## 1. INFORMACIÓN BÁSICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1. Facultad | Ciencias Básicas | 1.2. Programa | Química | | |
| 1.3. Área | Química Inorgánica | 1.4. Curso | Introducción a Química del Estado Solido | | |
| 1.5. Código | EC402245 | 1.6. Créditos | 3 | | |
| 1.6.1. HDD | 48 | 1.6.2. HTI | 96 | 1.7. Año de actualización | 2020 |

## 2. JUSTIFICACIÓN

Introducción a Química del Estado Sólido es un curso electivo del ciclo profesional en plan de estudios de la carrera de Química de la Universidad de Córdoba; por lo tanto, tiene importancia en el aprendizaje para la química básica y aplicada que complementa la formación del Químico, tomando como base su estructura curricular sus fundamentos, objetivos, perspectivas y/o proyecciones. En tal sentido, el curso más que una serie de contenidos que hacen parte de él, es considerado como un conjunto de estrategias y de actividades intencionalmente planeadas y desarrolladas para lograr los objetivos formativos que se plantean en curso introductorio a la Química del Estado Sólido. El curso está destinado principalmente a tratar la teoría del estado sólido desde un punto de vista químico y no físico en el cual se presentan los conceptos más relevantes de esta disciplina. Siendo un curso electivo obviamente no se pueden cubrir todos los temas de la química del estado sólido y se concentra principalmente en estructuras y enlaces de los sólidos, y de sus propiedades, cristalográficas, ópticas y magnéticas. Este curso introductorio de Química del Estado Sólido no adopta un enfoque matemático y comprende a nivel de contenidos una serie de temáticas que favorecerán a los estudiantes abordar, desarrollar y afrontar posteriormente de una forma más adecuada su trabajo de grado o cursos posteriores en un curso de posgrado. Todo esto, con el fin de que el estudiante tenga refuerzos que le permita razonar con un pensamiento y sentido crítico, analítico, constructivo y el trabajo en equipo para alcanzar un verdadero aprendizaje, el cual es parte esencial de su formación profesional.

## 3. PROPÓSITOS DE FORMACIÓN

Este curso pretende proveer a los estudiantes los conocimientos, principios, competencias y conceptos básicos de la Química del Estado Sólido, que le permitan conocer, identificar y relacionar la composición, estructura y el enlace en los sólidos cristalinos más comunes, así como sus propiedades electrónicas, ópticas y magnéticas y sus principales y potenciales aplicaciones, así como la interpretación estas propiedades. Después de obtener estos conocimientos mediante el desarrollo de las estrategias y actividades curriculares propuestas, se aspira que el curso les aporte a los futuros profesionales de la Química solidez y coherencia en la conceptualización; ampliación y significatividad del vocabulario propio de la Química del Estado Sólido y su posterior aplicación en distintos campos.

Adicionalmente, se pretende:

- Motivar y orientar el aprendizaje significativo, interpretación, manejo y relación de conceptos, principios, leyes y teorías fundamentales para la construcción de modelos interpretativos de los fenómenos inherentes a la Química del Estado Sólido.
- Investigar, reconocer y nombrar las principales estructuras cristalinas que conforman los diferentes y principales materiales inorgánicos o minerales.
- Distinguir los diferentes arreglos de los átomos, iones y moléculas en el estado sólido.
- Aplicar modelos de enlace para entender la estructura electrónica de los sólidos.
- Distinguir las diferentes propiedades electrónicas, ópticas y magnéticas en diversos solidos cristalinos, así como sus principales aplicaciones.
- Reconocer los cambios estructurales, electrónicos, ópticos y magnéticos al dopar algunos semiconductores y óxidos semiconductores.
- Reconocer los principales ordenamientos magnéticos a partir de sus curvas de histéresis, curvas de magnetización vs temperatura y de modelos y teorías que rigen algunas estructuras cristalinas.

## 4. COMPETENCIAS

### 4.1 Específicas

- Diferenciar con claridad la química del estado sólido, química de materiales y ciencia e ingeniería.
- Reconocer los diferentes tipos de enlace en solidos cristalinos.
- Distinguir los 7 sistemas cristalinos y las 14 redes de Bravais.
- Establecer diferencias entre los elementos de simetría espacial y puntual.
- Aplicar las reglas de elementos de simetría espacial para identificar la notación Hermann-Mauguin en solidos cristalinos.
- Hallar coordenadas, direcciones y planos cristalográficos en simetrías cubica, tetragonal, ortorrómbica y hexagonal.
- Reconocer con claridad los tipos de empaquetamiento compacto.
- Calcular los diferentes parámetros de estructura en diferentes tipos de empaquetamiento compacto.
- Establecer diferencias entre huecos tetraédricos y octaédricos en una estructura compacta.
- Reconocer y diferenciar los diferentes tipos de estructuras cristalinas tipo MX y $MX_2$
- Reconocer otros tipos de estructuras cristalinas.
- Aplicar la relación de radios para calcular los diferentes parameros de estructura en los diferentes tipos de estructuras cristalinas.
- Diferenciar estructuras y propiedades de solidos cristalinos moleculares y de baja dimensionalidad.
- Calcular la distancia interplanar, parámetros de red e identificar diferentes sistemas compactos por medio de DRX.

- Calcular la distancia interplanar, parámetros de red e identificar diferentes sistemas compactos por medio de DRX.
- Calcular energías reticulares por medio del Ciclo Born-Haber, la constante de Madelung, y la ecuación de Kapustinskii.
- Entender el modelo de formación de bandas a partir de solapamiento de orbitales atómicos y moleculares.
- Establecer relaciones entre la teoría del electrón libre, conductividad electrónica y densidad de estados.
- Reconocer y establecer diferencias entre las propiedades de aislantes, conductores y semiconductores.
- Definir con claridad el concepto de dopaje y distinguir entre semiconductores tipo n y tipo p.
- Reconocer las diferentes aplicaciones actuales de semiconductores que contienen impurezas.
- Explicar las fuentes del momento magnético en materiales.
- Determinar la magnetización de algunos materiales dada su susceptibilidad y permeabilidad magnética y la intensidad del campo magnético aplicado.
- Explicar con claridad la naturaleza y fuente del diamagnetismo, paramagnetismo, antiferromagnetismo, superparamgnetismo y ferromagnetismo.
- Describir los modelos de superintercambio y dobleintercambio para explicar la interacción magnética de algunos solidos cristalinos.
- En términos de estructura cristalina, explicar la fuente del ferrimagnetismo para ferritas cúbicas.
- Aplicar las leyes de Curie y Curie-Weiss para cambios de fases magnéticas.
- Distinguir las características de ferromagnetos blandos y duros.
- Establecer diferencias entre un semiconductor y un semiconductor magnético.
- Describir con claridad el fenómeno de la superconductividad.

**4.2 Transversales**

- Realiza un debate lógico, pedagógico, analítico, constructivo, autocrítico y coherente.
- Desarrolla competencias comunicativas de lecto-escritura y expresión oral que le permiten argumentar y defender sus ideas.
- Razona en la búsqueda y uso responsable eficaz y veraz de la información.
- Desarrolla competencias que le permitan transformar su entorno personal, profesional y social; actuando como un ser integral, honesto, ético, solidario, tolerante, respetuoso, responsable y con los valores y principios que necesita la sociedad actual.
- Demuestra una actitud abierta, transparente, constructiva y propositiva a la hora de trabajar en equipo.
- Fomenta la curiosidad como motor de desarrollo del meta-aprendizaje.
- Trabaja sobre presión, teniendo la capacidad para tomar decisiones y responde por las consecuencias de las decisiones tomadas.
- Crea aptitudes de un profesional adaptable, flexible, creativo a las circunstancias y dispuesto a aceptar retos y cambios y no temer a los nuevos desafíos.
- Adquiere compromiso con el estudio y el trabajo y no requiere de mucha supervisión para cumplir de forma confiable con las tareas asignadas.

## 4. CONTENIDOS

**Unidad I. Introducción A Química del Estado y Estructuras Cristalinas Simples**

- Química molecular y no molecular. Química de materiales, Ciencia de los materiales, química del estado sólido.
- Orden de corto y largo alcance, celda unitaria y solidos cristalinos.
- Solidos metálicos, covalentes, moleculares e iónicos y sus energías de enlace. Mezcla de enlaces, fracción covalente.
- Solidos cristalinos: Los siete sistemas cristalinos y volúmenes de celda, alotropía y polimorfismo.
- Las 14 Redes de Bravais. Elementos de simetría puntual y espacial. Reglas notación Herman-Mauguin.
- Los 32 grupos puntuales y los 230 grupos espaciales. Nomenclatura grupos simetría espacial.
- Coordenada de puntos, direcciones y planos cristalográficos en sistemas cubico,tetragonal, ortorrómbico y hexagonal.
- Índices de Miller y su importancia.

**Unidad II. Estructura Cristalina en Sólidos.**

- Tipos de empaquetamiento compacto, tipos de celda, numero de átomos por unidad de celda y parámetros de estructura: radio atómico, densidad, factor de empaquetamiento.
- Tipos de huecos: tetraédricos y octaédricos. Numero de coordinación y relación de radios.
- Estructuras cristalinas tipo MX: CsCl, NaCl, NiAs, ZnS (blenda), ZnO (wurtzita).
- Estructuras cristalinas tipo $MX_2$: fluorita ($CaF_2$), antifluorita, $CdI_2$ y $TiO_2$ (anatasa y rutilo).
- Otras estructuras cristalinas importantes: $BiI_3$, corindón: $Al_2O_3$, $ReO_3$.
- Estructura de óxidos mixtos: espinela normal e inversa, perovskita e ilmenita.
- Estructura de solidos covalente y moleculares de baja dimensionalidad.
- Introducción a DRX para la caracterización de solidos cristalinos.
- Cálculo de energía reticulares. Ciclo Born-Haber. Constante de Madelung, ecuación de Kapustinskii.
- Unión de poliedros.

**Unidad III. Enlaces en Sólidos y Propiedades Electrónicas, Ópticas y Magnéticas**

- Enlace en solidos: modelo de bandas.
- Conductividad electrónica, teoría del electrón libre. Densidad de estados.
- Estructura de bandas en solidos: aislantes, conductores, semiconductores, brecha de banda.
- Semiconductores intrínsecos, fotoconductividad, semiconductores extrínsecos: tipo *n*, tipo *p*.
- Bandas es compuestos del bloque d. Monóxidos de metales de transición.
- Aplicaciones: celdas fotovoltaicas, unión p-n, diodos emisores de luz (LED) etc.
- Momento magnético. Susceptibilidad y permeabilidad magnética. Campo y magnetización, unidades para cantidades magnéticas.

- Clasificación de materiales magnéticos: Diamagnetismo, paramagnetismo, paramagnetismo de Pauli, fenómeno de superconductividad. antiferromagnetismo, ferromagnetismo, ferrimagnetismo y superparamagnetismo.
- Curvas de histéresis.
- Susceptibilidad vs temperatura. Curcas ZFC y FC, ley de Curie y ley de Curie-Weiss.
- Interacciones de intercambio magnético: intercambio directo, intercambio indirecto: Superintercambio y doble intercambio, frustración, vidrios de espín.
- Aplicaciones: ferromagnetos blandos, (transformadores) ferromagnetos duros, ferromagnetos permanentes (almacenamiento de la información).
- Espintrónica. Introducción a semiconductores magnéticos diluidos.

## 5. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología de este curso se centra en el trabajo de docencia directa y en el trabajo independiente realizado por el estudiante.

El curso se desarrollará de la siguiente manera:

- **Docencia Directa:** Clases magistrales, empleando ayudas audiovisuales, modelos moleculares, paginas interactivas, conferencias, talleres, tutorías, etc.

- **El trabajo independiente del estudiante**: Lecturas, ensayos, realización de consultas, revisión bibliográfica, realización de talleres, solución de problemas, mesas redondas, exposiciones, etc.

## 6. ACTIVIDADES Y PRÁCTICAS

- Clases presenciales
- Clases virtuales síncronas y asíncronas.

## 7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

De acuerdo con el reglamento estudiantil vigente en la Universidad de Córdoba se tomarán tres notas parciales, en tres diferentes cortes, las cuales se promediarán para obtener la nota definitiva. Cada nota parcial incluirá los siguientes criterios:

- Pertinencia, coherencia lógica, nivel explicativo y predictivo de los argumentos presentados por los estudiantes en las sesiones de trabajo en clase, trabajos extra-clase y evaluaciones orales y escritas.

- Aplicación de ejercicios sencillos del marco teórico en la solución de ejercicios de aplicación sobre cada una de las temáticas tratadas.

Cada nota parcial se obtendrá así:

En cada corte se realizarán talleres y/o trabajos, una evaluación escrita y una presentación oral. Al final del último corte a cada estudiante o grupo de estudiante se le asignara un artículo el cual debe sustentar de manera oral. Este artículo tendrá los temas relacionados con los temas abordados durante el semestre.

La nota definitiva se obtendrá promediando las 3 notas parciales reglamentarias.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Anthony R. West. Solid State Chemistry and its Applications. John Wiley & Sons, Ltd. 2014.
- Leisly E. Smart, Elaine A. Moore. Solid State Chemistry: an Introduction. Taylor & Francis Group. 2005.
- Lesley E. Smart, Elanie A. Moore, Walton Hall. Milton Keynes. Química del Estado Sólido. Jhon Wiley & Sons, Ltd. NY,1999.
- J.D. Lee. Concise Inorganic Chemistry. Fourth Edition. Chapman & Hall. 1991.
- Stephen Blundell. Magnetism in Condensed Matter. Oxford University Press.2001