



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

EXPERIMENTACIÓN AVANZADA / [ADVANCED EXPERIMENTATION](#)

1.1. Código / Course number

16368

1.2. Materia / Content area

Experimentación Avanzada / [Advanced experimentation](#)

1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / [Compulsory subject](#)

1.4. Nivel / Course level

Grado / [Bachelor \(first cycle\)](#)

1.5. Curso / Year

CUARTO CURSO / [FOURTH COURSE](#)

1.6. Semestre / Semester

1º / [1st \(Fall semester\)](#)

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / [In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material](#)

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

El estudiante debe haber superado las asignaturas de Química General y Experimentación Básica en Química. También se recomienda haber cursado las asignaturas de las áreas de Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Analítica y Química Física de los cursos anteriores (2º y 3º), así como estar familiarizado con los conceptos vistos en la asignatura de Aplicaciones Informáticas en Química y estar matriculado en la asignatura de Determinación Estructural. Los estudiantes deben tener un nivel de inglés que les permita consultar la bibliografía en dicha lengua. /



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Students should have passed the courses General Chemistry and Initial Experimental Work in Chemistry and be familiar with the courses belonging to the fields of Physical Chemistry, Inorganic Chemistry, Organic Chemistry and Analytical Chemistry. Students should be familiar with the notions acquired in Computational Tools For Chemists and Structural Determination. Students must have a suitable level of English to read references in this language.

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

La asistencia es obligatoria / **Attendance is mandatory**

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

Isabel Cuadrado Sánchez (coordinadora)

Dpto. de Química Inorgánica
Despacho 605 Módulo: 07
Teléfono: +34 914974834
E-mail: isabel.cuadrado@uam.es

Ana María Álvarez González
Dpto. de Geología y Geoquímica
Despacho 609 Módulo 06
Teléfono: +34 914974815
E-mail: anamaria.alvarez@uam.es

Ana M^a Martín Castro
Dpto. de Química Orgánica
Despacho 403. Módulo 01
Teléfono: +34 4717
E-mail: martin.castro@uam.es

Manuel Alcamí
Dpto. de Química
6^a planta Módulo 13
Teléfono: +34 91 4973857
E-mail: manuel.alcami@uam.es

Eugenio Revilla García
Dpto. de Química Agrícola y Bromatología
Despacho 101 Módulo 10
Teléfono: +34 91497 4832
E-mail: eugenio.revilla@uam.es

Jesús Rodríguez Procopio
Dpto. de Química Analítica
Despacho 611 Módulo 16
Teléfono: +34 914974932
E-mail: jrprocopio@uam.es

Pilar Ocón Esteban
Dpto. de Química Física Aplicada
Despacho 606. Módulo 02
Teléfono: +91 4972435
E-mail: pilar.ocon@uam.es

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

Se pretende que el estudiante aplique los conocimientos teórico/prácticos adquiridos previamente a casos concretos de cierta complejidad que integren diferentes áreas de la Química. Dentro del laboratorio, el estudiante utilizará las técnicas de síntesis, estudio, caracterización, análisis y modelización de compuestos



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

químicos que sean adecuados a cada una de las prácticas desarrolladas. Finalmente, aprenderá a interpretar resultados, a elaborar informes del trabajo realizado y exponerlos públicamente.

El desarrollo de la asignatura deberá promover la capacidad del alumno para:

- Demostrar capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo para el desarrollo de su vida profesional.
- Adquirir hábitos de trabajo en equipo fomentando el trabajo cooperativo.
- Mantener una actitud de curiosidad permanente en el aprendizaje de la asignatura.
- Conocer y aplicar los principios del método científico.
- Conocer y aplicar las normas de seguridad.
- Utilizar herramientas informáticas para la búsqueda de información y comunicación de resultados
- Conocer el impacto práctico de la Química en la sociedad actual.
- Demostrar capacidad para la resolución de nuevos problemas químicos, planificando, diseñando y ejecutando los procedimientos a seguir.
- Ser capaz de aplicar las técnicas adecuadas para el estudio y caracterización de compuestos químicos de naturaleza diversa.
- Conocer la información que proporciona cada una de las técnicas estudiadas para determinar la estructura de los compuestos químicos.
- Conocer las principales fuentes de contaminación medioambiental.
- Fomentar el espíritu crítico y mejorar la capacidad de síntesis y análisis.
- Manejar y discutir con capacidad crítica las fuentes bibliográficas.
- Argumentar desde criterios racionales y leer críticamente un texto.
- Mostrar un manejo correcto del castellano y aceptable nivel de inglés.

Al finalizar esta asignatura los alumnos deben ser capaces de:

- Preparar y caracterizar compuestos orgánicos e inorgánicos mediante técnicas de síntesis avanzadas.
- Llevar a cabo la purificación de compuestos químicos por técnicas avanzadas de separación.
- Utilizar las técnicas espectroscópicas adecuadas para caracterizar los compuestos obtenidos.
- Utilizar los cálculos teóricos de modelos moleculares para estudiar la estructura y propiedades de los compuestos obtenidos.
- Conocer cómo puede evaluarse la contaminación química del medio natural.
- Utilizar las técnicas adecuadas para caracterizar el medio natural.
- Utilizar técnicas electroquímicas para caracterización y síntesis de compuestos.



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1.12. Contenidos del programa / Course contents

La asignatura consiste en un laboratorio avanzado de técnicas de síntesis, caracterización y análisis. En el laboratorio los estudiantes se distribuirán en grupos reducidos, llevarán a cabo prácticas dirigidas en campos que son competencia de los químicos y en los que utilizarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de sus estudios de grado. También, a lo largo de las sesiones de prácticas, aprenderán nuevos procedimientos y técnicas avanzadas de síntesis y análisis químicos. Se prestará especial atención al conocimiento y cumplimiento de las normas de seguridad imprescindibles en un laboratorio. Se formará al estudiante en la elaboración de informes que documenten de forma detallada la experimentación realizada y descripción correcta y razonada de los resultados obtenidos, empleando el cuaderno-diario de laboratorio. Asimismo, se potenciará la aplicación de conocimientos teóricos y el estudio de antecedentes a la resolución de problemas prácticos usando búsquedas bibliográficas incluidas bases de datos.

Al término del laboratorio, el estudiante habrá desarrollado cuatro prácticas encuadradas en los siguientes bloques temáticos:

- A. Estrategias en Síntesis. Preparación de Fármacos.
- B. Química de los Metalocenos.
- C. Estudio de la Contaminación de un Suelo.
- D. Polímeros Conductores.

A. Estrategias en Síntesis. Preparación de Fármacos.

El objetivo de esta práctica es que el estudiante se familiarice con conceptos y metodologías modernas de gran relevancia sintética y ampliamente utilizadas por los químicos en la actualidad, tanto en el ámbito académico como industrial. Además, el estudiante se familiarizará con el manejo de nueva instrumentación, la aplicación de distintas técnicas de aislamiento, purificación, análisis y caracterización de compuestos orgánicos. La experimentación se centrará en reacciones de acoplamiento catalizadas por metales de transición y la síntesis enantioselectiva dentro del contexto de la química verde. Para que el estudiante comprenda el alcance de estas estrategias se realizará la síntesis de dos fármacos:

- a) *Diflunisal* y/o derivados. Mediante reacción de acoplamiento cruzado de Suzuki. Se prestará especial atención a los aspectos mecanísticos y de determinación estructural por ^1H -RMN.
- b) *Warfarina*. Se llevará a cabo la síntesis enantioselectiva de este fármaco mediante una reacción de Michael organocatalítica utilizando activación vía iminio. Los estudiantes manejarán conceptos mecanísticos, de especies en equilibrio y estereoquímicos.



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

B. Química de los Metalocenos.

El objetivo principal de esta práctica es que los estudiantes conozcan la gran importancia que tiene el ferroceno en el campo de la Química, que es consecuencia de las destacadas propiedades que presenta esta interesante molécula, de su notable estabilidad y reactividad, y de la variedad de sus aplicaciones en áreas tan diversas como son: catálisis, ciencia de materiales, química supramolecular, sensores, y biomedicina. Además, adquirirá conocimientos acerca de la estructura molecular del ferroceno y de sus propiedades redox. La práctica proporcionará a los estudiantes la oportunidad de conocer y utilizar metodologías de síntesis avanzadas y técnicas estructurales que no ha utilizado con anterioridad.

Para conseguir estos objetivos se preparará en el laboratorio ferroceno y, a partir de él, alguno de sus derivados. Los estudiantes utilizarán técnicas de trabajo en atmósfera inerte y emplearán nuevos métodos de purificación, como la sublimación a vacío y la cromatografía en columna. Además, los compuestos serán caracterizados estructuralmente por diferentes técnicas y se utilizarán medidas electroquímicas para estudiar su comportamiento electroquímico. Por otra parte, la utilización de modelos y cálculos moleculares permitirá que el estudiante sea capaz de visualizar la interesante estructura tipo "sándwich" de la molécula, determinar sus conformaciones, examinar sus orbitales moleculares y calcular propiedades espectroscópicas.

C. Estudio de la Contaminación de un Suelo.

El objetivo principal de esta práctica es establecer el papel de la Química en el estudio y resolución de problemas de contaminación del medio. Se utilizará como material objetivo un suelo. Una vez finalizado el proyecto, los estudiantes conocerán las características de un material heterogéneo como es el suelo, entenderán lo que significa que un suelo esté limpio o contaminado y conocerán metodologías para su estudio. También adquirirán conocimientos sobre cómo remediar un suelo.

Para conseguir estos objetivos, se delimitará una zona de estudio, se plantearán las posibles fuentes de contaminación y se establecerán los conocimientos previos necesarios para plantear el problema, la metodología que se debe seguir y las necesidades materiales para la realización del proyecto. Posteriormente los estudiantes realizarán los ensayos químicos adecuados para caracterizar el suelo y el grado de contaminación por metales del mismo. Por último, los estudiantes extraerán las conclusiones de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta la normativa vigente sobre contaminación de suelos.

D. Polímeros Conductores.

El objetivo fundamental es que el estudiante se familiarice con algunas técnicas electroquímicas y espectroscópicas avanzadas, aplicándolas a un tema tan interesante como los polímeros conductores. Se propone la electrosíntesis de



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

polianilinas y polipirroles, a potencial fijo y por voltametría cíclica, sobre sustratos metálicos y materiales semiconductores transparentes (ITO) en medios acuosos, y con diferentes aniones dopantes. Se estudiarán algunas aplicaciones de los polímeros obtenidos, como por ejemplo, para la acumulación de energía (generación del polímero conductor para uso en baterías). Además, se analizarán las reacciones de polimerización desde un punto de vista teórico, haciendo uso de programas de cálculo de estructura electrónica que permitan la modelización de la reacción y obtención de propiedades moleculares.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Material Didáctico para la Asignatura.

Desde el momento de la presentación de la asignatura, los estudiantes dispondrán en Moodle de la bibliografía específica y un guión para la realización de cada una de las prácticas, así como de material suplementario e información relevante acerca de las mismas. Este material se obtendrá: a través de la red, en la página Web de la asignatura o, cuando fuera necesario, a través del profesor.

Bibliografía específica recomendada.

Práctica A:

- *Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica*, M.A. Martínez Grau y A.G. Csaky. Editorial Síntesis, 1998.
- *Experimental Organic Chemistry, Standard and Microscale*, L. Harwood, C.J. Moody, J.M. Percy 2ª Ed, Editorial Blackwell Scientific Publications, 1998.

Práctica B:

- *Organometallics: A Concise Introduction*, Elschenbroich, C., Editorial VCH, 3ª Ed. 2006.
- *Synthesis and Techniques in Inorganic Chemistry: A Laboratory Manual* Girolami, G.S., Rauchfuss, T.B. y Angelici, R.J. 3ª ed. University Science Books. 1999.
- *Inorganic Experiments*, J. Derek Woollins. Wiley VCH, 2010.

Práctica C:

- *Soil and Plant Analysis Council. Soil analysis handbook of reference methods*. Editorial CRC, 2000
- *Contaminación y depuración de suelos*. Llamas Borrajo, Juan. Editorial Instituto Tecnológico Geominero de España, 1995.

Práctica D:

- *Electrochemistry*, Hamann, Carl H., Editorial Wiley-VCH, 2007.
- *Experiments in Physical Chemistry*, Garland, C. W. Nibler, J. W.; 7ª Ed., Editorial Mc Graw-Hill, N Y, 2003.



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

2. Métodos docentes / Teaching methodology

- **Actividades Presenciales:**

- ***Seminario de comienzo de prácticas.*** Previamente al comienzo de las prácticas, se convocará a los estudiantes a un seminario de carácter informativo, donde se les explicará el trabajo a desarrollar y la manera de llevarlo a cabo. Se distribuirán los grupos de trabajo y se establecerá el miembro del grupo que liderará cada práctica y que actuará como coordinador de la misma. Cada alumno será coordinador de al menos una de las cuatro prácticas que realice.
- ***Sesión de toma de muestras.*** Se reservará una tarde/mañana para el reconocimiento de un problema ambiental que afecte al medio y la toma de muestras de suelos afectados por esa problemática. Esta sesión se incluirá en la programación horaria del semestre.
- ***Prácticas de laboratorio.*** La asignatura se imparte en sesiones de laboratorio de 5 horas diarias durante 20 días, en horario de 9,30 h a 14,30 h. Durante el tiempo de desarrollo de la asignatura se propone realizar cuatro prácticas.

Durante el desarrollo de la práctica, cada estudiante deberá confeccionar un cuaderno-diario individual de laboratorio donde reflejará, de modo pormenorizado, todos los experimentos realizados, y los resultados obtenidos. Este diario deberá estar al día y estar disponible, en todo momento, para que pueda ser utilizado como parte de la evaluación continua. En el cuaderno, también se reflejarán los resultados obtenidos por el resto de los miembros del grupo, con vistas a la coordinación de resultados.

- ***Presentación de resultados.*** Una vez finalizado el periodo de prácticas en el laboratorio, los estudiantes realizarán, en grupo, una presentación oral, mediante la ayuda de un poster, de una de las prácticas que han realizado. La práctica que corresponde exponer a cada grupo de estudiantes será elegida por sorteo. Estas presentaciones se llevarán a cabo en sesiones de entre 3 y 4 horas.
- **Actividades No Presenciales:**
 - Antes de comenzar cada práctica, los estudiantes deberán prepararse para la misma mediante la lectura de los guiones, material docente y de la bibliografía que se encuentra disponible en Moodle. Los conocimientos adquiridos serán evaluados continuamente por el profesor durante el desarrollo de las prácticas.
 - Tras la distribución de las prácticas, y antes de la incorporación al laboratorio, los grupos deberán preparar un esquema de los objetivos y procedimientos a seguir en la realización de cada una de las prácticas.



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

- Una vez terminada cada práctica, cada grupo de estudiantes deberá elaborar y entregar un informe detallado de la misma, especificando los fundamentos teórico-prácticos, los materiales y métodos utilizados, los resultados obtenidos y su interpretación. Dicho informe deberá tener una extensión máxima de 25 páginas y el siguiente formato: márgenes de 2 cm, interlineado de 1.5, tipo de letra Times 12 o equivalente. La fecha límite de entrega de informes en el curso 2015-16 será el 11 de Enero de 2016.
- Cada grupo de estudiantes preparará de modo conjunto la presentación y el poster correspondiente a la práctica que les haya correspondido en el sorteo realizado al efecto. Contarán para ello con la orientación de los profesores responsables de la misma.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / [Student workload](#)

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

Tipo actividad	Actividad	Tiempo estimado en horas
Presencial	Seminario	2
	Sesión toma de muestras	4
	Prácticas de laboratorio	100
	Evaluación	4
No presencial	Preparación de las prácticas	12
	Elaboración de informes de prácticas y preparación de resultados en poster	28
	Total	150 (6 créditos ECTS)

4 Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / [Evaluation procedures and weight of components in the final grade and percentage in the final marks](#)

Todos los estudiantes de la asignatura realizarán actividades formativas similares y el sistema y pruebas de evaluación es común para todos.

Al tratarse de una asignatura experimental, la asistencia a todas las actividades presenciales es obligatoria.



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

• MÉTODO DE EVALUACIÓN

El diseño de la asignatura permite un seguimiento continuo del trabajo realizado por el estudiante, en el que se evaluarán:

- Las discusiones mantenidas tras la búsqueda y comprensión de la información, previas a la realización de la práctica y el esquema previo de la práctica presentado.
- La aptitud y actitud en el laboratorio, iniciativa, dedicación y resultados obtenidos.
- Los informes de prácticas, en el que se incluye la contestación a las preguntas propuestas para la práctica.
- La presentación de resultados por parte del grupo de estudiantes en forma de poster y su discusión con los profesores.
- Los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante la realización de la asignatura, mediante respuesta a las preguntas formuladas por los profesores durante el desarrollo de las prácticas y en la presentación oral de las mismas.
- La realización de una prueba escrita de evaluación.

Para la evaluación del estudiante se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

Convocatoria ordinaria:

- El 55% de la calificación se basará en la evaluación continua del trabajo realizado en el laboratorio, que implica la asistencia obligatoria al laboratorio, la preparación y realización de las prácticas, el cuaderno de laboratorio y entrega de esquema previo e informes de prácticas.
- El 45% restante de la calificación corresponderá a la evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumno durante la realización de las prácticas. Dicha evaluación se llevará a cabo de dos formas complementarias:
 1. Presentación oral mediante la ayuda de un poster de una práctica concreta, de las que el alumno ha realizado en el laboratorio y respuesta a las cuestiones planteadas por el profesor/es en dicha exposición. La práctica que corresponde exponer a cada grupo de alumnos será elegida por sorteo.
 2. Realización de una prueba escrita de evaluación.
 - Se exigirá una calificación global mínima de 5 (sobre 10) en el examen escrito para poder superar la asignatura en la convocatoria ordinaria.
 - Para superar dicho examen será necesario obtener una calificación mínima de 4 (sobre 10) en cada una de las cuatro partes del examen (prácticas A, B, C, D).

Convocatoria extraordinaria:

- Trabajo en el laboratorio, informes, exposición oral: 40%
- Examen escrito/práctico sobre el conjunto de los contenidos de las prácticas realizadas por el estudiante: 60%



Asignatura: Experimentación Avanzada
Código: 16368
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

- Para poder tener en cuenta la contribución del trabajo en el Laboratorio a la calificación final, será necesario obtener una calificación mínima de 5 (sobre 10) en el examen teórico/práctico de la convocatoria extraordinaria.
- Para superar dicho examen, será necesario obtener una calificación mínima de 4 (sobre 10) en cada una de las cuatro partes del examen (prácticas A, B, C, D).

En resumen, los porcentajes de las distintas actividades evaluables serán:

Aspecto evaluable	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria
Trabajo en el laboratorio.	55%	40%
Presentación del trabajo desarrollado en forma de poster y su discusión con los profesores.	20%	
Prueba escrita individual de evaluación.	25%	
Examen teórico/práctico.	–	60%

Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una calificación mínima de: 5 en el trabajo de laboratorio; 4 en la presentación y discusión del poster; y 5 en la prueba escrita.

Las calificaciones, de acuerdo con la legislación vigente, se realizarán en una escala numérica de 0 a 10, con una cifra decimal.

5 Cronograma* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours
1	Práctica A	25
2	Práctica B	25
3	Práctica C	25
4	Práctica D	25

*Este cronograma tiene carácter orientativo.