



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## QUÍMICA ORGANOMETÁLICA (660029)

**Grado en Química  
Universidad de Alcalá**

**Curso Académico 2022/2023**  
**4º Curso – 1º Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>QUÍMICA ORGANOMETÁLICA</b>
Código:	<b>660029</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>GRADO EN QUÍMICA</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Dpto. Química Orgánica y Química Inorgánica Área: Química Inorgánica</b>
Carácter:	<b>OPTATIVA</b>
Créditos ECTS:	<b>6 (4,5 teóricos + 1,5 prácticos)</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>4º curso, 1º cuatrimestre</b>
Profesorado:	<b>Dr. Miguel Mena Montoro (Coordinador)</b>
Horario de Tutoría:	<b>Mediante cita previa</b>
Idioma en el que se imparte:	<b>Español</b>

### 1. PRESENTACIÓN

El objetivo general de esta asignatura es proporcionar al alumno una formación básica en Química Organometálica y una perspectiva de las líneas que orientan la investigación actual en este campo.

Con esta asignatura se pretende también la realización de prácticas de laboratorio donde se adquiera destreza en la síntesis de compuestos organometálicos mediante reacciones típicas de estos complejos y su caracterización con diferentes técnicas.

#### Prerrequisitos y Recomendaciones

Se recomienda haber superado las materias básicas y obligatorias de cursos anteriores del Grado en Química.

### 2. COMPETENCIAS

#### Competencias genéricas:

1. Relacionar áreas interdisciplinares y tomar conciencia de su importancia en el avance de la Ciencia.
2. Conocer y utilizar diversas fuentes bibliográficas en este campo.
3. Fomentar la curiosidad y el entusiasmo por la investigación científica.

#### Competencias específicas:

1. Conocer diferentes tipos de combinaciones organometálicas y los métodos generales de síntesis.

2. Justificar y predecir la estabilidad y reactividad de los distintos tipos de compuestos organometálicos.
3. Abordar la preparación de distintos tipos de compuestos organometálicos mediante la manipulación de técnicas de síntesis en atmósfera inerte (técnicas de Schlenk).
4. Aplicar métodos de estudio estructural (IR, RMN, etc.) e interpretar sus resultados.
5. Comprobar algunas aplicaciones de los compuestos organometálicos.

### 3. CONTENIDOS

#### Introducción

**Tema 1.-** Definición y desarrollo histórico. Características generales y clasificación de los compuestos organometálicos atendiendo a la naturaleza del metal y del ligando orgánico. Formulación y nomenclatura. Regla de los 18 electrones y Concepto de isolobularidad. Condiciones de reacción en síntesis organometálica: técnicas de Schlenk y “caja seca”.

#### Compuestos con enlaces sencillos o múltiples metal-carbono

**Tema 2.-** Complejos alquilo, introducción. Métodos de síntesis de complejos alquilo de metales de los grupos principales y de transición. Naturaleza del enlace. Estructura. Sistemas con grupos alquilo puente. Reactividad de los derivados alquilo. Activación de enlaces carbono-hidrógeno y carbono-carbono. Derivados Iluro. Compuestos metal-acilo. Complejos arilo, alqueno y alquino.

**Tema 3.-** Carbenos de Fischer. Métodos de preparación. Naturaleza del enlace metal-carbeno y su confirmación mediante datos estructurales. Comportamiento químico en reacciones que afectan a distintos sustituyentes y su interés en síntesis orgánica.

**Tema 4.-** Compuestos metal-alquilideno. Métodos de preparación. Naturaleza del enlace y su confirmación estructural. Comportamiento químico: procesos de descomposición térmica, ataque electrofílico, transferencia del grupo alquilideno a compuestos con enlaces C=O y C=C. Aplicaciones en síntesis orgánica. Compuestos metal-carbino/alquilidino

Aplicaciones catalíticas: (1) polimerización de olefinas; 2) Hydroformilación; 3) Metátesis de olefinas.

#### Compuestos con ligandos di- y trihapto coordinados.

##### **Tema 5.-**

Complejos  $\pi$ : Características generales y clasificación.

Complejos metal-olefina (no conjugada y conjugadas), metal-alquino y metal-ligando alqueno o alquino con heteroátomos. Naturaleza de enlace y consecuencias derivadas. Comportamiento dinámico. Síntesis. Reactividad y comportamiento químico. Aplicaciones catalíticas y estequiométricas: (1) Hidrogenación de olefinas; (2) Hidrosililación de olefinas; (3) Proceso Wacker; (4) Isomerización de olefinas; (5) Complejos bencino en síntesis orgánica.

Complejos metal-alilo. Naturaleza del enlace y comportamiento dinámico. Síntesis.

Reactividad y comportamiento químico. Aplicaciones catalíticas y estequiométricas.

### Complejos con ligandos cíclicos de distinta hapticidad.

**Tema 6.-** Especies metalloceno, bisciclopentadienilo y monociclopentadienilo. Reactividad de los metallocenos: ferroceno. Aplicaciones catalíticas. Compuestos bisareno y monoareno. Reactividad del areno coordinado.

#### Prácticos:

Las sesiones de prácticas consistirán en la realización de experiencias en el laboratorio que impliquen aspectos de síntesis, caracterización y reactividad de algunas combinaciones organometálicas representativas.

Bloques de contenido (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de clases, créditos u horas
I. Introducción	• 5 horas
II. Compuestos con enlaces sencillos o múltiples metal-carbono.	• 16 horas
III. Compuestos con ligandos di- y trihapto coordinados.	• 11 horas
IV. Complejos con ligandos cíclicos de distinta hapticidad.	• 5 horas
V. Prácticas de laboratorio	• 23 horas

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.-ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales: <b>63</b>	Clases teóricas y seminarios: 37h Prácticas de laboratorio: 23h Tutorías ECTS: 3h
Número de horas del trabajo propio del estudiante: <b>87</b>	Estudio autónomo: estudio independiente, elaboración trabajos, actividades dirigidas, y ejercicios
Total horas	150

## 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

### Actividades presenciales

- Grupo grande (T): Exposición y discusión con el alumno de los aspectos concretos de cada tema del programa en clases lectivas. El desarrollo de las lecciones se llevará a cabo en pizarra y se completará con presentaciones mediante ordenador y proyector, elaboradas por el profesor. Para la preparación y ampliación de los contenidos se utilizarán los libros recogidos en la bibliografía.
- Grupo reducido (S): Al finalizar cada tema o conjunto de temas se realizarán seminarios. Las sesiones de seminario se destinarán a debatir la aplicación e interpretación de los conocimientos adquiridos para consolidar su aprendizaje y adquirir entrenamiento en el uso de recursos bibliográficos.
- Grupo de laboratorio (P): Se realizarán prácticas de laboratorio relacionadas con los contenidos teóricos tratados que contribuyan a desarrollar su destreza experimental, capacidad de observación, de análisis de resultados y razonamiento crítico. Para la realización de las prácticas se proporcionará a los alumnos un manual de laboratorio.
- Tutorías ECTS: Asesoramiento individual en pequeños grupos sobre cuestiones planteadas, por los alumnos o por el profesor, relacionadas con el temario de la materia.

### Actividades no presenciales

- Análisis y asimilación de los contenidos de la materia. Resolución de problemas. Consulta bibliográfica. Preparación de trabajos individuales y/o grupales.
- Realización de tutorías on line.

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

### Procedimientos de evaluación

El alumno podrá ser evaluado de forma continua (EC) o mediante la realización de un examen final (EF). En ambos tipos de evaluación el alumno dispone de dos convocatorias, ordinaria y extraordinaria, para superar el correspondiente curso académico. En las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, el alumno que desee acogerse a “Evaluación por Examen Final” en la convocatoria ordinaria deberá solicitar por escrito este modo de evaluación al Decano de la Facultad.

La asistencia y superación de las sesiones experimentales de laboratorio es obligatoria, tanto en la Evaluación Continua como en la Evaluación por Examen Final. Dichas sesiones serán evaluadas mediante el seguimiento del trabajo en el laboratorio y el cuaderno de laboratorio.

### Evaluación Continua:

La asistencia a las clases de seminario y tutorías ECTS es obligatoria para los alumnos que siguen el sistema de evaluación continua. Más de un 15% de faltas injustificadas supone que el alumno será considerado no presentado en la convocatoria ordinaria.

La evaluación de la parte teórica se basará en la realización de una prueba final y ejercicios periódicos de seminario. Los ejercicios consistirán en la resolución de casos prácticos y preguntas cortas que se realizarán de forma individual o en pequeños grupos.

La realización del curso práctico es obligatoria para todos los alumnos, aunque hubieran recibido una evaluación positiva en cursos anteriores. Para recibir la evaluación positiva en dicho curso, será necesario haber asistido a todas las sesiones de prácticas en las condiciones que se señalen. Las faltas sobrevenidas por razones de fuerza mayor no supondrán una evaluación negativa, siempre y cuando no superen el 10% del tiempo del curso práctico y se ajusten a las condiciones que se especificarán al comienzo del mismo. Las ausencias no justificadas o que no cumplan con los requisitos que se especifiquen al comienzo del curso, así como las actitudes negligentes que pongan en peligro la seguridad de las personas, podrán acarrear la expulsión del curso práctico y la evaluación negativa del mismo. El curso práctico será evaluado de forma continua en función del grado de cumplimiento de los objetivos prácticos que se fijarán al comienzo del curso, así como la preparación previa de la práctica, comprensión de los fundamentos teóricos correspondientes, habilidad experimental, orden y limpieza en el trabajo, resolución de cuestiones posteriores a la realización de la práctica y elaboración del cuaderno de laboratorio. Al final del curso, el alumno recibirá una calificación de no apto, apto, notable o sobresaliente en función de los resultados obtenidos.

Los alumnos que no superen la evaluación continua tendrán que realizar un examen final en la convocatoria extraordinaria.

En todas las pruebas teóricas y prácticas será exigible el correcto uso del lenguaje y será obligatorio el uso correcto de las normas de nomenclatura y formulación de los compuestos inorgánicos.

### **Evaluación por Examen Final:**

El examen final constará de preguntas cortas y de desarrollo, cuya calificación contribuirá un 80% a la nota final.

Se plantea la posibilidad de que la prueba final en el sistema EC y el examen final (EF) se puedan realizar de forma oral.

### **Criterios de evaluación**

1. Asistencia y participación en seminarios.
2. Asimilación y comprensión de los contenidos.
3. Capacidad de aplicación de los conocimientos adquiridos.
4. Integración y comunicación de los conocimientos.
5. Interpretación de los resultados y resolución de preguntas y problemas.
6. Asistencia y realización de las prácticas de laboratorio.
7. Gestión del tiempo en las actividades planificadas y en los experimentos de laboratorio.

### **Criterios de calificación**

**Evaluación Continua.**- Convocatoria ordinaria: prueba parcial (40%), resolución periódica de ejercicios (40%) y prácticas (20%); Convocatoria extraordinaria: teoría y ejercicios (80%), prácticas (20%).

**Evaluación por Examen Final.**- Convocatorias ordinaria y extraordinaria: teoría (80%) y prácticas (20%).

El aprobado de la asignatura requiere una calificación mínima de 5,0. No están permitidas prácticas de copia o plagio, ya sea en las tareas o en las pruebas finales, en el caso de realizarlas los alumnos serán suspendidos pudiéndose estudiar posibles acciones disciplinarias.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía Básica**

- [1] Ch. Elschenbroich, Organometallics, Third, Completely Revised and Extended Edition, WILEY-VCH, 2006.
- [2] G. Carriedo, D. Miguel, Curso de Iniciación a la química organometálica, Pub. Universidad de Oviedo, 1995.
- [3] D. Astruc, Química organometálica, Editorial Reverté, 2003.

- [4] R. H. Crabtree, E. Peris, *Química organometálica de los metales de transición*, Pub. Universitat Jaume I, 1997.
- [5] W. A. Herrmann, *Synthetic Methods of Organometallic and Inorganic Chemistry*, Herrmann/Brauer G. Thieme Verlag, Stuttgart-New York, Vol 1-10, 1996.

### Bibliografía Complementaria

- [1] J. P. Collman, L. S. Hegedus, J. R. Norton, R. G. Finke, *Principles and Applications of Organotransition Metal Chemistry*, 2<sup>nd</sup> Ed., University Science Books, 1987.
- [2] J. Hartwig, *Organotransition Metal Chemistry: From Bonding to Catalysis*, University Science Books, 2009
- [3] F. A. Cotton, G. Wilkinson, C. A. Murillo, M. Bochmann, *Advanced Inorganic Chemistry*, 6<sup>th</sup> Ed., John Wiley and Sons, 1999.
- [4] E. W. Abel, F. G. A. Stone, G. Wilkinson (Eds.), *Comprehensive Organometallic Chemistry II*, Vol. 1-14, Pergamon, 1995.
- [5] R. H. Crabtree, D. M. P. Mingos, M. Bochmann (Eds.), *Comprehensive Organometallic Chemistry III*. Vol. 1-13, Elsevier, 2007.
- [6] R. H. Crabtree, *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*, 4<sup>th</sup> Ed, John Wiley and Sons, 2005.
- [7] D. Astruc, *Organometallic Chemistry and Catalysis*, Springer-Verlag, 2007.
- [8] S. E. Kegley, A. R. Pinhas, *Problems and Solutions in Organometallic Chemistry*, Oxford. Univ. Press.

### Tutoriales de la Biblioteca

- [AlfaBuah](#). Orienta en la búsqueda, selección y evaluación de información para la realización de un trabajo académico.
- [Estrategias de búsqueda y recuperación de la información](#). Muestra los pasos para obtener con mayor exhaustividad y pertinencia la información deseada cuando se realiza una búsqueda bibliográfica.
- [Fuentes de información](#). Conocer los tipos de documentos ayuda a distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se esté realizando.
- [Cómo citar](#). Guía de estilos. Recursos y ejemplos.
- [Practica tus habilidades informacionales en Ciencias y Ciencias de la Salud](#)

***La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.***