



## Grado en Química 27214 - Química inorgánica II

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 0, Créditos: 12.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- Irene Victoria Ara Laplana irene.ara@unizar.es
- Miguel Baya García mbaya@unizar.es
- María Joaquina Ferrer Cerra jfecer@unizar.es
- José Antonio López Calvo lopez@unizar.es
- María Cristina García Yebra cgaryeb@unizar.es
- Manuel Iglesias Alonso miglesia@unizar.es
- Francisco José Fernández Álvarez paco@unizar.es
- Francisco Javier Modrego Pérez modrego@unizar.es
- Pablo José Sanz Miguel psanz@unizar.es
- Jesús Julián Pérez Torrente perez@unizar.es
- Renso Raúl Visbal Acevedo rvisbal@unizar.es
- Tamara Bolaño García tbg@unizar.es
- Susana María Luaces Orobítg sluaces@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber superado todo el módulo básico y la asignatura de Laboratorio de Química.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Las fechas de los exámenes se expondrán con la debida antelación en el tablón de anuncios y en la página web de la Facultad de Ciencias.

#### Requisitos

## Requisitos para cursar esta asignatura

Para cursar Química Inorgánica II es preceptivo haber cursado Química Inorgánica I

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Comprende y utiliza las fuentes de información de Química Inorgánica.
- 2:** Conoce la estructura de los compuestos de coordinación y relaciona su estereoquímica y enlace con sus propiedades espectroscópicas y magnéticas.
- 3:** Relaciona las características estructurales y electrónicas de los sólidos inorgánicos con sus propiedades.
- 4:** Demuestra conocimiento de las metodologías de síntesis y técnicas de caracterización de sólidos inorgánicos.
- 5:** Usa los modelos y teorías de enlace para explicar las propiedades químicas de los compuestos inorgánicos y predecirlas razonadamente.
- 6:** Demuestra conocimiento de la química de los elementos de transición, de los lantánidos y actínidos y de sus compuestos.
- 7:** Identifica los temas más actuales de investigación dentro de la Química Inorgánica.
- 8:** Analiza, resuelve y discute de forma crítica problemas y cuestiones sobre estructura y reactividad de compuestos inorgánicos aplicando los contenidos teóricos desarrollados en la asignatura.
- 9:** Conoce y ejecuta correctamente los distintos procedimientos experimentales para llevar a cabo la síntesis y caracterización de productos inorgánicos.
- 10:** Realiza informes donde organiza, describe y valida el trabajo experimental realizado aplicando el método científico.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura Química Inorgánica II se encuadra en el módulo fundamental del Grado en Química. Tiene carácter obligatorio, es anual y tiene una carga lectiva de 12 créditos ECTS: 7 créditos dedicados a clases magistrales con participación de los alumnos, 2 créditos dedicados a seminarios y problemas y 3 créditos dedicados a prácticas de laboratorio.

En Química Inorgánica II se estudian los compuestos de coordinación, la química del estado sólido y la química de los metales de transición. También se introduce el estudio de algunos temas avanzados actuales de la Química Inorgánica. La asignatura tiene una parte práctica a realizar en el laboratorio, donde se llevará a cabo la síntesis y caracterización de distintos productos inorgánicos, introduciendo al alumno en el uso de técnicas experimentales avanzadas.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

En esta asignatura se pretende que el alumno profundice en su conocimiento de la Química Inorgánica, de modo que pueda relacionar enlace, estructura y propiedades de los compuestos inorgánicos y que adquiera una visión general del estado de conocimiento actual de la Química Inorgánica, centrándose en los compuestos de coordinación, en los sólidos inorgánicos y en los elementos de transición y sus compuestos, tanto desde el punto de vista teórico como experimental. También se introduce al alumno en temas de gran actualidad dentro de la Química Inorgánica.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La Química Inorgánica es una de las cuatro áreas fundamentales en que se divide el estudio de la Química. La materia Química Inorgánica se ha dividido en 2 asignaturas: Química Inorgánica I que se encuadra en el módulo fundamental y se imparte en el 2º curso del Grado y Química Inorgánica II, que se encuadra en el módulo avanzado y se imparte en el 3º curso del Grado.

En Química Inorgánica I se estudian los fundamentos de la Química Inorgánica, los elementos representativos y sus compuestos. En Química Inorgánica II se estudia la química de la coordinación, los elementos de transición y sus compuestos, el estado sólido y se introducen temas avanzados de Química Inorgánica.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Manejar la bibliografía y otras fuentes de información de Química Inorgánica.
- 2:** Comprender los fundamentos de la química de los elementos, particularmente los elementos de transición, basada en las propiedades periódicas.
- 3:** Demostrar conocimiento de los principales tipos de compuestos de elementos de transición, su obtención, estructura y reactividad.
- 4:** Relacionar la estructura y enlace de los compuestos de coordinación con sus propiedades.
- 5:** Relacionar la estructura de los distintos tipos de sólidos con sus propiedades.
- 6:** Desenvolverse con autonomía en un laboratorio de Química Inorgánica.

#### Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La Química se dedica al estudio de la materia y sus transformaciones. Se puede relacionar el avance científico con el bienestar social, por lo que su impacto en nuestra vida diaria es muy notorio: medicinas, fertilizantes, nuevos materiales, etc. Dentro de la Química, la Química Inorgánica ocupa una posición central, ya que aborda el estudio de todos los elementos y sus compuestos, salvo los derivados orgánicos del carbono. Una buena formación en Química Inorgánica de un graduado en Química es fundamental para que pueda desarrollar su labor profesional en el futuro.

---

# Evaluación

---

## Actividades de evaluación

### El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

#### 1:

El alumno deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje que definen la asignatura mediante las siguientes actividades de evaluación.

1. **Seminarios y problemas** (5 %). La evaluación se realizará mediante controles de resolución de problemas, cuestiones teórico-prácticas y actividades relacionadas.

2. **Prácticas de laboratorio** (15 %). El laboratorio se calificará teniendo en cuenta la calidad del trabajo desarrollado, la resolución de cuestiones, el cuaderno y/o guiones de laboratorio y el resultado de una prueba escrita relacionada con las prácticas de la asignatura. En el caso de que se supere esta parte (calificación igual o superior a 5), la calificación obtenida se guardará tanto para la convocatoria de junio como para la de septiembre. Si no se supera esta parte el alumno deberá realizar una prueba referida a las prácticas de laboratorio en el periodo de evaluación global en junio y/o septiembre, que supondrá el 15 % de la calificación final.

3. **Parte teórica**. Se realizará un examen parcial al final del primer cuatrimestre y una prueba final en el periodo de evaluación global, que consistirán en la resolución de problemas y de cuestiones teórico-prácticas. El primer parcial tendrá carácter eliminatorio en la convocatoria de junio, por lo que los alumnos que hayan superado dicho parcial (calificación igual o superior a 5) podrán presentarse a la parte correspondiente al segundo parcial de la prueba final, en la que deberán obtener una calificación igual o superior a 5. La calificación de la parte teórica será la media de los dos parciales. Los alumnos que no hayan superado el primer parcial deberán realizar la prueba final completa de la parte teórica. En este caso, la calificación de la parte teórica de la asignatura será la obtenida en la prueba final, que deberá ser igual o superior a 5.

#### 2:

En la convocatoria de junio, la calificación final será la mejor de entre las dos opciones siguientes:

- Calificación final 1 = Seminarios (5 %) + Prácticas (15 %) + Parte teórica (80 %)
- Calificación final 2 = Prácticas (15 %) + Parte teórica (85 %)

#### 3:

En la convocatoria de septiembre todos los alumnos deberán realizar la prueba final completa de la parte teórica y la calificación final será la siguiente:

- Calificación final = Prácticas (15 %) + Parte teórica (85 %)

#### 4:

El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la Normativa de Permanencia en Estudios de Grado ([http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10\\_001.pdf](http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf)) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustarán los criterios generales de diseño de las pruebas y sistema de calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones. Dicha normativa puede consultarse en:

<http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/evalu/evalu.html>

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

1. Clases teóricas (7 ECTS).
2. Seminarios (2 ECTS).
3. Prácticas de laboratorio (3 ECTS).

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1:** Clases teóricas de Química Inorgánica (7 ECTS: 70 sesiones de 1 hora).
- 2:** Seminarios: resolución de problemas y cuestiones, presentación de temas avanzados (2 ECTS: 20 sesiones de 1 hora).
- 3:** Prácticas de laboratorio (3 ECTS: 8 sesiones de 3h 45 min).
  - Síntesis de compuestos inorgánicos utilizando las técnicas habituales de trabajo, incluyendo la obtención y manipulación de gases e iniciación a técnicas avanzadas de trabajo en atmósfera inerte.
  - Realización de ensayos y medidas para identificar reacciones y compuestos.
- 4:** Tutorías. Los alumnos dispondrán de 6 horas semanales para tutorías individualizadas.

**5:**  
**Programa de clases magistrales:**

#### **Introducción a la química de los metales de transición**

Los metales del bloque *d*: características generales. Presencia en la naturaleza, obtención y aplicaciones. Propiedades físicas. Configuraciones electrónicas. Tendencias en las propiedades químicas. Números de oxidación y su estabilidad relativa. Efectos relativistas. Contracción de los lantánidos. Compuestos de metales de transición

#### **Estructura de compuestos de coordinación**

Ligandos polidentados y diseño de complejos. Características electrónicas de los ligandos. Ligandos y electrones. Estereoisomería. Notación estereoquímica. Quiralidad en compuestos de coordinación. Actividad óptica.

#### **Estructura electrónica en compuestos de coordinación.**

Energía de estabilización del campo cristalino y serie espectroquímica. Teoría de Orbitales Moleculares. Orbitales moleculares de complejos octaédricos con enlace *s*, complejos octaédricos con enlace *s* y *p*. Orbitales moleculares de compuestos tetraédricos y planocuadrados. Efectos estructurales del enlace: distorsión Jahn-Teller. Regla de los 18 electrones. Clusters carbonilo. Espectros electrónicos y magnetismo en compuestos de coordinación.

#### **Estabilidad de los compuestos de coordinación.**

---

Estabilidad termodinámica de los compuestos de coordinación. Constantes de estabilidad. Factores que afectan a la estabilidad de los complejos. La serie Irving-Williams. Ácidos y bases duros y blandos: teoría

HSAB. Efectos estéricos. Efectos quelato y macrocíclico. Estabilización de números de oxidación.

### **Síntesis y reactividad de los compuestos de coordinación.**

Clasificación de las reacciones. Estabilidad cinética de los compuestos de coordinación. Reacciones de sustitución en compuestos octaédricos. Estereoquímica de las reacciones de sustitución. Reacciones de sustitución en compuestos planocuadrados. Efecto e influencia *trans*. Reacciones de transferencia de electrones. Reacciones de isomerización. Reacciones en ligandos coordinados.

### **Estructura electrónica en sólidos.**

Electrones en sólidos. Teoría de bandas: orbitales cristalinos, bandas de energía, densidad de estados y nivel de Fermi. Estructura electrónica en sólidos unidimensionales: distorsión de Peierls. Estructura electrónica de sólidos iónicos, covalentes y metales.

### **Propiedades eléctricas de sólidos.**

Conductividad electrónica. Semiconductores. Fotoconductividad. Uniones p-n. Aplicaciones. Compuestos semiconductores isoelectrónicos con silicio. Estructura electrónica y propiedades de sólidos inorgánicos: óxidos y sulfuros de metales de transición. Sólidos de baja dimensionalidad: poliacetileno, KCP, grafito. Superconductividad.

### **Defectos, no estequiometría y disoluciones sólidas.**

Imperfecciones en los cristales. Clasificación de los defectos. Defectos puntuales. Disoluciones sólidas. Conductividad iónica. Electrolitos sólidos. Compuestos no estequiométricos. Defectos extendidos.

### **Preparación de materiales sólidos.**

Reacciones en estado sólido. Control termodinámico: diagramas de fase. Control cinético. Métodos de síntesis. Reacciones de intercalación. Transporte en fase vapor. Preparación de láminas delgadas.

### **Compuestos de metales de transición: halogenuros.**

Halogenuros de los elementos de transición: halogenuros binarios, halogenuros hidratados, clusters halogenuro. El enlace múltiple metal-metal. Síntesis de halogenuros de metales de transición. Reactividad de halogenuros de metales de transición.

### **Compuestos de metales de transición: óxidos y oxohalogenuros.**

Estructura y propiedades de óxidos binarios. Síntesis y reactividad de óxidos de metales de transición. Óxidos mixtos: espinelas, perovskitas e ilmenita. Propiedades.

### **Compuestos de metales de transición: oxosales y polioxometalatos.**

Iones metálicos hidratados. Oxosales de metales de transición: obtención y comportamiento químico. Oxocaciones: propiedades redox. Polioxometalatos: clasificación y estructura. Polioxometalatos: síntesis y reactividad.

### **Los elementos lantánidos y actínidos.**

Los elementos del bloque f. Características generales y comportamiento químico. Números de oxidación. Principales combinaciones de los elementos. Aplicaciones.

### **Temas avanzados en Química Inorgánica molecular.**

Química bioinorgánica: metalo-biomoléculas. Compuestos de coordinación en medicina. Química de coordinación supramolecular. Química organometálica y catálisis homogénea.

### **Temas avanzados en Química Inorgánica del estado sólido.**

Nanotecnología y nanomateriales. Hidruros, carburos, nitruros y boruros: aplicaciones tecnológicas. Catálisis heterogénea.

6:

### **Programa de seminarios:**

**Estructura y aplicaciones de compuestos de coordinación.**

**Aspectos termodinámicos de la reactividad de sólidos.**

**Propiedades y aplicaciones de compuestos de metales de transición.**

**Temas avanzados en Química Inorgánica molecular.**

**Temas avanzados en Química Inorgánica del estado sólido.**

**7:**

**Programa de prácticas de laboratorio:**

Se realizarán 4 de las siguientes prácticas:

1. **Isomería en compuestos de coordinación.**
2. **Preparación y caracterización de sólidos.**
3. **Síntesis de compuestos organometálicos y estudio de sus propiedades catalíticas.**
4. **Preparación y estudio del comportamiento termocrómico de conductores iónicos.**
5. **Propiedades solvatocrómicas de derivados de vanadio.**
6. **Síntesis y caracterización estructural de derivados de ferroceno.**

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Los horarios de la asignatura y fechas de exámenes se publican en el tablón de anuncios y página web de la Facultad de Ciencias. (<http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>)

## **Bibliografía**

**La bibliografía recomendada es la siguiente:**

**1:**

En reprografía y/o a través del Anillo Digital Docente se proporcionará al alumno diverso material (ejercicios, cuestiones, presentaciones, guiones de prácticas, etc.) preparados por los profesores de la asignatura.

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Solid State Chemistry. An Introduction, 3ª edición. L. Smart y E. Moore. Ed. Taylor & Francis, Boca Raton 2005.
- Química Inorgánica (traducción de la 2ª edición). C. E. Housecroft y A. G. Sharpe. Ed. Prentice Hall (Pearson) 2006.
- Química de la Coordinación. J. Ribas. Ed. Omega, 2000.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Shriver & Atkins Química Inorgánica (traducción de la 4ª edición). P. W. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller y F. Armstrong. Ed. McGraw Hill Interamericana 2008.
- Advanced Inorganic Chemistry (6ª edición). F. A. Cotton, G. Wilkinson, C. A. Murillo y M. Bochmann. Ed. Wiley-Interscience 1999.
- Chemistry of the Elements (2ª edición). N. N. Greenwood y A. Earnshaw. Ed. Butterworth-Heinemann 1997.
- Descriptive Inorganic Chemistry (4ª edición). G. W. Rayner-Canham. Ed. Palgrave Macmillan 2006.
- Inorganic Chemistry (34 edición). A. F. Holleman y E. Wiberg. Ed. Academia Press 2001.
- Química Inorgánica. Introducción a la Coordinación, Estado Sólido y Química Inorgánica Descriptiva", G. E. Rodgers, Ed. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid, 1995.
- Basic Solid State Chemistry (2ª edición). A. R. West. Ed. Wiley 1999.
- Transition Metal Chemistry. M. Gerloch y E. C. Constable. Ed. VCH, 1994.
- Physical Inorganic Chemistry. A Coordination Chemistry Approach. S. F. Kettle. Ed. W.H. Freeman/Spektrum, 1996.
- La Química Inorgánica en Reacciones. G. A. Carriedo. Síntesis, 2010.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Advanced inorganic chemistry / F. Albert Cotton, Geoffrey Wilkinson, Carlos A. Murillo, Manfred Bochmann, [with a chapter on boron by Russell Grimes] . - 6th ed. New York [etc] : John Wiley and Sons, cop.1999
- Carriedo, Gabino A.. La Química Inorgánica en Reacciones. Síntesis, 2010
- Gerloch, Malcolm. Transition metal chemistry : the valence shell in d-block chemistry / Malcolm Gerloch, Edwin C. Constable Weinheim [etc.] : VCH, cop. 1994
- Greenwood, Norman Neill. Chemistry of the elements / N.N. Greenwood and A. Earnshaw . - 2nd ed. Oxford : Butterworth-Heinemann, 1997
- Housecroft, Catherine E.. Química inorgánica / Catherine E. Housecroft, Alan G. Sharpe ; traducción, Pilar Gil Ruiz ; revisión técnica, José Ignacio Álvarez Galindo ... [et al.] . - 2ª ed. Madrid [etc.] : Pearson Prentice Hall, D.L. 2006
- Kettle, Sidney Francis Alan. Physical inorganic chemistry : a coordination chemistry approach / S.F.A. Kettle Sausalito, California : University Science Books, 1996
- Ribas Gispert, Juan. Química de coordinación / Joan Ribas Gispert . - [1a ed.] Barcelona : Omega : Universitat, 2000
- Rodgers, Glen E.. Descriptive inorganic, coordination, and solid-state chemistry / Glen E. Rodgers . 2nd ed. Victoria (Australia) [etc.] : Thomson Learning, cop. 2002
- Rodgers, Glen E.. Química inorgánica : Introducción a la química de coordinación, del estado sólido y descriptiva / Glen E. Rodgers ; traducción M. Victoria Cabañas... [et al.], revisión técnica María Vallet Regi . - [1a. ed. en español] Madrid [etc] : McGraw-Hill, D.L. 1995
- Shriver & Atkins Química inorgánica / Peter Atkins ... [et al.] ; traducción técnica, Emilio Sorde Zabay ; revisión técnica, Rodolfo Álvarez Manzo, Oralia Orduño Fragoza. - 4ª ed., 1ª ed. en español México D. F. : McGraw-Hill/Interamericana, cop. 2008
- Smart, Lesley. Solid state chemistry : an introduction / Lesley E. Smart, Elaine A. Moore . - 3rd ed. Boca Raton [etc.] : Taylor & Francis, cop. 2005
- West, Anthony R.. Basic solid state chemistry / Anthony R. West . - 2nd ed. Chichester, England : John Wiley and Sons, cop.1999
- West, Anthony R.. Solid state chemistry and its applications / Anthony R. West . - [1st ed.], 4th reprint. with corr. Chichester : Wiley, cop. 1990
- Wiberg, Egon. Inorganic chemistry/ founded by A. Holleman; continued by Egon Wilberg; first english edition by Nils Wilberg; translated by Mary Eagleson, William Brewer ; revised by Bernhard J. Aylett. 1st english ed. San Diego [etc.]: Academic Press; Berlin; New York: De Gruyter, cop. 2001