

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	Química Analítica IV		
<b>Materia</b>	Química Analítica		
<b>Módulo</b>	Química		
<b>Titulación</b>	Grado en Química		
<b>Plan</b>	611	<b>Código</b>	45978
<b>Periodo de impartición</b>	Primer cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	OB/Obligatoria
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	Cuarto
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	María Jesús Nozal Nalda; María Yolanda Castrillejo Hernández; Enrique Barrado Esteban; José Bernal del Nozal.		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	mjdnozal@qa.uva.es, 983184253; ycastril@qa.uva.es, 983184245; ebarrado@qa.uva.es, 983423595; jose.bernal@uva.es, 983184252.		
<b>Departamento</b>	Química Analítica		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La Química Analítica se define como la subdisciplina química que desarrolla y proporciona métodos y herramientas apropiadas para obtener información sobre la composición y estructura de la materia. La Química Analítica moderna incluye la enseñanza de la identificación, determinación cuantitativa, separación analítica, transformación y medida, o la presentación de tácticas y estrategias para su solución. En asignaturas de esta materia situadas en cursos anteriores se han visto y desarrollado los principios de la Química Analítica, que son necesarios para asimilar los contenidos de esta asignatura. En concreto, con la asignatura **Química Analítica IV** se pretende mostrar a los estudiantes una serie de técnicas instrumentales que o bien no han sido posible explicar en cursos/asignaturas anteriores, o no han podido ser desarrolladas con suficiente amplitud, y que debido a su amplio uso actual se considera importante que los estudiantes conozcan. Para ello es necesario que hayan adquirido los conocimientos básicos de esta disciplina, y ese es el motivo de situar la asignatura en el último curso del Grado en Química (cuarto). De este modo, los estudiantes estarán en condiciones de recibir y asimilar una información más específica y de realizar un aprendizaje más autónomo que les permita afrontar la asignatura desde una perspectiva más crítica a la hora de valorar la utilidad de los conocimientos adquiridos. Finalmente, ha de destacarse la importancia de la temática desarrollada en esta asignatura es evidente si se atiende al número de ofertas de empleo, másteres y cursos de postgrado relacionados con muchas de las técnicas que se van a explicar en esta asignatura, y que como se verá a lo largo de su desarrollo tienen multitud de aplicaciones en campos tan variados como el agroalimentario, medio ambiente, veterinario, farmacéutico, o forense.

### 1.2 Relación con otras materias

**La asignatura Química Analítica IV, que trata sobre diversas técnicas instrumentales, siempre explicadas desde un punto de vista analítico, está situada en el cuarto curso del Grado en Química, pertenece a la parte teórica del grupo de asignaturas Obligatorias del Grado en Química de la Universidad de Valladolid.** Dentro de la estructura del Grado en Químicas, esta asignatura se relaciona con otras de la misma materia (Química Analítica) de manera diversa. En concreto, se puede decir que esta asignatura completa los conocimientos adquiridos en las asignaturas de tercer curso **Química Analítica II y III**. En la primera de ellas, se tratan los principios, fundamentos y aplicaciones de diversas técnicas de separación como el cambio iónico, extracción con disolventes, extracción en fase sólida y principalmente las técnicas cromatográficas, se dedicará un tema a comentar los aspectos más relevantes de las técnicas electroforéticas. Mientras que en la asignatura **Química Analítica III** se abordan diversos aspectos del Análisis Instrumental, se comentan diversos aspectos (fundamentos, principios y aplicaciones) de las técnicas electroanalíticas y de las técnicas ópticas de análisis. Con relación a otras asignaturas teóricas de la misma área, la relación ya no es tan directa, pero sí que los estudiantes han de conocer los principios y técnicas básicas de la Química Analítica, para así poder asimilar mejor los conceptos que se expondrán en esta asignatura. Por ejemplo, en el Bloque Básico se sitúan dos asignaturas de la misma materia: **Química III y Operaciones básicas de Laboratorio II**. La primera de ellas es fundamentalmente teórica, y se explica a los estudiantes como han de expresarse los datos analíticos de una manera correcta, y también se le introduce en el mundo de los equilibrios químicos, de especial importancia para las técnicas analíticas de separación y por lo tanto para la asignatura de **Química Analítica IV**. La segunda asignatura se puede considerar como experimental ya que se desarrolla en su mayor parte en el laboratorio, y su propósito es de dar a conocer a los estudiantes las diferentes etapas del análisis cualitativo, y no está directamente relacionada con la asignatura que se trata en esta guía docente. En el Bloque Fundamental, donde se encuentra la asignatura **Química Analítica IV**, hay otras tres asignaturas teóricas (**Química Analítica I, II y III**) y dos experimentales (**Química Experimental I y IV**). En la asignatura **Química Analítica I**, se habla en unos primeros temas introductorios del proceso analítico, la expresión de resultados, y de la toma y preparación de la muestra. A continuación se explican los fundamentos del análisis volumétrico, para posteriormente comentar de forma individualizada las volumetrías ácido-base, de formación de complejos, redox, y de precipitación. Mientras que en los últimos temas se habla de la formación de precipitados y del análisis gravimétrico. En este caso la relación con la asignatura a tratar se limita a los primeros temas relacionados con el proceso analítico y expresión de resultados. Por otro lado, las asignaturas **Química Analítica II y III** ya se han tratado anteriormente. En cuanto a las asignaturas experimentales, la primera de ellas **Química Experimental I** no tiene relación con la asignatura a tratar, pero sí con **Química Analítica I**, ya que se realizan experiencias relacionadas con el análisis cuantitativo clásico (Volumetrías ácido-base y redox, yodometrías, complexometrías y gravimetrías). En cambio, **Química Experimental IV** está unida de manera



muy directa a **Química Analítica II, III y IV**, ya que la base de la asignatura es el Análisis Instrumental, por lo que las prácticas constan de ejemplos de diversas técnicas como la extracción con disolventes, electroquímicas, o las cromatográficas. En el último de los Bloques (Avanzado), sólo hay otras dos asignaturas de la misma materia (**Química Analítica Aplicada y Control y Gestión de Calidad**). De manera general, ambas asignaturas tendrían la intención de desarrollar la capacidad del estudiante para resolver problemas reales que puedan surgir en cualquier ámbito, en el marco de la normativa exigida al respecto para cada caso. Para ello, es imprescindible hoy en día que el estudiante tenga nociones de las técnicas de separación más empleadas, ya que a la hora de enfrentarse a un problema analítico, es indispensable el conocer todas las alternativas existentes y actuales para desarrollar el método adecuado, y ese es uno de los objetivos de la asignatura **Química Analítica IV** en cuanto a las técnicas de separación se refiere. Por último comentar que esta asignatura no tiene una relación directa con las otras materias que se encuentran en el Grado de Química, aunque es cierto que es necesario que los estudiantes posean nociones básicas de formulación química tanto orgánica como inorgánica (**Química I y IV**), y alguna de las técnicas que se comentan en la asignatura **Técnicas Avanzadas en Espectroscopía Molecular**. Por otro lado, alguna de las técnicas de análisis instrumental comentadas en esta asignatura pueden ser empleadas por alguno de los estudiantes en sus Trabajos Fin de Grado en otras materias, como sucede con la Química Orgánica.

### 1.3 Prerrequisitos

Se recomienda que el estudiante tenga cursadas y aprobadas las asignaturas teóricas del área de Química Analítica: **Química III, Química Analítica I, II y III**.

## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- G.1- Ser capaz de comunicarse con corrección tanto de forma oral como escrita.
- G.2- Ser capaz de resolver problemas tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa y de tomar decisiones.
- G.3- Ser capaz de encontrar y manejar información, tanto de fuentes primarias como secundarias.
- G.4- Ser capaz de trabajar de forma eficaz y autónoma mediante la planificación y la organización de su trabajo y de su tiempo.
- G.5- Ser capaz de trabajar en equipo, apreciando el valor de las ideas de otras personas para enriquecer un proyecto, sabiendo escuchar las opiniones de otros colaboradores.
- G.6- Conseguir usar con destreza las tecnologías de la información, en lo que se refiere al software más habitual, recursos audiovisuales e Internet.
- G.8- Poseer los hábitos, capacidad de aprendizaje y autonomía necesarios para proseguir su formación posterior.
- G.9- Conocer y apreciar las responsabilidades éticas y profesionales

### 2.2 Específicas

- EC.4- Comprender los principios fisicoquímicos que rigen las reacciones químicas y conocer los tipos fundamentales de reacciones químicas.
- EC.8- Reconocer aquellos aspectos dentro de la química que son interdisciplinares o que suponen una frontera en el conocimiento.
- EH.1- Ser capaz de demostrar el conocimiento y comprensión de conceptos, principios y teorías esenciales en relación con la química.
- EH.2- Ser capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos.
- EH.4- Ser capaz de analizar, interpretar y evaluar información química y datos químicos.

### 3. Objetivos

- Conocer el fundamento y aplicaciones más importantes de las técnicas instrumentales espectroscópicas atómicas.
- Conocer el fundamento y aplicaciones más importantes de la espectroscopía de masas analítica
- Conocer el fundamento y aplicaciones más importantes de las técnicas basadas en el empleo de Rayos X .
- Conocer el fundamento y aplicaciones más importantes de otras técnicas analíticas: activación neutrónica, radioquímicas, térmicas, de análisis de superficies, inmunoensayo, etc.
- Elaborar y desarrollar estrategias para la etapa de medida en la resolución de problemas analíticos. .

### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

#### Bloque 1: TÉCNICAS ATÓMICAS, RAYOS X, RADIOQUÍMICAS Y DE ANÁLISIS DE SUPERFICIES E INTERFASES”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 

##### a. Contextualización y justificación

Ver Sección 1.

##### b. Objetivos de aprendizaje

Ver Sección 3.

##### c. Contenidos

###### Tema 1. Absorción atómica. Sistemas no convencionales

Introducción. Generación de hidruros. Sistema de vapor frío. La atomización electro-térmica. Aplicaciones.

###### Tema 2. Nuevas tendencias en emisión atómica

Introducción. Nuevas fuentes de excitación. El plasma. Idea del fundamento, instrumentación y aplicaciones analíticas de los plasmas de microondas y de alta frecuencia. ICP óptico. Espectrometría de masas inorgánica. El acoplamiento ICP-MS. Aplicaciones.

###### Tema 3. Métodos de emisión de Rayos X

Introducción. Obtención de los rayos X. Espectro de rayos X. Interacción de los rayos X con la materia. Instrumentación. Preparación de muestras. Aplicaciones.

###### Tema 4. Métodos radioquímicos

Introducción. La reacción nuclear. Análisis por activación neutrónica. Medida de la actividad. Características analíticas. Aplicaciones.

###### Tema 5. Técnicas para análisis de superficies e interfases

Introducción. Espectroscopías con haces de fotones. Espectroscopías con haces de electrones. Espectroscopías con haces de iones. Microscopías con campos eléctricos intensos focalizados. Aplicaciones

##### d. Métodos docentes

Los métodos docentes empleados en esta asignatura son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque. En este caso, los estudiantes intervendrán mediante la formulación de preguntas al profesor o contestando las que el profesor plantea a lo largo de la impartición de los contenidos.
- **Tutorías (grupo reducido o individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas/dificultades concretas que plantea cada estudiante/grupo reducido.
- **Seminarios.** Sesiones complementarias a las lecciones magistrales que se pueden emplear para profundizar en conceptos de especial dificultad, haciendo hincapié en sus aspectos más prácticos.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

##### e. Plan de trabajo



En este bloque se seguirá un plan de trabajo idéntico para todas las lecciones. En una primera parte se impartirán una serie de lecciones magistrales participativas. Al final de cada lección, se realizarán seminarios y tutorías donde se tratarán las dudas que hayan podido surgir.

**f. Evaluación**

Ver **Sección 7**.

**g. Bibliografía básica**

- Principios de Análisis Instrumental" D. A. Skoog, F. H. Holler, T. A. Nieman. McGraw-Hill, 2001.
- Fundamentos de Química Analítica. D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch. Paraninfo, 2005.
- Principles of Instrumental Analysis. D. A. Skoog, F. J. Holler, S. R. Crouch. CENGAGE Learning Custom Publishing, 2017.

**h. Bibliografía complementaria**

Se especificará al inicio de cada Tema por el profesor responsable de su impartición.

**i. Recursos necesarios**

- La bibliografía recomendada se puede encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la del Departamento de Química Analítica.
- Los estudiantes dispondrán en la página correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual (MOODLE) de las presentaciones que se comentarán en las clases presenciales, los enunciados de los problemas, y de la hoja de constantes necesarias para su resolución.

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.0	7 semanas

**Bloque 2: ESPECTROMETRÍA DE MASAS, MÉTODOS TÉRMICOS, INMUNOENSAYO, ,  
SENSORES, AUTOMATIZACIÓN, TRATAMIENTO DE MUESTRA.**

Carga de trabajo en créditos ECTS:

**a. Contextualización y justificación**

Ver **Sección 1**.

**b. Objetivos de aprendizaje**

Ver **Sección 3**.

**c. Contenidos**

Tema 6. Espectrometría de masas analítica

Introducción. Masas y espectro de masas. Instrumentación: introducción de muestra, el alto vacío, fuentes de iones, analizadores, detección. Sistemas acoplados. Aplicaciones.

Tema 7. Métodos térmicos

Introducción. Eventos térmicos. Termogravimetría. Análisis térmico diferencial. Calorimetría diferencial de barrido. Volumetrías termométricas. Sistemas acoplados. Aplicaciones.

Tema 8. Métodos de inmunoensayo



Introducción. Fundamento. Terminología. Anticuerpos. Preparación de inmunógenos. Técnicas de inmunoensayo. Marcadores. ELISA. Aplicaciones

Tema 9. Sensores químicos y biosensores

Introducción. Métodos de reconocimiento. Transducción. Inmovilización. Sensores electroquímicos, potenciométricos y ópticos. Miniaturización. Aplicaciones.

Tema 10. Automatización en Química Analítica

Introducción. Métodos automáticos de análisis. Métodos discontinuos. Métodos continuos con flujo segmentado y no segmentado. Métodos robotizados. Aplicaciones.

Tema 11. Toma, pretratamiento y alternativas actuales en preparación de muestra

Introducción. Toma de muestras. Almacenamiento y conservación. Pretratamiento. Submuestreo. Fuentes habituales de error. Alternativas y aplicaciones.

---

#### d. Métodos docentes

---

Los métodos docentes empleados en esta asignatura son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque. En este caso, los estudiantes intervendrán mediante la formulación de preguntas al profesor o contestando las que el profesor plantea a lo largo de la impartición de los contenidos.
- **Tutorías (grupo reducido o individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas/dificultades concretas que plantea cada estudiante/grupo reducido.
- **Seminarios.** Sesiones complementarias a las lecciones magistrales que se pueden emplear para profundizar en conceptos de especial dificultad, haciendo hincapié en sus aspectos más prácticos.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

---

#### e. Plan de trabajo

---

En este bloque se seguirá un plan de trabajo idéntico para todas las lecciones. En una primera parte se impartirán una serie de lecciones magistrales participativas. Al final de cada lección, se realizarán seminarios y tutorías donde se tratarán las dudas que hayan podido surgir.

---

#### f. Evaluación

---

Ver Sección 7.

---

#### g. Bibliografía básica

---

- Principios de Análisis Instrumental" D. A. Skoog, F. H. Holler, T. A. Nieman. McGraw-Hill, 2001.
- Fundamentos de Química Analítica. D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch. Paraninfo, 2005.
- Principles of Instrumental Analysis. D. A. Skoog, F. J. Holler, S. R. Crouch. CENGAGE Learning Custom Publishing, 2017.

---

#### h. Bibliografía complementaria

---

##### Tema 6

- Inorganic Mass Spectrometry: J. S. Becker. John Wiley, 2007.
- Mass Spectrometry. Instrumentation, Interpretation and Applications. R. Ekman, J. Silberring, A. Westman, A. Kraj. John Wiley, 2008.
- Mass spectrometry. A textbook, 2<sup>nd</sup> Ed., J. H. Gross, Springer, 2011.
- Mass Spectrometry. Principles and Applications, E. Hoffmann, V. Stroobant, John Wiley, 2007.
- Fundamentals of Mass Spectrometry, K. Hiraoka, Springer, 2013.
- Mass Spectrometry for the Novice, J. Greaves and J. Roboz. CRC Press, 2014

##### Tema 7

- Introduction to Thermal Analysis. Techniques and Applications. M. E. Brown. Kluwer Academic Publishers, 2004.
- Thermal Methods of Analysis. Principles, Applications and Problems. P. J. Haines. Springer, 1995.



- Principles of Thermal Analysis and Calorimetry. P. J. Haines. R.S.C., 2002.
- Theory of Calorimetry. W. Zielenkiewicz, E. Margas. Kluwer. Academic Publishers, 2004
- Thermal Methods of Polymer Analysis. T. R. Crompton. Smithers, 2013.

**Tema 8**

- Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA). S. Hosseini, P. Vázquez, M. Rico, S. O. Martínez. Springer, 2018.
- Antibody Methods and Protocols. G. Proetzel, H. Ebersbach. Humana Press, 2012.

**Tema 9**

- Principles of Chemical Sensors. J. Janata. Springer, 2009.
- Sensors for Chemical and Biological Applications. M. K. Ram, V. R. Bhethanabotta. C.R.C. Press, 2010.

**Tema 10**

- Análisis por Inyección en flujo. M. Valcarcel, M. D. Luque de Castro. Universidad de Córdoba y Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, 1984
- Flow Injection Analysis. J. Ruzicka. John Wiley, 1988.
- Automatización y miniaturización en Química Analítica. M. Valcárcel, M. S. Cárdenas. Springer, 2000.
- Automatic Methods of Analysis. M. Valcarcel, M. D. Luque de Castro. Elsevier, 1988
- An Introduction to Laboratory Automation. V. Cerdá, G. Ramis. John Wiley, 1990
- Flow Injection Analysis, M. Trojanowicz. Wold Scientific Publishing, 2000.

**Tema 11**

- Toma y tratamiento de muestras. C. Cámara. Síntesis, 2002.
- Sampling and sample preparation. M. Stoepler. Springer, 1997. Análisis químico de trazas. C. Cámara, C. Pérez-Conde. Síntesis, 2011.
- Modern methods for trace element determination. C. Vandecasteele, C. B. Block. Jon Wiley & Sons, 1993.

**i. Recursos necesarios**

- La bibliografía básica recomendada se puede encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la del Departamento de Química Analítica.
- Los estudiantes dispondrán en la página correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual (MOODLE) de las presentaciones que se comentarán en las clases presenciales, los enunciados de los problemas, y de la hoja de constantes necesarias para su resolución.

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.0	7 semanas

**5. Métodos docentes y principios metodológicos**

Los métodos docentes empleados en esta asignatura son los siguientes:

- **Lecciones magistrales participativas.** Exposición, explicación y discusión de los contenidos de este bloque. En este caso, los estudiantes intervendrán mediante la formulación de preguntas al profesor o contestando las que el profesor plantea a lo largo de la impartición de los contenidos.
- **Tutorías (grupo reducido o individuales).** Sesiones orientadas a la aclaración de dudas/dificultades concretas que plantea cada estudiante/grupo reducido.
- **Seminarios.** Sesiones complementarias a las lecciones magistrales que se pueden emplear para profundizar en conceptos de especial dificultad, haciendo hincapié en sus aspectos más prácticos.



- Se utilizará el Campus Virtual de la UVa para la comunicación con los estudiantes y para poner a su disposición el material que se considere adecuado para un mejor aprovechamiento de las clases.

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	ECTS (HORAS)	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	1,6 (40)	Preparación y estudio personal de los contenidos teóricos	1,6 (40)
Clases de problemas y seminarios	0,6 (15)	Preparación y resolución de problemas	0,8 (20)
Asistencia a tutorías	0,2 (5)	Estudio y preparación de exámenes	1,2 (30)
Total presencial	<b>2.4 (60)</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>3.6 (90)</b>

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
<b>Examen ordinario</b>	<b>100%</b>	Se realizará una <b>prueba escrita</b> el día fijado en el calendario académico en la que habrá una serie de preguntas de desarrollo escrito correspondientes a los distintos bloques de la asignatura. La nota del examen será la calificación final de la asignatura.
<b>Examen extraordinario</b>	<b>100%</b>	Se realizará una <b>prueba escrita</b> el día fijado en el calendario académico en la que habrá una serie de preguntas de desarrollo escrito correspondientes a los distintos bloques de la asignatura. La nota del examen será la calificación final de la asignatura.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - La calificación final de la asignatura en esta convocatoria será la obtenida en la correspondiente prueba escrita (examen ordinario) descrita en la tabla anterior.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - La calificación final de la asignatura en esta convocatoria será la obtenida en la correspondiente prueba escrita (examen extraordinario) descrita en la tabla anterior.





## 8. Consideraciones finales

---

Como se ha comentado en la **Sección 1**, La importancia de la temática desarrollada en esta asignatura es evidente si se atiende al número de ofertas de empleo, másteres y cursos de postgrado relacionados con las técnicas de análisis instrumental comentadas en este proyecto/guía. Por todo ello, animamos al alumnado a que participe activamente en la asignatura y a que refleje en su currículum los conocimientos adquiridos, dado que las competencias que se lograrán están ampliamente demandadas en la actualidad.

