



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS INDUSTRIALES

GUÍA DOCENTE
de la asignatura:

Química Inorgánica

Curso 2006/07

I. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura	Química Inorgánica
Código de la asignatura	608 (UPM) y 2023 (ETSII)
Carácter	Troncal
Titulación	Ingeniero Químico
Ciclo	Primer Ciclo
Curso	Primero
Semestre de impartición	Segundo
Créditos asignados	7,5 créditos (6 créditos ECTS)
Idioma en el que se imparte	Español
Departamento	Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
Unidad Docente	Química Aplicada
Profesores responsables	Gabriel Pinto Cañón (coordinador) M. Carmen Matías Arranz

II. INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura de Química Inorgánica es una materia troncal de la titulación de Ingeniero Químico, que se imparte en el segundo semestre del primer curso. En el plan de estudios actual tiene asignados un total de 7,5 créditos, equivalentes a 6 créditos ECTS. Eso significa que cada alumno debería emplear entre 150 y 180 horas para alcanzar los objetivos propuestos.

Es una asignatura en la que se pretende que el alumno, con conocimientos básicos, principalmente de Química, pero también de Física, Matemáticas e Informática, adquiridos en el primer semestre y en los niveles preuniversitarios, sea capaz de aplicarlos al estudio de los aspectos fundamentales e introductorios de la Química Inorgánica.

La asignatura se divide en dos partes diferenciadas. En la parte inicial, se estudian conceptos generales necesarios para la comprensión razonada de esta rama de la Química. Se destacan en este sentido:

- Introducción a las reacciones químicas inorgánicas.
- Consecuencias fundamentales del conocimiento actual de la estructura atómica: configuraciones electrónicas.
- Construcción y significado del sistema periódico de los elementos químicos.
- Representación de los procesos de oxidación y reducción (diagramas de Latimer y de Frost).
- Enlace químico: consecuencias en cuanto a energía de enlace y geometría molecular.
- Estados de agregación de la materia, con especial énfasis en el estado sólido (ordenamiento cristalino y tipos de sólidos).

En la segunda parte de la asignatura se procede al estudio sistemático y razonado de los aspectos más relevantes de los elementos y los compuestos inorgánicos principales, que esencialmente consiste en: estado natural, propiedades, formas de obtención, y de purificación o refinado, reactividad química, reacciones principales y aplicaciones. Para facilitar dicho estudio, se agrupan los elementos en grupos o familias (columnas del Sistema periódico) con características similares que, a su vez, se agrupan en tres familias de elementos más amplias: no metales, metales y metaloides.

Como el campo de estudio es tan sumamente amplio (hay cerca de 120 elementos y cientos de miles de compuestos inorgánicos), se seleccionan en cada caso algunos ejemplos de los más importantes, entendiendo que los alumnos serán capaces posteriormente de aplicar los conocimientos adquiridos a otros elementos y/o compuestos.

En todo caso, y dado que se trata de alumnos de la titulación de Ingeniería Química, se intenta que la asignatura tenga un marcado carácter aplicado (recalcando, por ejemplo, las obtenciones industriales) y de relación entre las distintas obtenciones y propiedades. Además, se pretende, siempre que sea posible, recurrir a consideraciones cuantitativas.

Si bien la Química Inorgánica es un área de conocimiento experimental, y por lo tanto es importante para su aprendizaje la realización de prácticas de laboratorio, no se llevan a cabo en la asignatura porque ya son realizadas por los alumnos en otra materia (Experimentación en Química I) que se imparte en el mismo curso y semestre. En todo caso, el carácter experimental se intenta destacar a través de experiencias breves realizadas en el aula o como tarea.

De acuerdo con las recomendaciones pedagógicas y del modelo educativo implicado en el *Espacio Europeo de Educación Superior*, se intenta que la metodología docente incluya un tiempo significativo a la resolución de problemas, al aprendizaje activo y al aprendizaje cooperativo.

Por último, se intenta que el alumno aprecie la importancia de la Química Inorgánica en el desarrollo sostenible (recursos de materias primas y energía limitados) y en el cuidado ambiental.

III. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Los objetivos de la asignatura se expresan como resultados de aprendizaje esperados y como competencias que han de adquirir los alumnos.

III.A. Resultados de aprendizaje esperados:

Al finalizar la asignatura, los alumnos deberán:

- Conocer con soltura la nomenclatura y formulación química inorgánica fundamental, incluyendo los compuestos complejos.
- Ajustar (balancear) los principales tipos de reacciones químicas inorgánicas, especialmente las de oxidación-reducción, que presentan mayor complejidad.
- Determinar las relaciones estequiométricas de las reacciones químicas inorgánicas.
- Realizar balances térmicos sencillos en reacciones químicas inorgánicas.
- Interpretar los diagramas de Latimer de sistemas redox.
- Interpretar los diagramas de Frost de sistemas redox.
- Entender la originalidad y evolución histórica del sistema periódico de los elementos.
- Situar los elementos principales en el sistema periódico.
- Relacionar la posición de cada elemento en el sistema periódico con su configuración electrónica.
- Diferenciar los distintos modelos que explican el enlace químico: iónico, covalente, metálico y de fuerzas de Van der Waals.
- Calcular la energía reticular de sólidos iónicos aplicando el ciclo de Born-Haber (basado en datos experimentales) y mediante cálculos de interacciones electrostáticas.
- Establecer las estructuras de Lewis de distribución de electrones para moléculas e iones poliatómicos sencillos.
- Calcular el número de oxidación y carga formal de cada átomo en moléculas e iones poliatómicos sencillos.
- Justificar la geometría de moléculas e iones poliatómicos sencillos por aplicación de la teoría RPENV.
- Justificar la polaridad de moléculas en función de la electronegatividad de los átomos y la geometría molecular.
- Aplicar la teoría del enlace de valencia (con la consideración de los orbitales atómicos híbridos) para justificar la geometría de moléculas sencillas.
- Aplicar la teoría de orbitales moleculares para justificar el orden de enlace y propiedades magnéticas de moléculas biatómicas sencillas y sus iones.
- Justificar las propiedades generales de los metales en función de los modelos (teoría de la nube de electrones y teoría de bandas) de enlace metálico.
- Interpretar la variación de propiedades como volatilidad, puntos de fusión, y otras, de compuestos moleculares en función de las fuerzas intermoleculares (o de Van der Waals).
- Analizar la importancia del enlace de hidrógeno.
- Diferenciar las características principales de los tres estados de agregación de la materia (sólido, líquido y gas) e interpretar diagramas de fases sencillos.
- Conocer los tipos de empaquetamiento principales de átomos e iones; especialmente los derivados del empaquetamiento compacto.
- Calcular la densidad teórica de sólidos sencillos a partir de su estructura.
- Describir los defectos más importantes en los sólidos, así como sus repercusiones en las propiedades.

- Interpretar la existencia de semiconductores extrínsecos tipo p y tipo n, a partir del dopado del silicio (semiconductor intrínseco).
- Describir y justificar las propiedades generales de los elementos no metálicos.
- Describir las propiedades generales, formas de obtención y compuestos principales de los elementos no metálicos: hidrógeno, oxígeno, cloro, azufre, nitrógeno, fósforo y carbono.
- Describir las reacciones químicas que permiten la obtención de ciertos compuestos seleccionados: ácido sulfúrico, amoníaco, ácido nítrico y ácido fosfórico, entre otros, así como sus aplicaciones.
- Justificar las propiedades generales de los gases nobles.
- Justificar la variación de propiedades del azufre al variar la temperatura, en función de la modificación de su estructura molecular.
- Justificar la variación de propiedades de los distintos alótropos del carbono (diamante, grafito y fullerenos) en función de su estructura atómico-molecular.
- Describir el concepto de dureza del agua, forma de medirla, importancia y métodos principales para el ablandamiento del agua.
- Describir los procesos fisicoquímicos que permiten el aprovechamiento del agua natural (obtención de agua potable y aprovechamiento químico industrial de las sales del agua de mar).
- Justificar los conceptos fundamentales que permiten comprender la química de la obtención de metales: estado natural, preparación de la mena, reducción de compuestos metálicos y purificación.
- Construir e interpretar los diagramas de Ellingham (variación de energía libre de Gibbs estándar, por mol de oxígeno, en función de la temperatura absoluta) para justificar los procedimientos de reducción de óxidos metálicos para la obtención de metales.
- Construir los diagramas de Pourbaix (potencial frente a pH) de los metales a partir de los datos de potenciales de reducción estándar de las especies implicadas.
- Utilizar los diagramas de Pourbaix para predecir la tendencia termodinámica de los metales a pasivarse, corroerse por oxidación o permanecer inalterados, en función del medio con el que están en contacto y el pH.
- Describir y justificar las propiedades generales de los metales.
- Describir las propiedades generales, formas de obtención y compuestos principales de elementos metálicos representativos seleccionados: sodio, magnesio, aluminio y plomo.
- Describir la importancia industrial del proceso Solvay para obtención de sosa (carbonato sódico).
- Describir las propiedades y forma de obtención de los elementos metálicos de transición seleccionados: titanio, cromo, hierro (química del alto horno), níquel, cobre (purificación electrolítica), plata (química del proceso fotográfico) y mercurio.
- Justificar las propiedades geométricas, ópticas y magnéticas de los complejos en función de las diversas teorías del enlace químico: teoría de enlace de valencia, teoría del campo ligando y teoría del campo cristalino.

- Determinar la estereoquímica de complejos sencillos, deduciendo la posibilidad de las isomerías más relevantes: cis-trans, óptica y fac-mer.
- Describir las propiedades generales de los semimetales.
- Describir el proceso de obtención y purificación del silicio.
- Describir la estructura y propiedades de los silicatos naturales, de los materiales silíceos manufacturados y de las siliconas.
- Interpretar el fundamento de algunos de los aspectos ambientales y de desarrollo sostenible más relacionados con la Química Inorgánica: limitación de materias primas (por ejemplo de algunos minerales), disminución de la capa de ozono, efecto invernadero, lluvia ácida, cationes metálicos, contaminación del agua, contaminación atmosférica, e importancia del reciclado de vidrio y de metales, entre otros.
- Interpretar, con parte de los conocimientos adquiridos, algunos aspectos fundamentales de la vida cotidiana (¿por qué escribe la mina de un lapicero?, ¿cómo las botellas de amoníaco para limpieza contienen un líquido si el amoníaco es gas?, ¿por qué es tan peligroso el monóxido de carbono?, ¿qué es la lejía?, etc.)
- Resolver problemas numéricos de los aspectos incluidos en los párrafos anteriores.

III.B. Competencias a desarrollar por los alumnos:

Aparte de los conocimientos descritos en el apartado anterior, con el trabajo realizado en esta asignatura, los alumnos deberán ser capaces (poseer habilidades) de:

- Trabajar de forma autónoma.
- Planificar el trabajo para utilizar de forma racional el tiempo disponible.
- Aplicar los conocimientos teóricos a la práctica, argumentando con criterios racionales.
- Construir un texto escrito comprensible y organizado.
- Interpretar textos relacionados con la Química Inorgánica.
- Elaborar diagramas, dibujos y gráficas de utilidad para interpretar la variación de unas magnitudes frente a otras.
- Emplear con soltura unidades de medida y abreviaturas adecuadas.
- Realizar breves informes de experiencias relacionadas con la Química Inorgánica.
- Trabajar en grupo para resolver problemas y realizar trabajos.
- Organizar la resolución de problemas siguiendo los pasos racionales comúnmente establecidos: planteamiento, estimación del orden de magnitud del resultado a obtener, desarrollo (planteamiento de ecuaciones adecuadas), resolución numérica, establecimiento de las cifras significativas, uso correcto de unidades y valoración del resultado (sentido químico-físico).
- Aproximarse a la problemática de la Ingeniería Química (funciones del profesional en la empresa) y de la Química industrial.

IV. REQUISITOS PREVIOS

La asignatura no tiene prerequisites (asignaturas "llave") para ser cursada. Por el contenido de la materia, no obstante, es altamente recomendable que los alumnos hayan superado con aprovechamiento la asignatura de Fundamentos de Química, para que conozcan las bases de la Química (conceptos y vocabulario de reacciones redox, concepto y cálculo del pH, equilibrio químico, cinética química, espontaneidad de reacciones, variaciones de energía en reacciones, procesos electroquímicos, ecuación de Nernst, etc.). Además, es altamente recomendable que se posean conocimientos básicos de Matemáticas (resolución de ecuaciones, representación de rectas, cálculos logarítmicos, etc.) y de ciertos aspectos de Física (bases de la electrostática, comprensión del concepto de longitud de onda de la radiación electromagnética, etc.)

V. CONTENIDO DEL PROGRAMA

1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA QUÍMICA INORGÁNICA.

Compuestos inorgánicos. Organización de la tabla periódica. Propiedades periódicas de los elementos. Nomenclatura de los compuestos inorgánicos. Introducción a las reacciones químicas inorgánicas. Diagramas de Latimer de potenciales de reducción. Diagramas de Frost de estados de oxidación. Estequiometría en reacciones químicas inorgánicas. Introducción a los balances de materia y de energía en reacciones químicas inorgánicas.

2. ENLACE QUÍMICO.

Estructura electrónica del átomo. Introducción al enlace químico. Enlace iónico. Enlace covalente. Estructuras de Lewis. Contabilidad electrónica: carga formal y número de oxidación. Resonancia. Polaridad de enlace. Geometría molecular: teoría de la repulsión de pares de electrones de niveles de valencia (RPENV). Teoría del enlace de valencia (TEV). Orbitales atómicos híbridos. Teoría de orbitales moleculares (TOM). Enlace metálico. Fuerzas intermoleculares. Enlace de hidrógeno.

3. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS SÓLIDOS.

Estados de agregación de la materia. Enlaces y propiedades de los sólidos. Retículo cristalino: empaquetamiento compacto. Estructura de los cristales iónicos. Sólidos reales. Cristales líquidos. Diagrama de fases.

4. ELEMENTOS NO METALES: OBTENCIÓN, PROPIEDADES Y COMPUESTOS.

Elementos no metales. Hidrógeno. Oxígeno. Agua. Dureza del agua y métodos de ablandamiento. Aprovechamiento del agua natural. Halógenos: cloro. Azufre. Nitrógeno. Fósforo. Carbono. Gases nobles. Aprovechamiento químico-industrial del aire.

5. QUÍMICA DE LA OBTENCIÓN Y CORROSIÓN DE METALES.

Estado natural de los metales. Procesos metalúrgicos. Preparación de la mena. Reducción de compuestos metálicos: diagramas de Ellingham. Purificación de metales. Corrosión de metales. Diagramas de Pourbaix (potencial - pH). Protección frente a la corrosión.

6. ELEMENTOS METÁLICOS REPRESENTATIVOS: OBTENCIÓN, PROPIEDADES Y COMPUESTOS.

Elementos metales. Metales alcalinos: sodio. Proceso Solvay. Metales alcalinotérreos: magnesio. Aluminio. Otros metales representativos: plomo.

7. ELEMENTOS DE TRANSICIÓN: OBTENCIÓN, PROPIEDADES Y COMPUESTOS.

Propiedades generales. Titanio: propiedades y obtención. Cromo: propiedades y obtención. Hierro: obtención y corrosión. Níquel: propiedades y purificación. Cobre: propiedades y obtención. Plata: química del proceso fotográfico. Mercurio: obtención y propiedades.

8. QUÍMICA DE LOS COMPLEJOS.

Definiciones y nomenclatura de los compuestos de coordinación. Equilibrio de disociación de complejos. Enlace en los complejos. Propiedades magnéticas y ópticas de complejos. Estereoquímica de los complejos.

9. SEMIMETALES: OBTENCIÓN, PROPIEDADES Y COMPUESTOS.

Elementos metaloides: semiconductividad. Silicio: obtención y base de la electrónica. Silicatos naturales. Materiales silíceos manufacturados. Siliconas.

VI. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• Texto de clase:

- **Apuntes de Introducción a la Química Inorgánica; G. Pinto**, Servicio de Reprografía de la Escuela.

Aunque no cubre toda la materia estudiada en el curso, abarca cerca de un 80 % de la misma. Su objetivo fundamental es que los alumnos puedan disponer de los contenidos mínimos fundamentales antes de ir a la clase, y no tengan que emplear un tiempo excesivo en la toma de apuntes.

• Bibliografía para consulta y ampliación de conocimientos:

- **Química General; R. H. Petrucci, W.S. Harwood y F.G. Herring**, Ed. Prentice Hall, 2003.

Con una presentación excelente, este texto que, según su título, es de "Química General", es una herramienta de gran utilidad para estudiar la mayor parte de los temas del curso.

- **Química, la Ciencia Central**; T.I. Brown, H. E. LeMay y B.E. Bursten, *Ed. Pearson Educación, 2004.*

Similares características al texto anterior.

- **Química Inorgánica Descriptiva**; G. Rayner-Canham, *Ed. Prentice Hall, 2000.*

Tras el desarrollo de los conceptos teóricos importantes, se estudia la química de los elementos por grupos del sistema periódico. Destacan las aplicaciones de elementos y compuestos y un buen número de problemas.

- **Inorganic Chemistry**; D.F. Shriver y P.W. Atkins, *Ed. Oxford University Press, 1999.*

Texto muy completo para el estudio de la asignatura, si bien muchos aspectos exceden los objetivos del curso. Incluye un CD para visualización de moléculas y estructuras. Especialmente recomendado como texto de consulta. Existe traducción en español.

- **Problemas de Química Inorgánica**; B. Douglas, D.H. McDaniel y J.J. Alexander, *Ed. Paraninfo, 1991.*

Incluye multitud de problemas con soluciones, si bien no incluye problemas de todo el temario del curso.

- **Recursos de la Tierra: Origen, Uso e impacto Ambiental**, J.C. Craig y otros, *Ed. Pearson Prentice-Hall, 2006.*

Un texto donde se aborda el estudio de los recursos naturales (materias primas y fuentes de energía) y sus implicaciones ambientales y de sostenibilidad.

VII. MÉTODOS DOCENTES

La metodología que se propone consiste en un conjunto de métodos variados que son esencialmente:

- Clase magistral, apoyada por medios audiovisuales como transparencias y presentaciones con cañón de vídeo.
- Participación activa del alumno, durante el desarrollo de la clase magistral, a través de respuestas a preguntas que formula el profesor y de trabajos en grupo durante intervalos de tiempo breves.
- Aprendizaje colaborativo y cooperativo, mediante realización de diversas tareas en grupo: resolución de problemas, realización de trabajos, desarrollo de experiencias prácticas, y elaboración de mapas conceptuales de los temas.
- Aproximación al aprendizaje basado en problemas: antes de empezar a abordar un tema, los alumnos deben leer los problemas

propuestos, estableciendo los conceptos fundamentales a aprender. Se da un peso importante a la resolución de los problemas.

- Realización de trabajos a nivel individual.
- Empleo de la plataforma informática Aulaweb para distribución de documentos (Guía de la asignatura, enunciados de problemas, etc.)
- Uso de apuntes escritos para cerca del 80 % de los contenidos de la asignatura.

VIII. VOLUMEN DE TRABAJO

Para alcanzar con éxito los objetivos planteados se estima que un alumno medio debería dedicar del orden de:

- 4 horas (cinco sesiones de 50 minutos) por semana a la asistencia y participación en las clases de teoría y de problemas en el aula.
- 2 horas por semana de trabajo en equipo.
- 4 horas por semana de trabajo individual para resolución de problemas, realización de tareas y estudio de la materia.

Al haber unas 14 semanas de actividad docente, supone una dedicación de unas 140 horas. Además, se estima que para preparar los dos ejercicios de evaluación se necesitan del orden de unas 20 horas. De esta forma, se cree necesario un trabajo de unas 160 horas (dentro del intervalo de 150-180 horas contemplado para esta materia en el plan de estudios).

IX. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Se promueve una evaluación continua de los alumnos basada en el siguiente peso en el valor final de la calificación:

5 %	Asistencia y participación en clase y evaluación del portafolio (conjunto del material escrito durante el curso).
15 %	Trabajo individual (cuestionarios rápidos en clase, elaboración de un trabajo escrito y resolución de problemas).
10 %	Trabajos en grupo (4 % por los mapas conceptuales y 6 % por los trabajos planteados).
20 %	Ejercicio de evaluación de los temas 1 a 3 (Fundamentos de la Química Inorgánica).
50 %	Ejercicio de evaluación global (incluye la parte anterior y la de Química Inorgánica descriptiva razonada).

Nota: dado el carácter peculiar de la metodología de la asignatura, en el contexto general, la calificación final será el mayor número entre la calificación del ejercicio de evaluación global y la obtenida por evaluación continua.