

Fecha de aprobación: 20/06/2022

Guía docente de la asignatura

Química Analítica IV (2911135)

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. Introducción a la automatización en Química Analítica.

El papel actual de la Química Analítica. Introducción a la automatización en laboratorios de análisis químico. Análisis de muestras complejas. Acoplamiento de técnicas analíticas.

Tema 2. Espectrometría de masas.

Componentes básicos de un espectrómetro de masas. Sistemas de introducción de muestra. Fuentes de ionización. Analizadores. Detectores. Modos de trabajo y características de los datos. Interfaces habituales y campo de aplicación. Fragmentación en espectrometría de masas. Espectrometría de masas de alta resolución. Introducción a la interpretación de espectros de masas.

Tema 3. Técnicas de separación continuas.

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 4. 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.

Tema 5. Sistemas de detección en cromatografía de gases.

Detectores en cromatografía de gases. Conductividad térmica. Captura electrónica. Ionización de llama. Fotoionización. Fotométrico de llama. Emisión atómica. Quimioluminiscencia. Acoplamiento GC-MS. Aplicaciones de la cromatografía de gases.

Tema 6. 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.

Tema 7. Modos de trabajo en cromatografía de líquidos.

Cromatografía líquida en fase normal: Mecanismos, disolventes, ventajas e inconvenientes y aplicaciones. Cromatografía líquida en fase inversa: Mecanismos, disolventes, ventajas e inconvenientes y aplicaciones. Cromatografía iónica. Mecanismos, ventajas e inconvenientes y aplicaciones.

Tema 8. Sistemas de detección en cromatografía de líquidos.

Detectores en cromatografía de líquidos. UV-Visible, DAD, fluorescencia, índice de refracción, quimioluminiscencia y dispersión de luz. Acoplamiento LC-MS. Aplicaciones de la cromatografía de líquidos.



Tema 9. Electroforesis capilar.

Fundamentos. Componentes básicos. Metodologías y modos de trabajo. Detectores. Acoplamiento a espectrometría de masas. Tipos de interfases. Ventajas e inconvenientes. Aplicaciones de 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).
- **Visita 2.** Visita a la Unidad LC -MS del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada ubicado en la Facultad de Farmacia (0,5 h).

Seminarios

- **Seminario 1.** Trabajos sobre fragmentación en espectrometría de masas (2 h).
- **Seminario 2.** Trabajos sobre aplicación de técnicas separativas de alta resolución a problemas reales (6 h).
- **Seminario 3.** Trabajos sobre detectores en cromatografía de gases y en cromatografía de líquidos (4 h).
- **Seminario 4.** Trabajos sobre simulación de separaciones por HPLC (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 de gases-espectrometría de masas (2 h)..
- **Práctica 3.** Sesión práctica sobre metodología analítica en cromatografía líquida (3 h).
- **Práctica 4.** Sesión práctica sobre metodología analítica en cromatografía iónica (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 CASAS, 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.

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=o8YWhLTjlf0&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

La evaluación continua consistirá en



- **Pruebas objetivas sobre los contenidos impartidos en las clases presenciales**
 - Descripción: Realización de una prueba de evaluación mediante cuestionarios tipo test para evaluar los conocimientos teóricos tratados durante las lecciones expositivas.
 - Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
 - Porcentaje sobre calificación final: 65%
- **Preparación y exposición de seminarios (Seminario 2 y Seminario 3)**
 - Descripción: Exposición oral en grupo de 2 trabajos preparados durante las sesiones de los seminario 2 y 3.
 - Criterios de evaluación: Se valorarán las presentaciones preparadas (formato, originalidad, contenido), exposición y defensa del contenido.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Preparación de una presentación en el Seminario 4**
 - Descripción: Realización de un trabajo sobre la simulación de separaciones cromatográficas. Las directrices para su realización le serán suministradas al estudiante durante el curso.
 - Criterios de evaluación: Se valorará el contenido de los trabajos incluyendo el cálculo de parámetros cromatográficos
 - Porcentaje sobre calificación final: 5%
- **Pruebas objetivas sobre las prácticas**
 - Descripción: Realización una prueba de evaluación mediante cuestionarios tipo test para evaluar los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de las prácticas.
 - Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Prueba objetiva sobre Electroforesis Capilar**
 - Descripción: Realización de un trabajo sobre electroforesis capilar con un número de diapositivas en torno a 20 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.
 - Criterios de evaluación: Se valorará el contenido de los trabajos y el resultado de la prueba tipo test (respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.)
 - Porcentaje sobre calificación final: 5+5%

Para que se tengan en cuenta todos los porcentajes, el estudiante debe superar una nota mínima de 5 sobre 10 en la nota final de la parte teórica, examen tipo test sobre los contenidos impartidos en las clases presenciales 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 nota final igual o superior a 5.

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/!](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

- **Pruebas objetivas sobre los contenidos impartidos en las clases presenciales**
 - Descripción: Realización de una prueba de evaluación mediante cuestionarios



tipo test para evaluar los conocimientos teóricos tratados durante las lecciones expositivas.

- Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
- Porcentaje sobre calificación final: 65%
- **Prueba objetiva sobre los Seminarios 1 y 2**
 - Descripción: Prueba sobre un supuesto práctico estudiado en los seminarios 1 y 2. Para ello se realizará un trabajo sobre un supuesto práctico.
 - Criterios de evaluación: Se valorará el contenido del trabajo entregado.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Prueba objetiva sobre el Seminario 3**
 - Descripción: Utilizando el programa de simulación de HPLC se debe llevar a cabo una optimización en la separación de los compuestos de un supuesto práctico.
 - Criterios de evaluación: Se valorará la aplicación de los conocimientos teóricos en el ejercicio de simulación.
 - Porcentaje sobre calificación final: 5%
- **Pruebas objetivas sobre las prácticas**
 - Descripción: Realización una prueba de evaluación mediante cuestionarios tipo test para evaluar los conocimientos teórico-prácticos tratados durante la realización de las prácticas.
 - Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Prueba objetiva sobre Electroforesis Capilar**
 - Descripción: Realización de una prueba mediante cuestionario tipo test con una respuesta correcta para evaluar los conocimientos teóricos tratados en el trabajo sobre Electroforesis Capilar.
 - Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%

Para que se tengan en cuenta todos los porcentajes, el estudiante debe superar una nota mínima de 5 sobre 10 en la nota final de la parte teórica, examen tipo test sobre los contenidos impartidos en las clases presenciales. Se considerará superada la asignatura quien consiga una nota 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/!](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.

La evaluación única final, tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria, consistirá en:

- **Prueba objetiva sobre la teoría**



- Descripción: Realización de una prueba mediante un cuestionario tipo test para evaluar los conocimientos teóricos tratados durante las lecciones expositivas.
- Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
- Porcentaje sobre calificación final: 65%
- **Prueba objetiva sobre los Seminarios 2 y 3**
 - Descripción: Prueba sobre un supuesto práctico estudiado en los seminarios 2 y 3. Para ello se realizará un trabajo sobre un supuesto práctico.
 - Criterios de evaluación: Se valorará el contenido del trabajo entregado.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Prueba objetiva sobre el Seminario 4**
 - Descripción: Utilizando el programa de simulación de HPLC se debe llevar a cabo una optimización en la separación de los compuestos de un supuesto práctico.
 - Criterios de evaluación: Se valorará la aplicación de los conocimientos teóricos en el ejercicio de simulación.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Prueba objetiva sobre las prácticas**
 - Descripción: Realización de una prueba mediante un supuesto práctico sobre análisis mediante cromatografía de alta resolución.
 - Criterios de evaluación: Se valorará la aplicación de los conocimientos teóricos en el ejercicio de simulación.
 - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- **Prueba objetiva sobre Electroforesis Capilar**
 - Descripción: Realización de una prueba mediante cuestionario tipo test con una respuesta correcta para evaluar los conocimientos teóricos tratados en el trabajo sobre Electroforesis Capilar.
 - Criterios de evaluación: respuesta correcta, 1 punto; no respondida, 0 puntos; respuesta incorrecta, penalización de 0,25 puntos.
 - Porcentaje sobre calificación final: 5%

Para que se tengan en cuenta todos los porcentajes, el estudiante debe superar una nota mínima de 5 sobre 10 en la nota final de la parte teórica, examen tipo test sobre los contenidos impartidos en las clases presenciales. Se considerará superada la asignatura quien consiga una nota 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/>).

