



Guía Docente:

QUÍMICA ORGANOMETÁLICA. APLICACIONES EN CATÁLISIS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2013-2014



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Química Organometálica. Aplicaciones en catálisis
NÚMERO DE CRÉDITOS:	6
CARÁCTER:	Optativa
MATERIA:	Química Inorgánica Avanzada
MÓDULO:	Avanzado
TITULACIÓN:	Grado en Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Primero (cuarto curso)
DEPARTAMENTO/S:	Química Inorgánica I

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A	
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: MERCEDES CANO ESQUIVEL Departamento: Química Inorgánica I Despacho: QA-207 e-mail: mmcano@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ ANTONIO CAMPO SANTILLANA Departamento: Química Inorgánica I Despacho: QA-211 e-mail: jacampo@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Se pretende que el alumno adquiera los conocimientos adecuados que le permitan conocer y relacionar la estructura, propiedades, reactividad y aplicaciones de los compuestos organometálicos.

También se pretende que los estudiantes adquieran destreza en la síntesis y manipulación de los compuestos organometálicos, así como en la utilización de las diferentes técnicas para el estudio y la caracterización de dichos compuestos.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer y clasificar los diferentes tipos de compuestos organometálicos.
- Predecir la estabilidad y reactividad de los distintos tipos de compuestos organometálicos, y proponer métodos de síntesis.
- Aplicar las técnicas de caracterización idóneas al análisis de los compuestos organometálicos.
- Demostrar la utilidad de los compuestos organometálicos en distintos aspectos de la Ciencia y Tecnología actuales.



- Describir la utilidad de los compuestos organometálicos como catalizadores en procesos industriales.
- Adquirir destreza en la síntesis, manipulación y caracterización de compuestos organometálicos.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Conocimiento de la química de los compuestos de coordinación: estructura, enlace y reactividad. Técnicas físicas utilizadas en la caracterización de compuestos de coordinación. Procedimientos sintéticos de compuestos de coordinación.

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber superado las materias *Química Inorgánica* y *Química Orgánica*.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos

Fronteras y tendencias actuales de la Química Organometálica. Compuestos organometálicos de los elementos de los grupos principales. Compuestos organometálicos de los elementos de transición: compuestos con ligandos σ -dadores, compuestos con ligandos π -dadores. Conceptos y reacciones básicas en catálisis homogénea. Catálisis homogénea en la industria química. Aspectos interdisciplinarios de la Química Organometálica.

Contenidos prácticos

Síntesis y caracterización de compuestos organometálicos.

■ PROGRAMA:

TEÓRICO:

- 1. Introducción al estudio de los compuestos organometálicos.** Revisión, características y propiedades. Fronteras y tendencias actuales de la Química Organometálica.
- 2. Compuestos organometálicos de los elementos de los grupos principales.** Estabilidad. Reactividad. Descriptiva y principales aplicaciones: compuestos organolíticos, organomagnésicos, organoalumínicos. Compuestos organosilícicos: estudio particular de las siliconas.
- 3. Compuestos organometálicos de los elementos de transición.** Características generales. Tipos de ligandos. Estabilidad.
- 4. Compuestos con ligandos σ -dadores.** Derivados con ligandos alquilo, arilo, hidruro y relacionados. Compuestos con ligandos carbonilo y fosfina. Analogía isolobular. Carbenos y carbinos. Aspectos sintéticos. Reactividad. Aplicaciones.



- 5. Compuestos con ligandos π -dadores.** Ligandos olefina, poliolefina y alquino en Química Organometálica. Derivados con ligandos alilo y enilo. Complejos con ligandos cíclicos C_nH_n (ciclopentadienilo, areno y relacionados). Procesos dinámicos. Reactividad y aplicaciones.
- 6. Aplicaciones catalíticas de los compuestos organometálicos.** Conceptos y reacciones fundamentales en catálisis homogénea. Catálisis homogénea en la industria química. Hidrogenación homogénea. Oxidaciones en fase homogénea. Procesos con participación de CO: síntesis de ácido acético, carbonilación del acetato de metilo, hidroformilación y reacciones relacionadas. Hidrocianación. Polimerización de olefinas. Metátesis de olefinas. Catálisis asimétrica: influencia farmacológica. Hidrodesulfuración. Reacciones de activación: activación de hidrógeno, alcanos, dióxido de carbono.
- 7. Otros temas de interés (*).** Derivados de fullerenos con metales de transición. Materiales moleculares basados en compuestos organometálicos. Química Organometálica e Industria. Química Bioorganometálica.

(*) Estos temas pueden ser modificables, y opcionalmente utilizados para su elaboración y presentación por parte de los alumnos.

PRÁCTICO:

1. Preparación, propiedades y reactividad del ferroceno.
2. Elucidación espectroscópica de sistemas metal-alilo.
3. Compuestos carbonílicos de metales del grupo 6. Síntesis, reactividad y caracterización espectroscópica.
4. Preparación y caracterización de compuestos organometálicos con ligandos π -dadores.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1-MA1:** Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.
- **CG2-MA1:** Valorar la importancia de la Química y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica.
- **CG2-MA2:** Relacionar áreas interdisciplinarias en plena expansión, y tomar conciencia de la importancia que la investigación interdisciplinaria tiene en el avance de la Ciencia.
- **CG3-MA1:** Demostrar una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de Química o en áreas multidisciplinares.
- **CG4-MA1:** Plasmar los conocimientos específicos de cada materia en el lenguaje científico universal, entendido y compartido interdisciplinariamente.



- **CG7-MA1:** Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la solución de problemas en Química y seleccionar el método más adecuado para resolverlos.
- **CG8-MA1:** Valorar investigaciones y estudios detallados en el campo de la Química.
- **CG11-MA1:** Manejar instrumentación para análisis, síntesis e investigaciones estructurales.
- **CG13-MA1:** Desarrollar buenas prácticas científicas de medida y experimentación.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE9-MAQI5:** Reconocer las diferentes familias de compuestos organometálicos.
- **CE9-MAQI6:** Reconocer la utilidad de los compuestos organometálicos como catalizadores en procesos industriales.
- **CE10-MAQI1:** Predecir la estabilidad y reactividad de los distintos tipos de compuestos organometálicos y proponer métodos de síntesis.
- **CE10-MAQI2:** Aplicar la información de técnicas de caracterización espectroscópica al análisis de los compuestos organometálicos.
- **CE10-MAQI3:** Demostrar destreza en la síntesis, manipulación y caracterización de compuestos organometálicos.

■ TRANSVERSALES:

- **CT1-MA1:** Elaborar y escribir memorias e informes de carácter científico y técnico.
- **CT2-MA1:** Trabajar en equipo.
- **CT3-MA1:** Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico.
- **CT4-MA1:** Seleccionar el método más adecuado para resolver un problema planteado.
- **CT5-MA1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas.
- **CT5-MA2:** Manejar bibliografía y bases de datos especializadas, y de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT7-MA1:** Usar programas informáticos que sirvan, en el mundo de la Química, para calcular, diseñar, simular, aproximar y predecir.
- **CT8-MA1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales más habituales.
- **CT11-MA1:** Desarrollar trabajo autónomo.
- **CT12-MA1:** Desarrollar sensibilidad hacia temas medioambientales y preservación del medioambiente.

VI.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al final de esta asignatura, el estudiante debe ser capaz de:

- Clasificar los compuestos organometálicos en función del enlace.



- Identificar los distintos tipos de ligandos y clasificarlos en función de su naturaleza y capacidad coordinativa.
- Describir el enlace formado en los diferentes tipos de compuestos organometálicos.
- Explicar las diferencias entre los compuestos organometálicos de elementos de grupos principales y de transición.
- Aplicar la teoría de orbitales frontera y la analogía isolobular para interpretar la estructura de compuestos organometálicos.
- Describir las principales reacciones en que participan los diferentes tipos de compuestos.
- Predecir la estabilidad de los compuestos organometálicos.
- Identificar procesos dinámicos de compuestos organometálicos en disolución.
- Describir las principales aplicaciones de los compuestos organometálicos.
- Identificar la utilidad de compuestos organometálicos en procesos catalíticos homogéneos.
- Describir el interés de la catálisis homogénea con catalizadores organometálicos en la industria.
- Analizar diferentes procesos catalíticos.
- Describir y utilizar los principales procedimientos sintéticos de compuestos organometálicos.
- Aplicar técnicas espectroscópicas para caracterizar compuestos organometálicos, e interpretar los resultados obtenidos.
- Reconocer la importancia de los compuestos organometálicos en el mundo actual.

VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos (horas)
Clases teóricas	30	50	3,2 (80)
Seminarios (teoría)	7,5	12,5	0,8 (20)
Tutorías/Trabajos dirigidos	5	7,5	0,5 (12,5)
Laboratorios	12	9	0,84 (21)
Preparación de trabajos, conferencias y exámenes	9,5	7	0,66 (16,5)
Total	64	86	6 (150)

VIII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. La asignatura se desarrolla durante el primer semestre del cuarto curso del Grado. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en **clases expositivas o magistrales de teoría, clases de seminario, tutorías, actividades dirigidas y clases prácticas.**



Las **clases de teoría** (2 horas/semana) serán expositivas y en ellas el profesor presentará de forma ordenada los conceptos teóricos y hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura, haciendo énfasis en aquellos aspectos más relevantes a efectos de entender la relación estructura-propiedades-aplicaciones. Así mismo, se presentarán ejemplos que clarifiquen los diferentes tópicos abordados. Al comienzo de cada tema se expondrá su contenido y los objetivos principales que se pretenden alcanzar. Al final del tema se podrán sugerir nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras asignaturas. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos el material docente apropiado, bien en fotocopias o bien a través del **Campus Virtual**.

Las **clases de seminarios** (0,5 horas/semana) tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de un conjunto de ejercicios (cuestiones y/o problemas). Con anterioridad se entregará a los estudiantes una relación de los mencionados ejercicios para que intenten su resolución previa a las clases de seminario. El profesor resolverá algunos de los ejercicios propuestos, mientras que los alumnos expondrán los resultados obtenidos de su trabajo personal, lo que permitirá abrir un cierto debate científico. En algunos casos se realizará también una puesta en común de los resultados logrados, para lo cual se podrá trabajar previamente en grupos reducidos.

Se podrán realizar **exámenes cortos o plantear resolución de cuestiones** para valorar la evolución de los alumnos y el grado de consecución de conocimientos que van adquiriendo.

Con el objeto de realizar un seguimiento más personalizado de los estudiantes, y potenciar el trabajo autónomo en grupo, se propondrán una serie de **actividades dirigidas**.

Cada grupo de alumnos deberá preparar un **trabajo** breve, relacionado con los contenidos de la asignatura. Ello permitirá que los estudiantes pongan en práctica sus capacidades en la obtención de información, empleando la bibliografía o recursos adecuados, lo que también les permitirá desarrollar habilidades relacionadas con las tecnologías de la información. En la elaboración y presentación de los trabajos se ejercitará la capacidad de explicar, esquematizar y comunicar. Cada grupo de alumnos realizará una presentación oral, que será analizada críticamente y sobre la que los restantes compañeros podrán plantear cuestiones o dudas. Adicionalmente entregarán un resumen de los contenidos expuestos que será evaluado por el profesor.

El profesor programará **tutorías dirigidas** (5 horas/semestre) en grupos reducidos de alumnos sobre cuestiones planteadas, por ellos o por el profesor, relacionadas con el temario de la asignatura. Ellas servirán para conocer las capacidades de los alumnos en la adquisición de conocimientos y competencias de la materia, así como para el asesoramiento en la realización de las diferentes actividades propuestas en el desarrollo de la asignatura. También se dispone de la posibilidad de utilizar las **tutorías individuales** (programadas dentro de la actividad docente del profesor) con el fin de resolver dudas, cuestiones, etc., u otros aspectos relacionados con la asignatura.

Como actividades adicionales para lograr los objetivos propuestos, se podrán programar **conferencias** impartidas por profesores de otras universidades o centros de investigación sobre temas de máxima actualidad o interés, de las que los alumnos tendrán que presentar un resumen y/o responder a un breve cuestionario.

También es previsible programar **visitas a industrias o laboratorios** relacionados con Química Organometálica, a efectos de identificar relaciones entre los contenidos teóricos adquiridos y la aplicabilidad industrial de los compuestos organometálicos.



Se desarrollarán **prácticas de laboratorio** con contenidos directamente relacionados con los teóricos y que servirán de complemento y apoyo a las clases magistrales y seminarios. El trabajo experimental de laboratorio se realizarán en dos sesiones semanales (3 horas/sesión) durante dos semanas. En cada una se llevarán a cabo experimentos seleccionados entre los propuestos en el programa práctico de la asignatura y que se recogerán en un guión de prácticas. Estas sesiones permitirán al alumno conocer las técnicas de síntesis y caracterización de los compuestos organometálicos, y adquirir destrezas y habilidades experimentales.

Para la realización de las prácticas se entregará a los alumnos un guión que recoja la propuesta experimental, así como los aspectos teóricos básicos para su desarrollo. Previamente a la realización de las prácticas los estudiantes deberán completar la información que se les suministra, adquiriendo a través de la bibliografía todos aquellos datos e información que sea necesaria. A continuación, llevarán a cabo el trabajo práctico e irán desarrollando paralelamente una memoria de su trabajo, que refleje de manera detallada cada una de las operaciones realizadas. El profesor lo supervisará y discutirá con el estudiante, resolviendo las dudas que se le hayan presentado durante el desarrollo del trabajo. La memoria de laboratorio se entregará al profesor al final de las sesiones de prácticas.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. A continuación se relacionan textos recomendados de carácter general.

- Astruc, D.: *“Organometallic Chemistry and Catalysis”*, Springer, Heidelberg, 2007.
- Elschenbroich, Ch.: *“Organometallics”*, 3rd ed., VCH Publishers, Nueva York, 2006.
- Crabtree, R. B.: *“The Organometallic Chemistry of the Transition Metals”*, 4th ed., Wiley, Nueva York, 2005. (Traducción al castellano de la segunda edición, 1997).

■ COMPLEMENTARIA:

- Hartwig, J.: *“Organotransition Metal Chemistry: From Bonding to Catalysis”*, University Science Books, Sausalito, California, 2010.
- Hill, A. F.: *“Organotransition Metal Chemistry”*, Royal Society of Chemistry, Londres, 2002.
- Kegley, S. E.; Pinhas, A. E.: *“Problems and Solutions in Organometallic Chemistry”*, University Science Books, Sausalito, California, 1986.
- Oro, L. A.; Solá, E.: *“Fundamentos y Aplicaciones de la Catálisis Homogénea”*, Universidad de Zaragoza, 2000.
- Spessard, G. O.; Miessler, G. L.: *“Organometallic Chemistry”*, 2nd ed., Oxford University Press, Nueva York, 2010.



- Van Leeuwen, P. W. N. M.: *“Homogeneous Catalysis: Understanding the Art”*, Kluwer, Dordrecht, 2004.
- Whyman, R.: *“Applied Organometallic Chemistry and Catalysis”*, Oxford University Press, Oxford, 2001.

Además de los textos básicos y complementarios, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.

X.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas así como a todas las sesiones de laboratorio. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos, y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

■ EXAMEN FINAL: 40%

La evaluación de las competencias adquiridas en la parte teórica de la asignatura (CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, CT3-MA1, CT4-MA1) se llevará a cabo mediante la realización de un examen final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 3,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura.

■ TRABAJO PERSONAL: 30%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno se lleva a cabo teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Destreza en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente.
- Valoración del trabajo realizado en los seminarios.
- Evaluación de las tutorías programadas en grupo, de asistencia obligatoria.
- Resolución de cuestionarios tipo test o preguntas cortas realizadas al final de cada bloque de contenidos de la asignatura.
- Presentación de resúmenes o cuestionarios relacionados con las conferencias que se programen.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, de las específicas CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, y de las transversales CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1.



■ ACTIVIDADES DIRIGIDAS:

15%

Los alumnos desarrollarán, en grupos reducidos, un trabajo seleccionado y relacionado con la asignatura. Cada grupo, a través de la exposición y presentación de dicho trabajo, se someterá a la evaluación del profesor, así como a las preguntas de sus compañeros. El profesor valorará tanto el conjunto del trabajo como la claridad de la presentación y el análisis crítico efectuado por los compañeros.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, de las específicas CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, y de las transversales CT1-MA1, CT2-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT12-MA1.

■ PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

15%

La asistencia a las sesiones experimentales de laboratorio es **obligatoria**. Sólo podrán realizarse cambios de grupo por causas justificadas.

El trabajo en el laboratorio será evaluado mediante la valoración de los procedimientos experimentales utilizados, de la aptitud y actitud del alumno en las sesiones y del progreso observado en el alumno.

Se valorará también la memoria del laboratorio realizada por cada alumno durante el período de prácticas. El profesor evaluará la elaboración, presentación e interpretación de los resultados obtenidos así como la capacidad de síntesis.

Esta actividad reforzará los conocimientos adquiridos por el alumno, tanto en las clases presenciales de teoría y seminarios, como en las restantes actividades del curso, lo que redundará en el afianzamiento de todas las competencias generales, específicas y transversales.

Con esta actividad se evalúan las competencias generales CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, CG11-MA1, CG13MA1, las específicas CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, CE10-MAQI3, y las transversales CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Introducción al estudio de los compuestos organometálicos	Teoría	1	1	1ª Semana	1ª Semana
2. Compuestos organometálicos de los elementos de los grupos principales	Teoría	4	1	1ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	1		
	Tutoría programada*	1	2	4ª Semana	
3. Compuestos organometálicos de los elementos de los grupos de transición	Seminario	1,5	1	3ª Semana	3ª Semana
4. Compuestos con ligandos σ -dadores	Teoría	4	1	4ª Semana	5ª Semana
	Seminario	1	1		
	Tutoría programada*	1	2	7ª Semana	
5. Compuestos con ligandos π -dadores	Teoría	8	1	6ª Semana	9ª Semana
	Seminario	2	1		
	Tutoría programada*	1	2	10ª Semana	
6. Aplicaciones catalíticas de los compuestos organometálicos	Teoría	13	1	10ª Semana	15ª Semana
	Seminario	2	1		
	Tutoría programada*	2	2	12ª y 15ª Semanas	
7. Otros temas de interés	Elaboración y presentación trabajos			(**)	
Prácticas de laboratorio	4 Sesiones de laboratorio	3	4	4 días (3 h./día)	

PLANIFICACIÓN POR GRUPO DE TEORÍA

(**) Grupos de 3-4 alumnos en función del número de alumnos matriculados.

* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación del resto de asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Teoría	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG7-MA1, CG8-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQII, CE10-MAQI2, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1, CT12-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones y nuevas propuestas. 	<ul style="list-style-type: none"> Toma de apuntes. Resolución de cuestiones. Ampliación de los aspectos tratados. Consulta bibliográfica. Desarrollo de nuevas propuestas. Formulación de preguntas y dudas. 	<ul style="list-style-type: none"> Calificación de las respuestas realizadas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos. 	30	50	80	30 %
Seminarios	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQII, CE10-MAQI2, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas y al desarrollo de los métodos experimentales. Planteamientos de nuevas cuestiones. 	<ul style="list-style-type: none"> Toma de apuntes. Resolución de ejercicios y cuestiones. Formulación de preguntas y dudas. 	<ul style="list-style-type: none"> Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas para la resolución de cuestiones 	7,5	12,5	20	
Tutorías	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG7-MA1, CG8-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQII, CE10-MAQI2, CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones. 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta al profesor sobre las dificultades que encuentra en el estudio y preparación de la materia. Resolución de las cuestiones planteadas. 		5	7,5	12,5	



Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Conferencias	CG2-MA1, CG2-MA2, CG4-MA1, CG8-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, CT1-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT8-MA1, CT11-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del conferenciante y del tema de la conferencia. Planteamiento de cuestiones 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de resúmenes de las conferencias. Resolución de cuestiones planteadas 	<ul style="list-style-type: none"> Valoración de los resúmenes o cuestiones planteadas en relación con las conferencias. 	2	3	5	
Actividades dirigidas	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, CT1-MA1, CT2-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT8-MA1, CT12-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta y valoración crítica de trabajos. 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperación con los compañeros y análisis crítico de los trabajos de otros grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> Valoración del trabajo y de los análisis realizados. 	1,5	4	5,5	15 %
Exámenes	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, CT3-MA1, CT4-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno. 	<ul style="list-style-type: none"> Preparación y realización de los exámenes. 	<ul style="list-style-type: none"> Corrección y valoración de los exámenes. 	6	--	6	40 %
Laboratorios	CG1-MA1, CG2-MA1, CG2-MA2, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, CG11-MA1, CG13MA1, CE9-MAQI5, CE9-MAQI6, CE10-MAQI1, CE10-MAQI2, CE10-MAQI3, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT7-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1	<ul style="list-style-type: none"> Explicación y supervisión del procedimiento experimental. Enseñanza de la interpretación y discusión de las experiencias realizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Realización y análisis de los experimentos. Elaboración de la memoria del laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación continua de la actitud y aptitud del alumno en el laboratorio. Valoración de la memoria. 	12	9	21	15 %

P : presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación