

COMPUESTOS DE COORDINACIÓN Y ORGANOMETÁLICOS

Curso 2013/2014

(Código:61032089)

1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura "Compuestos de coordinación y organometálicos" es de carácter teórico. Esta asignatura, como su nombre indica, aborda un tipo de sustancias complejas constituidas por dos o más especies químicas, cada una de ellas con existencia propia e independiente. El estudio de esta asignatura dará una visión clara al estudiante sobre determinados aspectos referidos a los compuestos de coordinación y organometálicos, entre los que se encuentran el tipo de enlace, su estructura y geometría, en cada caso, así como sus propiedades y reactividad. Finalmente, se contempla el papel de algunos de estos compuestos organometálicos en la naturaleza y en los seres vivos, subdisciplina conocida en la Química Inorgánica con el nombre de Bioinorgánica.

Es importante mencionar que el programa de la asignatura incluye, en primer lugar, un tema introductorio a los elementos metálicos, en el que se tratan las características principales de los metales de transición, una de las partes esenciales en los compuestos de coordinación y organometálicos.

2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

La asignatura se encuentra englobada dentro de la materia obligatoria "Química Inorgánica", que forma parte, a su vez, del "Módulo de Materias Fundamentales (129 ECTS)", del Plan de Estudios del Grado en Química.

La materia "Química Inorgánica", que se imparte a lo largo de los cursos segundo y tercero del Grado, consta de 28 ECTS y está formada por seis asignaturas; cuatro de ellas de carácter teórico, como son Química de los elementos no metálicos (5 ECTS), Compuestos de coordinación y organometálicos (6 ECTS), Química de los elementos metálicos (6 ECTS) y Compuestos inorgánicos de estructura compleja (5 ECTS), y dos de carácter práctico, Introducción a la experimentación en Química Inorgánica y Química Orgánica (3 ECTS) y Experimentación en Química Inorgánica y Química Orgánica (6 ECTS en total, pero sólo 3 ECTS correspondientes a la materia de Química Inorgánica).

Se trata de una asignatura que se imparte en el segundo semestre de segundo curso.

Esta asignatura desarrolla una serie de competencias genéricas y específicas del título, que son las que se detallan a continuación:

Competencias genéricas:

- Iniciativa y motivación.
- Planificación y organización.
- Manejo adecuado del tiempo.
- Análisis y Síntesis.
- Aplicación de los conocimientos a la práctica.
- Razonamiento crítico.
- Toma de decisiones.
- Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros.
- Motivación por la calidad.



- Comunicación y expresión escrita.
- Comunicación y expresión oral.
- Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica.
- Competencia en el uso de las TIC.
- Competencia en la búsqueda de información relevante.
- Competencia en la gestión y organización de la información.
- Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación.
- Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros.
- Compromiso ético (por ejemplo, para la realización de trabajos sin plagio).
- Sensibilidad hacia temas medioambientales.

Competencias específicas:

- Conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la Química.
- Conocimiento de la terminología química: nomenclatura, términos, convenios y unidades.
- Conocimiento de los principales compuestos de coordinación y organometálicos, así como de la importancia de algunos de ellos en el desempeño de determinadas funciones biológicas.
- Conocimiento del impacto práctico de la Química en la vida: industria, medio ambiente, farmacia, salud, agroalimentación, etc.
- Una base de conocimientos que posibilite continuar los estudios en áreas especializadas de Química o áreas multidisciplinarias, y en múltiples dominios de aplicación, tanto tradicionales como nuevos.
- Capacidad para aplicar sus conocimientos químicos, teóricos y prácticos, a la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos en los ámbitos de la Química.
- Capacidad de aplicar los conocimientos de Química a un desarrollo sostenible en los contextos industrial, económico, medioambiental y social.
- Habilidad para evaluar, interpretar y sintetizar datos e información química.
- Capacidad para relacionar la Química con otras disciplinas.

3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Es recomendable que antes de cursar esta asignatura se tenga superadas las asignaturas de primer curso que forman parte de la materia "Química", así como la asignatura "Química de los elementos no metálicos", de segundo curso del Grado en Química.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer e identificar el enlace, la estructura en los compuestos de coordinación, sus espectros electrónicos y sus propiedades magnéticas
- Ser capaces de relacionar el enlace y la estructura con las propiedades de los compuestos de coordinación.
- Conocer los métodos de obtención y tipos de reacciones más importantes, incluyendo los aspectos termodinámicos y cinéticos.
- Conocer cómo es el enlace químico en los compuestos organometálicos, sus estructuras, reacciones y propiedades más importantes.
- Saber formular y nombrar los compuestos de coordinación y organometálicos.
- Ser consciente del relevante papel que algunos compuestos de coordinación desempeñan en los organismos vivos (Bioinorgánica).

5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La asignatura está organizada en tres Bloques Temáticos; el primero de ellos, compuesto de cinco Temas, está dirigido al



estudio de los compuestos de coordinación mientras que el Bloque Temático II, distribuido en tres Temas, trata, de manera muy sucinta, aspectos generales de los compuestos organometálicos. Finalmente el Bloque Temático III, formado por un tema, cierra el programa de la asignatura, cubriendo los principales aspectos relacionados con la Química Bioinorgánica.

Bloque temático I. Compuestos de coordinación

Tema 1. Introducción a los compuestos de coordinación

1.1. Características de los metales de transición:

1.1.1. Aspectos generales

1.1.2. Configuración electrónica

1.2. Propiedades generales de los metales de transición

1.2.1. Estados de oxidación de los metales de transición

1.2.2. Estabilidad de los metales de transición

1.3. Propiedades magnéticas de los metales de transición

1.4. Los ligandos

1.5. Perspectiva histórica de los compuestos de coordinación

1.5.1. Desarrollo histórico

1.5.2. Teoría de la coordinación de Werner

Tema 2. El enlace en los compuestos de coordinación

2.1. El enlace según Lewis: el enlace por pares de electrones

2.1.1. El número atómico efectivo

2.1.2. Geometría molecular

2.2. Teoría del enlace de valencia, TEV

2.3. La teoría del campo del cristal, TCC

2.3.1. Coordinación octaédrica

2.3.1.1. Cálculo del valor del desdoblamiento del campo cristalino

2.3.1.2. Factores que influyen en los valores de energía de desdoblamiento del campo octaédrico

2.3.1.3. Serie espectroquímica

2.3.2. Coordinación tetraédrica

2.3.3. Efecto Jahn-Teller

2.4. Teoría de Orbitales Moleculares, TOM

Tema 3. Estructura e isomería en los compuestos de coordinación



3.1 Geometría y estructura

3.1.1. Número de coordinación y tipo de ligandos

3.1.2. Nomenclatura de los compuestos de coordinación

3.1.3 Esferas de coordinación más frecuentes

3.1.3.1. Compuestos con número de coordinación 4

3.1.3.2. Compuestos con número de coordinación 6

3.1.3.3. Compuestos con otros números de coordinación

3.2 Tipos de isomería en los compuestos de coordinación

3.2.1. Isomería estructural

3.2.1.1 Isómeros de enlace

3.2.1.2 Isómeros de ionización

3.2.1.3 Isómeros de hidratación

3.2.1.4 Isómeros de esfera de coordinación

3.2.2 Estereoisomería

3.2.2.1 Isómeros geométricos

3.2.2.2 Isómeros ópticos

Tema 4. Estabilidad, propiedades y aplicaciones de los compuestos de coordinación

4.1. Estabilidad de los complejos. Factores que influyen en la misma.

4.1.1. Influencia del metal y de los ligandos

4.1.2. Efecto quelato

4.1.3. Efecto estérico

4.2. Propiedades electrónicas de los compuestos de coordinación.

4.2.1. Color

4.2.2. Espectros de absorción

4.3. Propiedades magnéticas de los compuestos de coordinación.

4.4. Aplicaciones de los compuestos de coordinación

Tema 5. Reactividad de los compuestos de coordinación

5.1. Principales reacciones de los compuestos de coordinación

5.1.1. Reacciones de sustitución

5.1.2. Reacciones de adición



5.1.3. Reacciones de disociación

5.1.4. Reacciones de oxidación-reducción

5.1.5. Reacciones de ligando coordinado

5.2. Aspectos termodinámicos y cinéticos

5.2.1. Aspectos termodinámicos

5.2.1.1. Estabilidad de los compuestos de coordinación en fase gaseosa

5.2.1.2. Estabilidad de los compuestos de coordinación en disolución

5.2.2. Aspectos cinéticos

5.3. Principales mecanismos de reacción

5.3.1. Reacciones de sustitución en complejos octaédricos

5.3.2. Reacciones de sustitución en complejos plano-cuadrados

5.3.3. Reacciones redox

Bloque temático II. Compuestos organometálicos

Tema 6. Introducción a los compuestos organometálicos: enlace Metal-Carbono

6.1. Introducción histórica

6.2. Conceptos generales

6.2.1. El metal en los complejos organometálicos

6.2.2. Los ligandos en los complejos organometálicos

6.2.3. Números de oxidación y carga formal de los ligandos

6.2.4. Recuento de los electrones de valencia. Regla de los 18 electrones

6.3. Compuestos organometálicos con enlace M-C

6.3.1. Compuestos organometálicos de los metales de transición

6.3.2. Compuestos organometálicos de otros metales

6.4. Compuestos organometálicos con enlace M-M

6.5. Introducción a la catálisis

6.5.1. Ciclos catalíticos. Consideraciones generales.

6.6. Principales reacciones catalizadas por compuestos organometálicos

6.6.1. Hidrogenación de olefinas

6.6.2. Oxidación de olefinas



6.6.3. Isomerización de olefinas

6.6.4. Metátesis de olefinas

6.6.5. Polimerización de olefinas

Tema 7. Carbonilos metálicos

7.1. Generalidades

7.2. Carbonilos metálicos mononucleares

7.2.1. Estructura y enlace

7.2.2. Propiedades y obtención

7.2.3. Reactividad de los carbonilos metálicos mononucleares

7.3. Carbonilos metálicos polinucleares

7.3.1. Carbonilos polinucleares sin grupos CO puente

7.3.2. Carbonilos polinucleares con grupos CO puente

7.3.3. Propiedades y obtención de los carbonilos polinucleares

7.4. Aspectos estructurales adicionales de los carbonilos metálicos

7.4.1. Puente CO simétrico

7.4.2. Puente CO asimétrico

7.5. Aniones carbonilato

7.6. Hidruros de carbonilos

7.7. Haluros de carbonilos

Tema 8. Otros compuestos con ligandos aceptores p

8.1. Nitrosilos metálicos

8.1.1. Naturaleza del enlace

8.1.2. Síntesis

8.2. Compuestos de dinitrógeno

8.3. Cianuros complejos

8.3.1. Clasificación de los cianuros complejos

8.3.2. Isonitrilos CNR

8.4. Otros ligandos isoelectrónicos con el CO

Bloque temático III. Bioinorgánica

Tema 9. Introducción a la Bioinorgánica



9.1. Conceptos generales

9.2. Metaloproteínas

9.2.1. El anillo porfirínico

9.2.2. Hemoglobina y mioglobina

9.2.3. Citocromos y clorofila

9.2.4. Vitamina B_{12} y coenzimas

9.3. Almacenamiento y transporte del hierro

9.4. Fijación de nitrógeno

9.5. Otros elementos esenciales

9.5.1. Cobre

9.5.2. Cinc

6.EQUIPO DOCENTE

- [MARIA LUISA ROJAS CERVANTES](#)
- [ANTONIO JOSE LOPEZ PEINADO](#)
- [MARIA ELENA PEREZ MAYORAL](#)

7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología de estudio de la asignatura "Compuestos de coordinación y organometálicos" se basa en la modalidad de educación a distancia, para lo cual se dispone de un profesorado en la Sede Central (Equipo Docente) y, en su caso, en el Centro Asociado (Profesor Tutor), con el apoyo siempre del uso de las TIC.

El estudiante contará con material didáctico expresamente redactado para esta asignatura, preparado por el Equipo Docente. Además, se podrán facilitar lecturas complementarias relacionadas con la materia, en forma de documentación suministrada en formato electrónico.

Esta asignatura es de carácter teórico. Para llevar a cabo su aprendizaje es necesario realizar una serie de actividades formativas que se distribuyen en tres grupos:

- Preparación y estudio del contenido teórico

Lectura de las orientaciones.

Lectura de los materiales impresos.

Utilización de materiales audiovisuales.

- Desarrollo de actividades prácticas en el curso virtual.

Resolución de problemas y ejercicios.

Solución de dudas de forma on-line a través del curso virtual.

- Trabajo autónomo.

Estudio de los contenidos teóricos.

Interacción con los compañeros en el foro.

Preparación de las pruebas presenciales.



Realización de las pruebas presenciales.

Desarrollo de las pruebas de evaluación continua (PEC).

Desarrollo de actividades prácticas con carácter presencial (tutoría) o en línea (curso virtual)

Para los que se contemplan los siguientes porcentajes y horas de trabajo:

Nº ECTS	Horas Trabajo contenidos teóricos	Horas Trabajo actividades prácticas	Horas Trabajo autónomo
6 ECTS asignatura teórica (150 h)	1,5 ECTS (25 %) (37,5 h)	0,9 ECTS (15 %) (22,5 h)	3,6 ECTS (60 %) (90 h)

8.EVALUACIÓN

La calificación final obtenida por el estudiante en la asignatura Compuestos de coordinación y organometálicos será el resultado de una Evaluación Continua, Calificativa y Aditiva. Así, el estudiante realizará una serie de actividades de carácter obligatorio y otras de carácter voluntario, detalladas a continuación:

Prueba Presencial

Esta asignatura se cursa durante el segundo semestre y, por tanto, habrá una Prueba Presencial en la convocatoria de mayo-junio y otra en la de septiembre para aquellos estudiantes que no hayan superado la anterior.

El examen, de carácter obligatorio, constará de un solo ejercicio a desarrollar en dos horas y que se celebrará a la hora y días señalados en el calendario de Pruebas Presenciales elaborado por la UNED. Dicho ejercicio, que versará sobre contenidos de la totalidad del programa de la asignatura, constará de una Prueba Objetiva, constituida por 5 preguntas test, y una Prueba de Desarrollo, conformada por 5 ejercicios o preguntas de desarrollo de respuesta corta:

- La contribución máxima de la Prueba Objetiva a la calificación total obtenida por el estudiante será equivalente a la contribución máxima de una pregunta o ejercicio de la Prueba de Desarrollo, es decir 1/6 de la calificación máxima, y será necesario haber respondido correctamente al menos tres de las cinco preguntas para la posterior evaluación de la Prueba de Desarrollo.
- La contribución máxima de la Prueba de Desarrollo a la calificación total obtenida por el estudiante será 5/6 de la calificación máxima y está sujeta a la calificación obtenida en la Prueba Objetiva.

La evaluación de la Prueba Presencial la realizará el Equipo Docente de la asignatura.

Pruebas de Evaluación Continua

El estudiante deberá resolver dos Pruebas de Evaluación Continua (PEC), de carácter voluntario, con el fin de evaluar los conocimientos adquiridos. El material correspondiente a las PEC estará disponible en el Curso Virtual, restringido para los estudiantes de la asignatura. Dichas PECs se entregarán a través de la plataforma aLF y tendrán un formato similar al de las Pruebas Presenciales. La evaluación de estas pruebas la realizará el Profesor Tutor asignado.

La calificación que el estudiante obtendrá con la realización de ambas PECs será como máximo de 1,5 puntos sobre 10. Por lo tanto, la puntuación máxima que el estudiante podrá obtener en cada PEC será de 0,75 puntos.

Es importante mencionar que para que esta puntuación sea aditiva y se refleje en la calificación final es necesaria la obtención de, al menos, 4,0 puntos sobre 10 en la Prueba Presencial.

La calificación final que obtendrá el estudiante será:

CALIFICACIÓN FINAL = PP + PECs (1,5 puntos máximo),

siempre y cuando la calificación obtenida en la PP sea igual o superior a 4,0 puntos.



Siendo: PP: calificación obtenida en la prueba presencial, y

PECs: calificación obtenida como suma de las dos Pruebas de Evaluación Continua.

9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

Título: COMPUESTOS DE COORDINACIÓN Y ORGANOMETÁLICOS (2011)

Autor/es: Pérez Mayoral, E.; Lopez Peinado, A.J. ; Rojas Cervantes, M.L. ;

Temas en formato electrónico que se proporcionarán en el curso virtual de la asignatura.

10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9786071503077

Título: QUÍMICA (2010)

Autor/es: Chang, R. ;

Editorial: Mc-Graw Hill

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788420548470

Título: QUÍMICA INORGÁNICA (2006)

Autor/es: Sharpe, A.G. ; Housecroft, C.E. ;

Editorial: PEARSON EDUCACIÓN

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788429170078



Título: QUÍMICA ORGANOMETÁLICA (2003)
Autor/es: Astruc, D. ;
Editorial: Ed. Reverté

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788429170405
Título: QUÍMICA DE LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN (1980)
Autor/es: Jonhson, R. ; Basolo, F. ;
Editorial: Ed. Reverté

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788448124823
Título: INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA INORGÁNICA (1999)
Autor/es: Valenzuela Calahorro, Cristóbal ;
Editorial: McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789681817954
Título: QUÍMICA INORGÁNICA AVANZADA
Autor/es: Cotton, F. Albert ; Wilkinson, Geoffrey ;
Editorial: LIMUSA

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789701065310



Título: QUÍMICA INORGÁNICA (2008)
Autor/es: Atkins, Peter W. ; Shriver, Duward F. ;
Editorial: Mc-Graw Hill

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789701511350
Título: QUÍMICA INORGÁNICA - PRINCIPIOS DE ESTRUCTURA Y REACTIVIDAD (2009)
Autor/es: Keiter, R. ; Hukey, J. ; Keiter, E. ;
Editorial: Coedición: Oxford y Alfaomega

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

Se han recogido algunos de los textos que el estudiante puede consultar para ampliar y completar los conceptos relacionados con la asignatura. Estos textos también serán de utilidad en los cursos más avanzados del Grado.

11. RECURSOS DE APOYO

En el estudio de esta asignatura es una pieza clave la utilización del Curso Virtual en CiberUNED, a través de la plataforma aLF. Se trata de una plataforma de e-learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, y crear y participar en comunidades temáticas.

Ésta será la principal vía de comunicación entre los estudiantes y el profesorado (Equipo Docente y Tutor) y de los estudiantes entre sí, a través de los foros de debate y del correo electrónico. En el curso virtual se ofrecerán las herramientas necesarias para que los estudiantes encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo. También se podrán encontrar recursos didácticos necesarios para el estudio de la asignatura, como son las actividades de evaluación continua.

El Equipo Docente utilizará esta vía virtual para informar de los cambios y/o novedades que vayan surgiendo. Por consiguiente, es fundamental que todos los estudiantes matriculados utilicen esta plataforma para el estudio de la asignatura.

Los estudiantes contarán con los fondos de las bibliotecas de la UNED, tanto de la Sede Central como las de Centros Asociados, y podrán hacer uso de los mismos tanto personalmente como de forma virtual, a través de los recursos online de los que disponen dichas bibliotecas, tales como el acceso a catálogos, bases de datos, revistas científicas electrónicas, etc.

Asimismo, contarán con el recurso de Internet como fuente de información y de documentación adicional.

12. TUTORIZACIÓN



Esta asignatura tendrá tutorías intercampus, de modo que todos los estudiantes estarán tutorizados a través del curso virtual, estando asignados a un determinado Tutor Intercampus. Cada tutor intercampus deberá exponer a través de la plataforma, unos temas determinados de la asignatura mediante varias videoconferencias *online*, que también quedarán grabadas, a disposición del estudiante en el curso virtual.

Algunos Centros Asociados, dependiendo de sus disponibilidades, podrán desarrollar tutorías presenciales impartidas por los Profesores Tutores y su organización dependerá de cada Centro.

Además, los estudiantes podrán seguir las tutorías virtuales que se desarrollan a través del curso virtual de la asignatura en la plataforma aLF. En el curso virtual se puede interaccionar con Profesores Tutores y con el Equipo Docente a través de los distintos foros en los que se podrá preguntar dudas relacionadas con los contenidos o con otros aspectos de la asignatura.

La forma de contactar con el Equipo Docente será:

- Utilizando el curso virtual, bien a través del correo de Equipo Docente para consultas privadas o bien a través de los foros para consultas públicas.
- En horario de guardia de la asignatura en la Sede Central, excepto vacaciones y semanas de celebración de Pruebas Presenciales.

El día de atención al estudiante será los martes en horario de 15,30 a 19,30 horas. A continuación se indica la localización en la Sede Central, el teléfono y la dirección de correo electrónico de todos los Profesores que integran el Equipo Docente de la asignatura, todos ellos pertenecientes al Departamento de Química Inorgánica y Química Técnica de Facultad de Ciencias de la UNED, Paseo Senda del Rey, 9, 28040 Madrid.

Profesor / a	Despacho	Teléfono	e - mail
Antonio J. López Peinado	317 B	91398 7346	alopez@ccia.uned.es
Elena Pérez Mayoral	141	91398 9047	eperez@ccia.uned.es
María Luisa Rojas Cervantes	102-009	91398 7352	mrojas@ccia.uned.es

