográficas de separación de sustancias químicas.
- Caracterizar y saber aplicar los métodos cuantitativos de análisis de sustancias químicas.
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Química Analítica.
- Comprender y utilizar la información bibliográfica y técnica referida a los procesos químicos analíticos.
- Conocer las principales técnicas separativas en Química Analítica, características y aplicabilidad (Conectado con la competencia CE5).
- Abordar y planificar la resolución de problemas relacionados con el control analítico de sustancias químicas que impliquen la utilización de técnicas separativas (Conectado con la competencia: CE25).

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1. Técnicas de separación continuas.



Concepto de mezcla. Introducción a las técnicas de separación discontinuas y continuas. Separaciones cromatográficas: Criterios de clasificación e introducción a las técnicas cromatográficas. Separaciones electroforéticas: Electroforesis convencional e introducción a la electroforesis capilar.

Tema 2. Cromatografía de gases.

Introducción. Fundamentos. Tipos de cromatografía de gases. Campos de aplicación. Derivatización. Parámetros cromatográficos. Ensanchamiento de banda. Gas portador. Sistemas de control de presión. Técnicas de muestreo. Automuestreadores. Purga y trampa. Desorción térmica. Espacio en cabeza. Microextracción en fase sólida. Inyección de muestras. Sistemas con y sin división de flujo. Columnas. Control de temperatura. Detectores en cromatografía de gases.

Tema 3. Cromatografía de líquidos.

Introducción y comparación con GC. Parámetros cromatográficos. Ensanchamiento de banda. Fases móviles y tipos de elución. Fuerza de los disolventes. Series eluotrópicas. Monogramas. Preparación de fase móvil. Desgasificación. Sistemas de bombeo e inyección. Sistemas binario, ternario y cuaternario. Automuestreadores. Naturaleza química de la fase estacionaria. Tipos de fases estacionarias. Modos de trabajo en cromatografía de líquidos: fase normal, fase reversa y cromatografía iónica. Detectores en cromatografía de líquidos.

Tema 4. Electroforesis capilar.

Fundamentos. Componentes básicos. Metodologías y modos de trabajo. Detectores. Tipos de interfases. Ventajas e inconvenientes. Aplicaciones de electroforesis capilar.

Tema 5. Espectrometría de masas.

Introducción a la espectrometría de masas. Resolución, masa exacta y distribución isotópica. Componentes básicos de un espectrómetro de masas. Sistemas de introducción de muestra. Acoplamiento GC-MS. Acoplamiento LC-MS. Fuentes de ionización. Analizadores. Detectores. Modos de trabajo y características de los datos. Aplicaciones de la espectrometría de masas acoplada a cromatografía de gases, cromatografía de líquidos y electroforesis capilar.

PRÁCTICO

Visitas

- **Visita 1.** Visita a la Unidad LC/GC-MS del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada ubicado en el complejo Fuentenueva (0,5 h). (Carácter opcional)

Seminarios

- **Seminario 1.** Automatización en los laboratorios analíticos (2 h).
- **Seminario 2.** Trabajos sobre aplicación de técnicas separativas de alta resolución a problemas reales (2 h).
- **Seminario 3.** Trabajos sobre detectores en cromatografía de gases y en cromatografía de líquidos (2 h).
- **Seminario 4.** Trabajos sobre simulación de separaciones por HPLC (2 h).
- **Seminario 5.** Trabajos sobre fragmentación en espectrometría de masas (2 h).

Prácticas de Laboratorio

- **Práctica 1.** Sesión práctica sobre metodología analítica en cromatografía de gases (3 h)
- **Práctica 2.** Sesión práctica sobre metodología analítica en cromatografía líquida (3 h).
- **Práctica 3.** Sesión práctica sobre metodología analítica en cromatografía iónica (2 h).
- **Práctica 4.** Sesión práctica sobre metodología analítica en cromatografía de gases-espectrometría de masas (2 h).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL



- SKOOG, D.A., et al. "FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA", Thomson, 2005.
- VALCÁRCEL, M. y CÁRDENAS, M.S., "AUTOMATIZACIÓN Y MINIATURIZACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA", Ed. Springer (Barcelona) 2000.
- HURS, W.J., "AUTOMATION IN THE LABORATORY" Ed. VCH Publisher (New York) 1995.
- HOLLER, F.S., SKOOG, D.A. y GROUCH S.R. "PRINCIPLES OF INSTRUMENTAL ANALYSIS", 6ª ed., Thomson, 2007.
- SNYDER, L.R. y KIRKLAND, J.J., "INTRODUCTION TO MODERN LIQUID CHROMATOGRAPHY", 3ª ed., Wiley, 2010.
- CELA, R., LORENZO, R. y CASAIS, M.C., "TÉCNICAS DE SEPARACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA", Ed. Síntesis, 2002
- VALCÁRCEL CASES, M. y GÓMEZ HENS, A., "TÉCNICAS ANALÍTICAS DE SEPARACIÓN", Reverté, 1988
- GROB, R.L. y BARRY, E.F., "MODERN PRACTICE OF GAS CHROMATOGRAPHY", 4ª ed., Wiley Interscience, 2004.
- POOLE, C.F., "THE ESSENCE OF CHROMATOGRAPHY", 1ª ed, Elsevier, 2003.
- SNYDER, L.R., KIRKLAND, J.J. y GLAJCH, J.L., "PRACTICAL HPLC METHOD DEVELOPMENT", 2ª ed, John Wiley, 1997.
- CRUCES BLANCO, C. "ELECTROFORESIS CAPILAR", 1ª ed, Universidad de Almería, 1998.
- SEGURA CARRETERO, A. y FERNANDEZ GUTIÉRREZ, A. "ELECTROFORESIS CAPILAR: APROXIMACIÓN SEGÚN LA TÉCNICA DE DETECCIÓN", 1ª ed, Universidad de Granada, 2005.
- VÍLCHEZ QUERO, J.L. "QUÍMICA ANALÍTICA", 1ª ed, Editorial Fleming, Granada 2023

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- KATZ, E., "QUANTITATIVE ANALYSIS USING CHROMATOGRAPHIC TECHNIQUES", John Wiley & Sons, Gran Bretaña, 1998
- CAZES, J., "HANDBOOK OF AFFINITY CHROMATOGRAPHY", 2ª ed., Taylor and Francis, 2010.
- ESTEBAN, L., "LA ESPECTROMETRÍA DE MASAS EN IMÁGENES", ACK Editores. Madrid, 1993

ENLACES RECOMENDADOS

- <https://openchrom.net/home>
- <http://www.hplcsimulator.org/>
- <http://www.chromatographyonline.com/>
- <http://www.separationsnow.com/view/index.html>
- <http://www.chromacademy.com/>
- <http://ull.chemistry.uakron.edu/chemsep/>
- http://www.waters.com/waters/nav.htm?locale=es_ES&cid=10049068
- http://www.shsu.edu/~chm_tgc/sounds/sound.html
- <http://www.youtube.com/user/AgilentChem>
- <http://www.youtube.com/user/AgilentLife>
- <http://www.youtube.com/watch?v=08YWhLTjlf0&feature=relmfu>
- http://www.youtube.com/watch?v=kz_egMtdnL4&feature=relmfu
- <http://www.multidlc.org/hplcsim/hplcsim.html>

METODOLOGÍA DOCENTE



- MD01 - Lección magistral/expositiva.
- MD02 - Resolución de problemas y estudios de casos prácticos.
- MD03 - Prácticas de laboratorio.
- MD06 - Seminarios.
- MD08 - Realización de trabajos en grupo.
- MD09 - Realización de trabajos individuales.

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

EVALUACIÓN ORDINARIA

Estará basada, preferentemente, en la evaluación continua del estudiante. Constará de los siguientes apartados:

Evaluación de los conocimientos teóricos: Realización de dos pruebas de evaluación para evaluar los conocimientos teóricos tratados durante las lecciones expositivas, durante los seminarios 1 y 5, y durante las 4 prácticas realizadas.

1. **Prueba 1:** tendrá lugar a mitad del cuatrimestre y constará de dos partes. En la primera de ellas se evaluarán los conocimientos teóricos tratados en los temas 1 y 2, y en el seminario 1. Tendrá un peso de un 20% sobre la calificación final. Será necesario obtener una calificación de 5 sobre 10 para superar dicha prueba. En la segunda parte se evaluarán los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de la práctica 1. Tendrá un peso de un 2,5% sobre la calificación final.
2. **Prueba 2:** tendrá lugar en la fecha establecida para la evaluación ordinaria y constará de tres partes. Se pueden presentar dos situaciones:
 - **A)** Se ha superado la prueba 1: En la primera parte se evaluarán los conocimientos teóricos tratados en los temas 3 y 5, y en el seminario 5. Tendrá un peso de un 40% sobre la calificación final. Será necesario obtener una calificación de 5 sobre 10 para superar dicha prueba. En la segunda parte se evaluarán los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de las prácticas 2, 3 y 4. Tendrá un peso de un 7,5% sobre la calificación final. En la última parte se evaluarán los contenidos teóricos recogidos en el apartado de "Preparación de una presentación sobre Electroforesis Capilar". Tendrá un peso de un 5% sobre la calificación final.
 - **B)** No se ha superado la prueba 1: En la primera parte se evaluarán los conocimientos teóricos tratados en los temas 1, 2, 3 y 5, y en los seminarios 1 y 5. Tendrá un peso de un 60% sobre la calificación final. Será necesario obtener una calificación de 5 sobre 10 para superar dicha prueba. En la segunda parte se evaluarán los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de las prácticas 1, 2, 3 y 4. Tendrá un peso de un 10% sobre la calificación final. En la última parte se evaluarán los contenidos teóricos recogidos en el apartado de "Preparación de una presentación sobre Electroforesis Capilar". Tendrá un peso de un 5% sobre la calificación final.

Preparación y exposición oral de los trabajos preparados durante las sesiones de los seminarios 2, 3 y 4: Se valorarán las presentaciones preparadas (formato, originalidad, contenido), exposición y defensa del contenido. Tendrá un peso de un 15% sobre la calificación final.

Preparación de una presentación sobre Electroforesis Capilar y evaluación del contenido teórico: Realización y subida a PRADO de un trabajo sobre electroforesis capilar con un número de diapositivas en torno a 20-30 con los aspectos principales de esta técnica y posterior realización de una prueba mediante cuestionario tipo test para evaluar los conocimientos teóricos tratados en el trabajo sobre Electroforesis Capilar que se realizará en la segunda prueba de evaluación.



Asistencia a clases de teoría: Tendrá un peso de un 10% sobre la calificación final. Se tendrá en cuenta cuando la asistencia a clases de teoría sea igual o superior al 80% de las sesiones. Para que se tengan en cuenta todos los porcentajes, el estudiante debe superar una calificación mínima de 5 sobre 10 en la prueba de evaluación de los contenidos teóricos y tener una asistencia a prácticas del 100% (asistencia obligatoria) y a seminarios igual o superior al 80% de las sesiones establecidas. Se considerará superada la asignatura quien consiga una calificación final igual o superior a 5. La no asistencia al 100% de las prácticas o al 80%, como mínimo, de las sesiones establecidas de seminario supondrá un suspenso. Teniendo en cuenta la **Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la UGR** (http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr112/_doc/examenes/), como la asignatura contempla un examen final que supone el 60% del total de la ponderación de la calificación final de la asignatura, si el estudiante decidiera no realizarlo, figurará en el acta con la anotación de "No presentado".

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Constará de los siguientes apartados:

Evaluación de los conocimientos teóricos: Realización de una prueba de evaluación escrita para evaluar los conocimientos teóricos tratados durante las lecciones expositivas y durante los seminarios 1 y 5. Tendrá un peso de un 70% sobre la calificación final.

Prueba sobre un supuesto práctico tratado en los seminarios 2 y 3: Para ello se realizará un trabajo sobre un supuesto práctico. Se valorará el contenido del trabajo entregado. Tendrá un peso de un 10% sobre la calificación final.

Prueba sobre una simulación de separación cromatográfica (seminario 4): Utilizando el programa de simulación de HPLC se debe llevar a cabo una optimización en la separación de los compuestos de un supuesto práctico. Se valorará la aplicación de los conocimientos teóricos en el ejercicio de simulación. Tendrá un peso de un 5% sobre la calificación final.

Evaluación de las prácticas de laboratorio: Realización de una prueba de evaluación escrita para evaluar los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de las prácticas. Tendrá un peso de un 10% sobre la calificación final.

Prueba sobre Electroforesis Capilar: Realización de una prueba de evaluación escrita para evaluar los conocimientos teóricos tratados en el trabajo sobre Electroforesis Capilar. Tendrá un peso de un 5% sobre la calificación final.

Para que se tengan en cuenta todos los porcentajes, el estudiante debe superar una calificación mínima de 5 sobre 10 en la prueba de evaluación de los contenidos teóricos. Se considerará superada la asignatura quien consiga una calificación final igual o superior a 5.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

De acuerdo con la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la UGR (http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr112/_doc/examenes/), se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Dirección del Departamento, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

Constará de los siguientes apartados:

Evaluación de los conocimientos teóricos: Realización de una prueba de evaluación escrita para



evaluar los conocimientos teóricos tratados durante las lecciones expositivas y durante los seminarios 1 y 5. Tendrá un peso de un 70% sobre la calificación final.

Prueba sobre un supuesto práctico tratado en los seminarios 2 y 3: Para ello se realizará un trabajo sobre un supuesto práctico. Se valorará el contenido del trabajo entregado. Tendrá un peso de un 10% sobre la calificación final.

Prueba sobre una simulación de separación cromatográfica (seminario 4): Utilizando el programa de simulación de HPLC se debe llevar a cabo una optimización en la separación de los compuestos de un supuesto práctico. Se valorará la aplicación de los conocimientos teóricos en el ejercicio de simulación. Tendrá un peso de un 5% sobre la calificación final.

Evaluación de las prácticas de laboratorio: Realización de una prueba de evaluación escrita para evaluar los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de las prácticas. Tendrá un peso de un 10% sobre la calificación final.

Prueba sobre Electroforesis Capilar: Realización de una prueba de evaluación escrita para evaluar los conocimientos teóricos tratados en el trabajo sobre Electroforesis Capilar. Tendrá un peso de un 5% sobre la calificación final.

Para que se tengan en cuenta todos los porcentajes, el estudiante debe superar una calificación mínima de 5 sobre 10 en la prueba de evaluación de los contenidos teóricos. Se considerará superada la asignatura quien consiga una calificación final igual o superior a 5.

INFORMACIÓN ADICIONAL

La fecha de las pruebas de evaluación de la modalidad de evaluación continua y de la modalidad de evaluación única final tanto para la convocatoria ordinaria como para la extraordinaria es la establecida por la Comisión Académica del Grado y puede ser consultada en la página web del grado en Química. (<http://grados.ugr.es/quimica/>).

El estudiante recibirá, al inicio del curso, información sobre las Normas de Seguridad y del correcto desarrollo de las prácticas. El documento estará disponible en la plataforma PRADO de la asignatura. Este documento es de obligada lectura y aplicación durante el desarrollo de las prácticas, el no cumplimiento del mismo por parte del estudiante exime de cualquier responsabilidad al profesor que imparte las prácticas y al departamento donde se desarrollen las mismas.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

