



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II / [ADVANCED INORGANIC CHEMISTRY II](#)

1.1. Código / Course number

19336

1.2. Materia / Content area

Química Inorgánica / [Inorganic Chemistry](#)

1.3. Tipo / Course type

Formación Obligatoria / [Compulsory subject](#)

1.4. Nivel / Course level

Grado / [Grade](#)

1.5. Curso / Year

3º / [3rd](#)

1.6. Semestre / Semester

2º / [2nd Spring semester](#)

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también inglés en la bibliografía y/o material docente. / [In addition to Spanish, English is also used in bibliography and/or teaching material.](#)

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Se recomienda haber superado las asignaturas Química Inorgánica I y Química Inorgánica II de 2º curso así como haber cursado la asignatura Ampliación de Química Inorgánica I de 3º Curso. / [Students should have attended Inorganic Chemistry I and II \(2nd course\) and Advanced Inorganic Chemistry I \(3rd course\).](#)



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

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

La asistencia a las actividades presenciales es obligatoria. En particular, se controlará la asistencia a las clases prácticas en aula y en laboratorio. **Attendance is mandatory. In particular, attendance will be checked in seminars and laboratory.**

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

Coordinadora:

Isabel Cuadrado Sánchez

Departamento de Química Inorgánica/ [Department of Inorganic Chemistry](#)

Facultad de Ciencias/ [Faculty of Sciences](#)

Despacho 605- Módulo 07/ [Office 605- Module 07](#)

Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 4834

Correo electrónico/[Email](#): isabel.cuadrado@uam.es

Página web/[Website](#): http://www.uam.es/grado_quimica

Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): En cualquier horario previa petición de hora.

Coordinadora de practicas de laboratorio:

Esther Delgado Laíta

Departamento de Química Inorgánica/ [Department of Inorganic Chemistry](#)

Facultad de Ciencias/ [Faculty of Sciences](#)

Despacho 510- Módulo 07/ [Office 602 Module 07](#)

Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 5268

Correo electrónico/[Email](#): esther.delgado@uam.es

Página web/[Website](#): http://www.uam.es/grado_quimica

Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): Cualquier horario, previa cita.

Enlace al profesorado del Grado en Química de la web:

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671472425/listadoCombo/Profesorado.htm>

1.11. Objetivos / **Course objectives**

El objetivo de la asignatura es conseguir, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:

1. Interpretar y predecir las propiedades de compuestos organometálicos en función de su estructura y tipo de enlace.
2. Justificar las diferentes etapas en una síntesis inorgánica.



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

3. Relacionar los hechos experimentales con los modelos teóricos que los explican adecuadamente.
4. Preparar, purificar y caracterizar compuestos organometálicos mediante técnicas de síntesis avanzadas.
5. Identificar el riesgo asociado al uso de sustancias químicas y aplicarlo en el trabajo del laboratorio.
6. Redactar un informe que recoja todo el trabajo teórico/práctico realizado en el laboratorio

Estos resultados de aprendizaje se enmarcan y contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

Básicas y generales

- CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro de su área de estudio para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CG1. Aplicar los principios del método científico.
- CG2. Buscar información en las fuentes bibliográficas adecuadas.
- CG3. Aplicar criterios de conservación del medioambiente y desarrollo sostenible.
- CG4. Aplicar los principios básicos de las distintas ramas de la Química a cualquier proceso de transformación química y a la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos.

Transversales

- CT1. Poseer capacidad para analizar información y sintetizar conceptos.
- CT3. Demostrar autonomía y capacidad para gestionar el tiempo y la información.
- CT4. Adquirir hábitos de trabajo en equipo.

Específicas

- CE01. Utilizar correctamente la terminología química: nomenclatura, convenciones y unidades.
- CE02. Distinguir los principales tipos de reacciones químicas y las características asociadas a las mismas.
- CE03. Utilizar los principios y procedimientos habituales en el análisis y caracterización de compuestos químicos.
- CE04. Obtener información estructural de los compuestos químicos mediante las técnicas espectroscópicas y estructurales adecuadas
- CE08. Utilizar los fundamentos de la cinética química, incluyendo catálisis, y la interpretación mecanística de las reacciones químicas.



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

- CE09. Aplicar conceptos de teorías de enlace, estructura y propiedades periódicas al estudio de los elementos y compuestos químicos.
- CE10. Reconocer las características específicas de la estructura y propiedades de los compuestos organometálicos.
- CE18. Manejar de forma segura productos y materiales químicos, aplicando la Normativa de Seguridad e Higiene en el Laboratorio y evaluando los riesgos asociados al uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio, incluyendo sus repercusiones medioambientales.
- CE19. Llevar a cabo correctamente procedimientos estándar en el laboratorio, incluyendo el uso de instrumentación para el trabajo sintético y analítico.
- CE21. Interpretar los hechos experimentales, relacionándolos con la teoría adecuada.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

Programa de Contenidos Teóricos

1. **Conceptos Fundamentales.** Nomenclatura y clasificación de los compuestos organometálicos según el tipo de enlace M-C. Estabilidad termodinámica y cinética de compuestos organometálicos: estabilidad térmica, frente a la hidrólisis y frente a la oxidación.
2. **Métodos de Formación de Enlaces Elemento-Carbono para los Grupos Principales.** Síntesis directa. Transmetalación. Metátesis. Hidrometalación. Inserción de carbenos. Reacción de metalación y carbometalación.
3. **Compuestos Organometálicos de Elementos de los Bloques s y p:** Síntesis, estructura, enlace, reactividad y principales aplicaciones de compuestos organometálicos de los grupos 1, 2, 13 y 14.
4. **Compuestos Organometálicos de Metales de Transición.** Características estructurales y electrónicas. Regla de los 18 electrones de valencia; excepciones. Relaciones isolobulares.
5. **Principales Tipos de Reacciones en Compuestos Organometálicos de Metales de Transición.** Sustitución de ligandos. Adición oxidante y eliminación reductora. Inserción de CO y de alquenos. Ataque de reactivos nucleófilos y electrófilos a ligandos coordinados.
6. **Compuestos Organometálicos con Ligandos Dadores- σ .** Alquilos metálicos. Estabilidad. Eliminación de hidrógeno β y enlace agóstico.
7. **Compuestos Organometálicos con Ligandos Dador- σ /Aceptor- π .** Carbonilos de metales de transición.
8. **Compuestos con Enlace Múltiple M-C.** Carbenos metálicos: principales tipos y características diferenciales.



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

9. **Compuestos Organometálicos con Ligandos Dador- σ /Dador- π /Aceptor- π .** Compuestos organometálicos con olefinas. Metalocenos y derivados. Arenos metálicos y otros compuestos *sandwich*.
10. **Principales Aplicaciones de los Compuestos Organometálicos.** Catálisis con compuestos organometálicos. Química bioorganometálica.

Programa de Contenidos Prácticos

En la parte experimental de la asignatura se aborda la preparación y caracterización de los siguientes ejemplos representativos de compuestos organometálicos:

- Tetracarbonilhidruroferrato(0) de potasio y transformación en *trans*-tricarbonilbis(trifenilfosfina)hierro(0): $\text{Fe}(\text{CO})_3(\text{PPh}_3)_2$.
- Nonacarbonildihierro(0): $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$.
- Bis[(η^5 -ciclopentadienil)(dicarbonil)hierro(I)]: $[(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)\text{Fe}(\mu\text{-CO})(\text{CO})]_2$.
- Iododicarbonil(η^5 -ciclopentadienil)hierro(II) ($\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$) $\text{Fe}(\text{CO})_2\text{I}$.
- Arenos derivados de Cr(0) y Mo(0): $\text{M}(\eta^6\text{-areno})(\text{CO})_3$ (M=Cr, Mo; areno=anisol, mesitileno, tolueno).
- Poli(dimetilsiloxano) (*silicona*).
- Carbonilos metálicos sustituidos $\text{W}(\text{CO})_4(\text{bipy})$ (bipy = 2,2'-bipiridina) y $\text{Mo}(\text{CO})_4\text{L}_2$, L = piperidina o PPh_3 .

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Bibliografía sobre Compuestos Organometálicos (por orden alfabético)

- Astruc, D., *Organometallic Chemistry*, Springer, 2010. Traducida la 1ª edición francesa, Ed. Reverté, 2003. (incluye ejercicios).
- Bochmann, M., *Organometallics 1. Complexes with Transition Metal-Carbon σ -Bonds*, Oxford University Press, 1996.
- Bochmann, M., *Organometallics 2. Complexes with Transition Metal-Carbon π -Bonds*, Oxford University Press, 1996.
- Crabtree, R., *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*, 5ª ed. Wiley, 2009 (incluye ejercicios). 2ª ed. traducida: P. Fajarnes, Universitat Jaume I, 1997. (incluye ejercicios).
- Elschenbroich, C., *Organometallics*, 3ª Ed. Wiley-VCH, 2006.
- Huheey, J.E. *Inorganic Chemistry. Principles of Structure and Reactivity*, 4ª ed., Harper Collins, Traducción: *Química Inorgánica. Principios de Estructura y Reactividad*. Oxford University Press, 2001 (ejercicios).
- Jaouen, Gerard (ed.) *Bioorganometallics*. Wiley VCH. 2006.
- Powell P. *Principles of Organometallic Chemistry*, Chapman-Hall 1998.



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Material Didáctico para la asignatura

Se facilita al alumno material didáctico para seguir la asignatura (copia de las presentaciones en power-point) y enunciados de los problemas y cuestiones para realizar en clase y en casa. Este material podrá ser obtenido, con antelación a las clases, en Moodle, en reprografía o a través del profesor.

Direcciones de Internet de interés:

- <http://www.ilpi.com/organomet/index.html>
R. Toreki. The Organometallic Hypertextbook
- <http://www.cem.msu.edu/~reusch/VirtualText/intro1.htm#contnt>
Virtual Textbook of Organic Chemistry, Organometallic Chemistry.
- <http://www.chem.ox.ac.uk/icl/dermot/organomet/>
Mechanisms of organometallic reactions and homogeneous catalysis. D. O'Hare, University of Oxford.

Bibliografía recomendada para tratar aspectos experimentales

- *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.
- *Microscale Inorganic Chemistry: A Comprehensive Laboratory Experience* Szafran, Z.; Pike, R. M.; and Singh, M. M.; Wiley-Sons, 1991.
- *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds, Part A, Theory and Applications in Inorganic Chemistry*, 6ª Ed. K. Nakamoto, Wiley, 2010.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

2a. Actividades Formativas

- **Presenciales:**
Clases teóricas; Clases prácticas en aula; Clases prácticas de laboratorio; Tutorías individuales y/o en grupos reducidos.
- **No presenciales:**
Estudio y trabajo autónomo individual.

2b. Metodologías Docentes

Método expositivo, resolución de ejercicios y problemas, prácticas de laboratorio.



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Desarrollo de la Dinámica Docente

La asignatura se desarrollará de acuerdo con las **actividades formativas** que se detallan a continuación:

Actividades Presenciales:

- 1. Clases teóricas participativas:** De acuerdo al temario presentado, el profesor explicará los conceptos básicos de cada tema, resaltando los aspectos nuevos y/o de especial complejidad. La asimilación de estas clases permitirá que el alumno pueda desarrollar los ejercicios y cuestiones que se le propongan como trabajo personal que serán tratados en las clases prácticas en aula. El objetivo es facilitar que los alumnos adquieran las competencias CE01, CE02, CE08, CE10.
- 2. Clases prácticas en aula:** Las clases prácticas serán seminarios de obligada asistencia. A lo largo del curso, el profesor propondrá un amplio conjunto de ejercicios y cuestiones que el alumno deberá solucionar durante el tiempo de trabajo personal. Estos ejercicios se resolverán y discutirán en clase, fomentando la participación activa de los alumnos. Los enunciados de los ejercicios se entregarán con la suficiente antelación. En estos seminarios se aplicarán y completarán los conceptos teóricos adquiridos por los estudiantes, permitiendo así que el alumno afiance los conocimientos que se han impartido en las clases teóricas. En horarios de clases prácticas en aula, los alumnos podrán realizar por escrito y de forma individual, una prueba de conocimiento de quince minutos de duración, para evaluar su grado de aprendizaje en distintos momentos del curso. El objetivo es contribuir a que los alumnos adquieran las competencias CB2, CB3, CG1, CG4, CT1, CE01, CE03, CE09, CE10.
- 3. Prácticas de laboratorio.** Se realizarán unas 10 sesiones prácticas de tres horas. A lo largo de las mismas, cada alumno hará varias prácticas sobre los compuestos organometálicos indicados en el programa. Los alumnos tendrán a su disposición los guiones de las mismas y/o el material bibliográfico que sea necesario. Antes de realizar cada práctica, el alumno debe conocer su fundamento teórico y el procedimiento experimental a seguir. El profesor explicará aspectos relevantes a tener en cuenta y realizará preguntas para determinar el grado de comprensión del experimento. Durante el desarrollo de la práctica, el alumno debe anotar todo lo realizado y observado en su cuaderno de laboratorio y, al finalizar, entregará un informe que recogerá los resultados obtenidos, y las respuestas a las cuestiones formuladas. El objetivo será que los alumnos adquieran las competencias CG2, CG3, CG4, CT3, CT4, CE01, CE02, CE03, CE04, CE18, CE19 y CE21.
- 4. Tutorías**
Las tutorías, enfocadas fundamentalmente a la resolución de dudas, se realizarán de forma individual, o en grupos muy reducidos, a lo largo de todo el curso, en horario previamente fijado de acuerdo con el profesor.



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

5. Realización de control de evaluación.

Los alumnos realizarán por escrito y de forma individual, una prueba de evaluación formativa de 1 hora de duración, para evaluar su grado de aprendizaje hacia mediados del curso. El objetivo será que los alumnos adquieran las competencias CT1, CT3, CE01 y CE09.

6. Estudio y trabajo autónomo individual y tareas on line

Aprendizaje autónomo académicamente dirigido por el profesor a través de las tareas publicadas en Moodle y otras actividades. El objetivo será contribuir a que los alumnos adquieran las competencias CT1, CT3, CT4, CE2, CE8 y CE9.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

Con carácter aproximado y dependiendo del calendario académico, el tiempo dedicado a las diferentes actividades formativas y de evaluación de los estudiantes se distribuirá del siguiente modo

Tipo actividad	Actividad	Número horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	29	
	Clases prácticas en aula	9	
	Prácticas de laboratorio	30	
	Realización de examen y control	4	
	Tutorías individuales y/o grupos reducidos	1	
	Total Presencial	73	
No Presencial	Estudio y trabajo autónomo individual	67	
	Preparación de prácticas y elaboración de informes	10	
	Total No Presencial	77	
	Total	150 créditos	100%



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

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

Los resultados del aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso, buscando que el estudiante avance de forma regular y constante en la asimilación de los contenidos de la asignatura. Para ello, se valorarán los ejercicios entregados, la participación en clases teóricas y prácticas en aula, y se realizará un control a mediados del semestre, además de evaluar el trabajo diario en el laboratorio y la entrega de informes de prácticas. La evaluación se completa con la realización de un examen escrito sobre las prácticas realizadas y un examen teórico al final del semestre. La contribución de los diferentes métodos de evaluación a la calificación final se indica seguidamente:

Convocatoria ordinaria:

- La entrega de ejercicios en las clases prácticas en aula y la participación en las mismas y en las clases teóricas supondrá un 10% de la calificación final.
- El control realizado en el aula tendrá una contribución del 20%.
- El examen realizado al final del semestre contribuirá en un 45%. Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una calificación igual o superior a 5 (sobre 10). El examen se realizará en la fecha aprobada por la Junta de Facultad y publicada antes del periodo de matrícula.
- Las prácticas de laboratorio realizadas tendrán una contribución del 25%. Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una calificación mínima de 5 (sobre 10) en las prácticas de laboratorio. La evaluación de dichas prácticas se realizará de la siguiente forma:
 - El 50% de la calificación se basará en la evaluación continua del trabajo realizado, que implica la asistencia (obligatoria), la preparación y exposición de la práctica, su realización, los informes entregados y el seguimiento de las normas de seguridad.
 - El 50% corresponde al examen escrito, realizado al final del periodo de laboratorio, sobre las prácticas realizadas.

Para poder aprobar las prácticas es imprescindible entregar todos los informes y sacar en el examen escrito una calificación mínima de 5.

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

Convocatoria extraordinaria:

En la convocatoria extraordinaria, el examen tendrá una contribución del 75%, mientras que las prácticas de laboratorio conservarán su 25%.

Los alumnos que en la convocatoria ordinaria hubieran obtenido una calificación inferior a 5 en las prácticas de laboratorio, deberán realizar un examen teórico-



Asignatura: AMPLIACIÓN de QUÍMICA INORGÁNICA II
Código: 19336
Centro: Ciencias
Titulación: Grado en Química
Curso Académico: 2016 - 2017
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

práctico de las mismas, siendo la calificación obtenida la que contribuiría en un 25% a la calificación final.

Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una calificación mínima de 5 (sobre 10), tanto en las prácticas de laboratorio como en el examen teórico de la convocatoria extraordinaria.

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

Sistema de Evaluación	Ponderación Convocatoria ordinaria	Ponderación Convocatoria extraordinaria
Ejercicios y participación en clases teóricas y prácticas en aula	10%	-
Control en el aula	20%	-
Examen escrito	45%	75%
Prácticas de laboratorio	25%	25%

5. Cronograma* / Course calendar

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

BLOQUE / Temas	ESTIMACIÓN SEMANAS / Temas
1	2
2 y 3	3
4	2.5
5	3.5
6-8	2
9-10	2
TOTAL	15 SEMANAS

*Este cronograma tiene carácter orientativo.