



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

QUÍMICA ANALÍTICA / ANALITICAL CHEMISTRY

### 1.1. Código / Course number

16355

### 1.2. Materia / Content area

QUÍMICA ANALÍTICA / ANALITICAL CHEMISTRY

### 1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso / Year

2º / 2<sup>nd</sup>.

### 1.6. Semestre / Semester

Anual / Annual

### 1.7. Número de créditos / Credit allotment

12 créditos ECTS / 12 ECTS credits

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Es requisito previo a la matrícula en esta asignatura haber superado la materia *Química*, del módulo de *Formación Básica* del 1º curso del Grado en Química, que comprende las asignaturas de Química General y Experimentación Básica en Química. El alumno debe estar familiarizado con los conceptos adquiridos en la asignatura de Aplicaciones Informáticas en Química. /It is mandatory to have passed Content Area of Chemistry. Students



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

should be familiar with the notions acquired in the course General Computational Tools for Chemists.

### 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia a las clases de teoría es muy recomendable / **Class sessions attendance is highly advisable.**

La asistencia a los seminarios, prácticas de laboratorio y tutorías es obligatoria/ **Attendance to seminars, practices and tutorials is mandatory.**

### 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / **Lecturer(s):** Félix Pariente Alonso (Coordinador de teoría)  
Departamento de Química Analítica y Análisis Instrumental/ **Department of Analytical Chemistry and Instrumental Analysis.**  
Facultad de Ciencias / **Science Faculty**  
Despacho / **Office** Edificio de Ciencias, Módulo 16, Despacho 604  
Teléfono / **Phone:** 914978625  
Correo electrónico/**Email:** [felix.pariante@uam.es](mailto:felix.pariante@uam.es)  
Página web/**Website:**  
Horario de atención al alumnado/**Office hours:**

Docente(s) / **Lecturer(s):** Esperanza Bermejo Benito (Coordinadora de prácticas).  
Departamento de Química Analítica y Análisis Instrumental/ **Department of Analytical Chemistry and Instrumental Analysis.**  
Facultad de Ciencias / **Science Faculty**  
Despacho / **Office** Edificio de Ciencias, Módulo 16, Despacho 611  
Teléfono / **Phone:** 914974943.  
Correo electrónico/**Email:** [esperanza.bermejo@uam.es](mailto:esperanza.bermejo@uam.es)  
Página web/**Website:**  
Horario de atención al alumnado/**Office hours:**

### 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

Esta asignatura de segundo curso, pertenece al módulo de Química Fundamental, y en ella se van a adquirir las bases científicas y técnicas de la Química Analítica.

Con los contenidos teóricos incluidos en esta asignatura se pretende alcanzar los siguientes objetivos formativos:



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

- Reconocer la Química Analítica como ciencia metrológica que desarrolla, optimiza y aplica procesos de medida destinados a obtener información química de calidad.
- Conocer el proceso analítico, los diferentes pasos que lo integran, los estándares y el tratamiento estadístico de los datos experimentales.
- Conocer los métodos cuantitativos de análisis de componentes mayoritarios: gravimetrías y volumetrías.
- Ser capaz de elegir las condiciones adecuadas para realizar cualquier tipo de valoración.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas de análisis químico.
- Ser capaz de deducir las curvas de valoración, elegir el indicador y calcular el error.
- Saber los fundamentos y ser capaz de aplicar técnicas analíticas de separación no cromatográficas de sustancias químicas.
- Ser capaz de manipular de manera correcta sustancias químicas y manejar instrumentación analítica estándar.
- Ser capaz de interpretar las observaciones experimentales y las medidas realizadas en el laboratorio de acuerdo a las teorías pertinentes.
- Ser capaz de resolver problemas analíticos cualitativos y cuantitativos.

### **COMPETENCIAS A DESARROLLAR.**

Las competencias que el estudiante debe desarrollar a lo largo de la asignatura, se subdividen en dos: Competencias específicas de la asignatura y competencias genéricas o transversales

#### **Competencias Específicas.**

- Dominar los conocimientos básicos de la Química Analítica y ser capaz de aplicarlos al análisis de manera crítica y deductiva.
- Conocer los principios y procedimientos empleados en el análisis químico para la identificación, determinación y caracterización de compuestos químicos.
- Conocer la importancia de la Química Analítica y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica.
- Demostrar habilidades para la realización de procedimientos químicos documentados de análisis, así como la redacción y presentación de informes del trabajo realizado.
- Estar capacitado para interpretar los hechos experimentales relacionándolos con la teoría adecuada.



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

- Conocer y respetar las normas de Seguridad e Higiene en los laboratorios químicos.
- Demostrar habilidades para el uso adecuado de la instrumentación analítica estándar.
- Demostrar habilidades para realizar cálculos numéricos e interpretar datos experimentales.

#### **Competencias Genéricas (Transversales)**

- Demostrar capacidad de aprendizaje autónomo para el desarrollo de su vida profesional.
- Demostrar capacidad de observación, análisis y síntesis.
- Desarrollar capacidad de crítica y autocrítica.

## **1.12. Contenidos del programa / Course contents**

### **PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS**

#### **Bloque I. El proceso analítico. Propiedades analíticas.**

##### **Tema 1. Concepto de Química Analítica.**

Concepto y finalidad de la Química Analítica. El proceso analítico: concepto y etapas principales. Propiedades analíticas. Técnica y método. Clasificación de las técnicas analíticas. Concepto de validación de métodos.

##### **Tema 2. Evaluación de los datos analíticos.**

Caracterización de las medidas y los resultados. Tipos y fuentes de error. Incertidumbre de las medidas experimentales. Propagación de incertidumbres. Límites de confianza. Cifras significativas: concepto, criterios de utilización. Criterios de rechazo de datos. Comparación de medidas.

##### **Tema 3. Toma y tratamiento de muestra.**

Concepto de toma de muestra. Obtención de muestras representativas: estrategias de muestreo, errores de muestreo. Conservación de la muestra. Preparación de la muestra: operaciones mecánicas y tratamientos físicos. Tratamiento de la muestra.

#### **Bloque II. Química de las disoluciones acuosas.**

##### **Tema 4. Interacciones entre diferentes especies presentes en el medio acuoso.**

Estudio de los equilibrios en disolución mediante diagramas logarítmicos de concentración. Aplicación a diferentes tipos de sistemas: ácido-base; formación de complejos; precipitación y oxidación reducción. Criterios de cuantitatividad y de inhibición de reacciones químicas. Propiedades ácido-base de los iones metálicos en medio acuoso.



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

### **Tema 5. Interacciones en equilibrios de oxidación reducción**

Factores que modifican el potencial redox: pH, formación de complejos y formación de especies sólidas. Diagramas E-pH y E-pX: aplicación en la predicción termodinámica de reacciones (dismutación, estabilización de especies, condiciones de reacción).

### **Tema 6. Constantes condicionales.**

Concepto de constante condicional: reacción principal y reacciones secundarias. Cálculo del coeficiente de reacción secundaria. Constantes condicionales en reacciones de formación de complejos. Producto de solubilidad condicional. Estudios de separación de iones mediante reacciones de precipitación.

## **Bloque III. Técnicas de separación.**

### **Tema 7. Introducción a las técnicas de separación.**

Separación dentro del proceso analítico. Factores de recuperación, separación y enriquecimiento. Clasificación de las técnicas de separación. Separaciones por precipitación. Ejemplos y aplicaciones.

### **Tema 8. Extracción líquido-líquido.**

Fundamentos de la extracción líquido-líquido. Constante y coeficiente de distribución, relación de distribución. Rendimiento de la extracción: extracción simple y múltiple. Factores que afectan al rendimiento de la extracción. Extracción de especies con propiedades ácido-base. Extracción de quelatos metálicos. Metodología y aplicaciones analíticas de la extracción líquido-líquido.

### **Tema 9. Equilibrio de cambio iónico.**

Fundamentos del cambio iónico. Intercambiadores iónicos: naturaleza y tipos. Resinas cambiadoras de iones: tipos y propiedades. Equilibrios de cambio iónico: constante de intercambio y coeficiente de distribución. Selectividad. Técnicas de intercambio iónico: procesos en discontinuo y en continuo. Aplicaciones analíticas.

## **Bloque IV. Análisis Cuantitativo.**

### **Tema 10. Métodos de análisis gravimétrico**

Aspectos generales de las gravimetrías. Tipos de métodos gravimétricos. Gravimetría de precipitación. Propiedades de los reactivos precipitantes. Propiedades de los precipitados. Coprecipitación. Precipitación en fase homogénea. Operaciones en el análisis gravimétrico. Ejemplos y aplicaciones.

### **Tema 11. Métodos de análisis volumétrico.**

Aspectos generales de las volumetrías. Disolución patrón: patrones primarios y secundarios. Punto de equivalencia y punto final de una valoración. Clasificación de las volumetrías. Tipos de valoraciones: directas, consecutivas, conjuntas, indirectas, por retroceso, por desplazamiento. Ejemplos.



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

### **Tema 12. Teoría general de las valoraciones.**

Reacción de valoración. Sistemas con dos, tres, cuatro o más concentraciones variables. Evolución de las concentraciones en el transcurso de la reacción. Curvas de valoración lineales y logarítmicas. Cuantitatividad de la reacción. Indicadores. Indicadores químicos monocolorados y bicolorados. Error de valoración.

### **Tema 13. Valoraciones ácido-base.**

Valoraciones de ácidos y bases fuertes. Valoraciones de ácidos y bases débiles. Valoración de sistemas ácido-base polipróticos. Valoraciones de mezclas de ácidos o bases. Indicadores y errores de valoración. Patrones primarios. Ejemplos y aplicaciones.

### **Tema 14. Valoraciones de formación de complejos.**

Introducción. Elección de las condiciones de valoración. Curvas de valoración. Indicadores metalocrómicos. Error de valoración. Patrones primarios. Ejemplos y aplicaciones.

### **Tema 15. Valoraciones de precipitación.**

Introducción. Elección de las condiciones de valoración. Curvas de valoración. Valoraciones de mezclas. Indicadores. Error de valoración. Patrones primarios. Ejemplos y aplicaciones.

### **Tema 16. Valoraciones de oxidación-reducción.**

Introducción. Elección de condiciones de valoración. Curvas de valoración. Indicadores químicos y potenciométricos. Errores de valoración. Oxidaciones y reducciones previas. Patrones primarios. Ejemplos y Aplicaciones.

## **PROGRAMA DE CONTENIDOS PRÁCTICOS**

### **Bloque 1. Análisis cualitativo.**

#### **Objetivos y capacidades a desarrollar.**

Se pretende que el alumno conozca el comportamiento químico de una serie de cationes. A partir de ese conocimiento será capaz de analizar los componentes presentes en una muestra problema.

#### **Contenidos.**

Se procederá a la realización de una marcha analítica para separar e identificar una serie de cationes presentes en una muestra. Primero se estudiarán las propiedades que presentan estos iones en una muestra de composición conocida y posteriormente el estudiante realizará el reconocimiento de cationes en una muestra desconocida.

### **Bloque 2. Separaciones.**



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

#### **Objetivos y capacidades a desarrollar.**

Introducir al estudiante en el concepto de separación dentro del proceso analítico. Adquirir conocimiento de la importancia de las separaciones en Química Analítica. Adquirir los conocimientos prácticos básicos del reparto de un soluto entre dos disolventes y entre una disolución y una fase sólida. Adquirir soltura en el manejo analítico de la extracción líquido-líquido y del intercambio iónico

#### **Contenidos.**

- Estudio cualitativo del equilibrio de cambio iónico: retención de aniones y cationes. Separaciones de iones
- Estudio cualitativo del equilibrio de extracción líquido-líquido: extracción de quelatos metálicos. Aplicación de la extracción líquido-líquido en medidas cualitativas o cuantitativas.

### **Bloque 3. Análisis cuantitativo: Gravimetrías.**

#### **Objetivos y capacidades a desarrollar.**

Introducir al estudiante en el concepto de la precipitación como técnica de análisis cuantitativo. Adquirir conocimiento sobre las condiciones de trabajo para obtener resultados gravimétricos fiables. Adquirir destrezas en la técnica del análisis gravimétrico y en el manejo de datos.

#### **Contenidos.**

Aplicación de distintos métodos gravimétricos al análisis de muestras reales.

### **Bloque 4. Análisis cuantitativo: Valoraciones.**

#### **Objetivos y capacidades a desarrollar.**

Aprender a preparar y usar de forma adecuada disoluciones patrón. Aprender a diferenciar los conceptos de patrón primario y patrón secundario. Comprender el concepto práctico de una valoración y cuáles son las posibles fuentes de error. Adquirir destrezas en la técnica del análisis volumétrico. Aprender a determinar la concentración de una sustancia presente en una muestra problema utilizando un valorante patrón y un indicador (visual e instrumental).

#### **Contenidos.**

- Aplicación de distintos tipos de volumetría en la determinación de distintos analitos en muestras reales y sintéticas. Volumetrías ácido-base, de formación de complejos, de precipitación y de oxidación reducción.

## **1.13. Referencias de consulta / Course bibliography**

- SKOOG, D.A., WEST, D.M. y HOLLER, F.J., *Fundamentos de Química Analítica*, Ed. Reverte, 2005 o ediciones anteriores.



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

- HARRIS, D., *Análisis Químico Cuantitativo*, Ed. Reverté, 2006 o ediciones anteriores.
- CHRISTIAN, GARY D.; *Química Analítica. 6ª Edición*. Ed. McGraw Hill 2009 o ediciones anteriores.
- SILVA, M. y BARBOSA, J., *Equilibrios iónicos y sus aplicaciones analíticas*, Ed. Síntesis, 2002.
- GONZÁLEZ PÉREZ, C., *Equilibrios Iónicos y Métodos Químicos de Análisis*, Escarpes Ediciones, Salamanca, 2007.
- BURRIEL, F., ed, *Química analítica cualitativa*, Ed. Paraninfo, 2001
- YÁÑEZ-SEDEÑO, P.; PINGARRÓN, J.M.; VILLENA F.J.M.; "*Problemas Resueltos de Química Analítica*". Editorial Síntesis (2003).
- CELA R.; LORENZO R. A. y CASAS M.C., *Técnicas de separación en Química Analítica*, Ed. Síntesis, 2002.
- VALCÁRCEL M. y GÓMEZ A., *Técnicas Analíticas de Separación*. Reverté, Barcelona, 1988.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

La metodología a seguir consta de dos tipos de actividades:

### A) Actividades presenciales:

- Clases teóricas: en ellas se expondrán los principales conceptos teóricos que conforman los temas abarcados. En las sesiones se utilizará pizarra y material audiovisual (presentaciones, transparencias...) disponible en la página de docencia en red.
- Clases prácticas en aula: resolución por parte de los estudiantes de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor. Se contemplan tres tipos de clases prácticas:
  - a) Corrección de ejercicios: exposición oral por parte de los estudiantes de ejercicios resueltos durante el tiempo de estudio personal.
  - b) Talleres de ejercicios: realización de ejercicios en el aula bajo la supervisión del profesor. Los estudiantes podrán utilizar el material teórico de que dispongan.
  - c) Controles: pruebas breves de conocimiento para evaluar el grado de aprendizaje de la materia en distintos momentos del semestre.





Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

- Clases prácticas en laboratorio: se realizarán 20 sesiones prácticas de 3 horas cada una. En estas sesiones, se irán desarrollando los contenidos del programa de prácticas propuesto en el apartado 1.12. Los bloques 1 y 2 del programa de prácticas se desarrollarán en el primer semestre, mientras que los Bloques 3 y 4 se desarrollarán en el segundo semestre.

B) Actividades evaluables no presenciales:

- Preparación y entrega de problemas numéricos y casos prácticos propuestos por el profesor.
- Preparación y entrega de informes de prácticas.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

Las actividades formativas a desarrollar, tanto presenciales como de trabajo del estudiante, se realizarán de acuerdo con la siguiente **distribución de tiempos**:

Actividades		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	80 h	50 %
	Clases prácticas en aula	(26,7%)	
	Clases prácticas en laboratorio	60 h (20 %)	
	Realización pruebas objetivas	10 h (3,3 %)	
No presencial	Realización de actividades evaluables	30 h (10%)	50 %
	Estudio semanal (30 semanas x 3 horas semana)	90 h (30%)	
	Preparación de exámenes	30 h (10%)	
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 12 ECTS</b>		<b>300 h</b>	

### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

Se llevará a cabo la evaluación continua del progreso de los estudiantes. Para ello, se realizarán trabajos prácticos realizados de forma individual y/o en grupo y dos evaluaciones parciales a lo largo del curso. Se realizará una



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

evaluación del trabajo realizado y de los conocimientos adquiridos al final de los periodos de prácticas de cada semestre. Se realizará una evaluación sobre los contenidos teóricos y prácticos al final de cada semestre, mediante una prueba objetiva global.

El estudiante que haya participado en menos de un 20% de las actividades evaluables, será calificado tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria como “No evaluado”.

### MÉTODO DE EVALUACIÓN.

Para la evaluación del estudiante se tendrá en cuenta los siguientes ítems en cada una de las convocatorias:

#### *Convocatoria ordinaria.*

- 1) Las pruebas periódicas objetivas (20% de la calificación final) que se realizarán durante el curso.
- 2) Las dos pruebas de evaluación global que se realizarán una vez finalizados los respectivos períodos ordinarios de clases de cada semestre. La primera versará sobre los contenidos de la asignatura que se hayan tratado en el primer semestre (20% de la calificación final) y la segunda incluirá los contenidos impartidos en el segundo semestre (30% de la calificación final). Las fechas de estas dos pruebas son establecidas y aprobadas por la Junta de Facultad de Ciencias antes del comienzo del curso. Ha de obtenerse una puntuación mínima de 4.0 sobre 10 en el conjunto de las pruebas para que puedan ser computados a efecto de la calificación final. En caso de no alcanzarse dicha puntuación, el estudiante tendrá una calificación de SUSPENSO en la Convocatoria Ordinaria.
- 3) Los trabajos prácticos realizados de forma individual y/o en grupo, así como la **participación activa en los seminarios**, supondrá un 10% de la calificación final.
- 4) Las prácticas de laboratorio realizadas a lo largo del curso supondrán un 20% de la calificación final. Se valorará tanto el trabajo práctico realizado y los informes de prácticas (10%) como los conocimientos teórico-prácticos adquiridos (10%). Éstos se evaluarán mediante la realización de un examen al final de cada periodo de prácticas. Ha de obtenerse una puntuación mínima de 4.0 sobre 10 en cada uno de los ítems para que puedan ser computados a efecto de nota final. En caso de no obtener dicha



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

puntuación, el estudiante tendrá una calificación de SUSPENSO en la convocatoria ordinaria.

**El incumplimiento de las normas de asistencia** a las prácticas de laboratorio implicará una calificación de SUSPENSO en la asignatura.

#### *Convocatoria extraordinaria.*

- Se tendrán en cuenta las calificaciones obtenidas en los trabajos individuales y/o en grupo realizados durante el curso, las calificaciones derivadas de la participación activa en los seminarios (10%) y la calificación de las prácticas (20%). La calificación de las prácticas sólo se considerará si la calificación global de prácticas es superior a 5.0.
- Los estudiantes que en la convocatoria ordinaria, hubieran obtenido una calificación global de prácticas inferior a 5.0 o inferior a 4.0 en los exámenes de prácticas, deberán realizar un examen sobre las mismas, en el mismo día que el examen teórico pero en distinta franja horaria. La nota obtenida en este examen será la que contribuya en el 20% de la calificación final.
- La prueba de evaluación global que se realizará en la fecha establecida por la Junta de Facultad de Ciencias contribuirá en un 70% al valor de la nota final.

En Convocatoria Extraordinaria, ha de obtenerse una puntuación mínima de 4.0 sobre 10 en el examen global y en el examen de prácticas (en su caso), para que sus puntuaciones computen a efectos de calificación. De no ser así, la calificación en esta convocatoria será de SUSPENSO, independientemente de las puntuaciones obtenidas en los demás apartados.

A continuación se muestra un resumen de las contribuciones de los distintos ítems que intervienen en la evaluación y sus porcentajes en cada una de las convocatorias.



Asignatura: Química Analítica  
Código: 16355  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 12

Ítem	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria
Pruebas de evaluación global	50%	70%
Controles de evaluación periódica	20%	-
Trabajos individuales y/o en grupo, entrega de ejercicios, participación en seminarios	10%	10%
Prácticas	20%	20%

## 5. Cronograma\* / Course calendar

### CRONOGRAMA GLOBAL DEL CURSO.

El tiempo estimado para el desarrollo de los distintos bloques es el siguiente

#### CLASES TEORICAS.

BLOQUE I	Semanas 1 <sup>a</sup> a 4 <sup>a</sup> .
BLOQUE II	Semanas 4 <sup>a</sup> a 15 <sup>a</sup>
BLOQUE III	Semanas 17 <sup>a</sup> a 19 <sup>a</sup> .
BLOQUE IV	Semanas 20 <sup>a</sup> a 31 <sup>a</sup> .

#### CLASES PRÁCTICAS.

Primer turno de prácticas	BLOQUES 1 y 2
Segundo turno de prácticas	BLOQUES 3 y 4

#### Calendario de pruebas:

##### *Pruebas periódicas objetivas:*

- 1<sup>a</sup> prueba: Contenidos de los temas 1 a 4.
- 2<sup>a</sup> prueba: Contenidos de los temas 7 a 13.