



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

FUNDAMENTACIÓN

Esta es la primera asignatura que cursan los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica en el Ciclo Profesional y los conocimientos y destrezas que en ella se imparten son fundamentales para todas las materias técnicas que contiene el plan de estudios y que se dictan en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales. Tiene como propósito el de: introducir al estudiante al lenguaje del Ingeniero Metalúrgico; desarrollarle la capacidad de pensamiento abstracto para que pueda pasar mentalmente de un enfoque macroscópico a uno microscópico e incluso imaginario, para interpretar los fenómenos que ocurren en el mundo de los materiales; exponerlo a la estructura (sub-atómica, atómica, molecular, microscópica y macroscópica) que adoptan los materiales bajo diferentes condiciones de procesamiento; y familiarizarlo con las propiedades que exhiben los materiales como consecuencia de su estructura, aportándole las herramientas teóricas necesarias para que pueda hacerlo con éxito.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO SINÓPTICO

Tema 1: INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA Y LA INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

- Sección 1.1. Cómo tener éxito en la Universidad y en este curso
- Sección 1.2. Los materiales y la ingeniería moderna
- Sección 1.3. Ciencia de los materiales en el siglo XXI
- Sección 1.4. Tipos de materiales
- Sección 1.5. Competencia entre los materiales
- Sección 1.6. Tendencias futuras

TEMA 2: ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE

- Sección 2.1. Estructura del átomo
- Sección 2.2. Número atómico, masa atómica y propiedades de los elementos
- Sección 2.3. La tabla periódica de los elementos
- Sección 2.4. Estructura electrónica del átomo y propiedades
- Sección 2.5. Tipos de enlaces atómicos y moleculares
- Sección 2.6. El enlace iónico - Propiedades de los sólidos iónicos
- Sección 2.7. El enlace covalente – Propiedades de los sólidos covalentes
- Sección 2.8. El enlace metálico- Propiedades de los sólidos metálicos
- Sección 2.9. Enlaces secundarios
- Sección 2.10. Enlaces mixtos
- Sección 2.11. Concepto de pozo de energía potencial - Propiedades mecánicas y térmicas
- Sección 2.12. Estructura atómica, enlace y propiedades

TEMA 3: ESTRUCTURA CRISTALINA

- Sección 3.1. Redes Cristalinas y Celdas Unitarias – Concepto de orden
- Sección 3.2. Sistemas cristalinos y Redes de Bravais
- Sección 3.3. Estructuras Cristalinas Cúbicas

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
--	---	-------------------------------	----------------	---



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

- Sección 3.4. Sistema A_1 Cúbico Centrado en las Caras (FCC) - Propiedades
- Sección 3.5. Sistema A_2 Cúbico Centrado en el Cuerpo (BCC) - Propiedades
- Sección 3.6. Planos y direcciones Cristalográficas en una Celda Hexagonal
- Sección 3.7. Sistema A_3 – Hexagonal Compacto (HCP) - Propiedades
- Sección 3.8. Comparación de los Diferentes Estructuras Cristalinas
- Sección 3.9. Álgebra Vectorial en Redes Cúbicas
- Sección 3.10. Difracción de Rayos X por Cristales Cúbicos
- Sección 3.11. Estructura Cristalina y Propiedades de los Sólidos

Tema 4: DEFECTOS EN SÓLIDOS

- Sección 4.1. Defectos y Propiedades
- Sección 4.2. Clasificación de los Defectos Estructurales
- Sección 4.3. Defectos o Imperfecciones Puntuales en Metales - Conductividad
- Sección 4.4. Defectos Puntuales en Cristales Iónicos -Procesos y Propiedades
- Sección 4.5. Densidad Electrónica
- Sección 4.6. Concentración de equilibrio de Defectos Puntuales
- Sección 4.7. Defectos o Imperfecciones Lineales (Dislocaciones)
- Sección 4.8. Defectos o Imperfecciones Superficiales (Límites de Granos)
- Sección 4.9. Tamaño de grano y propiedades Mecánicas de los Materiales
- Sección 4.10. Soluciones Sólidas

TEMA 5: FENÓMENOS CINÉTICOS EN EL ESTADO SÓLIDO

- Sección 5.1. Solidificación en Metales
- Sección 5.2. Nucleación
- Sección 5.3. Crecimiento de Cristales y Formación de Granos
- Sección 5.4. Procesos Cinéticos en el Estado Sólido
- Sección 5.5. Difusión Atómica en el Estado Sólido - Conductividad

TEMA 6: TRANSFORMACIONES DE FASES EN SISTEMAS CONDENSADOS

- Sección 6.1. Diagramas de Fase de Substancias Puras (C=1)
- Sección 6.2. Sistemas Isomorfos Binarios (C=2)
- Sección 6.3. Solidificación en Condiciones de Desequilibrio
- Sección 6.4. Sistemas Eutécticos sin Solubilidad Sólida y con Solubilidad Parcial
- Sección 6.5. Sistemas Peritéticos
- Sección 6.6. Sistemas Monotéticos
- Sección 6.7. Sistemas Eutectoides, Peritectoides y Monotectoides
- Sección 6.8. Reacciones Invariantes
- Sección 6.9. Diagramas con fases y Compuestos Intermedios
- Sección 6.10. El diagrama Hierro- Carbono

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

CONTENIDO DETALLADO DEL PROGRAMA

Tema 1: Introducción a la Ciencia y la Ingeniería de los Materiales

Objetivo general:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá estar en capacidad de organizar su tiempo para dedicarlo al estudio, de ésta y otras materias de la carrera, y de entender cómo se ha desarrollado la tecnología de los materiales a través de la historia, la importancia de esta disciplina en la ingeniería moderna, y como luce el futuro en este campo.

Sección 1.1. Como tener éxito en la Universidad y en este curso

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de elaborar un programa para el estudio disciplinado de ésta y otras materias de la carrera de Ingeniería Metalúrgica.

Sección 1.2. Los materiales y la ingeniería moderna

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir los aspectos más importantes relacionados con las características de los materiales, desde el punto de vista de la ingeniería y la industria, su historia, la importancia de las fuentes de materias primas, los procesos de explotación de recursos, los procesos de producción de materiales primarios y los procesos de manufactura de productos, así como algunos usos de los materiales en la ingeniería moderna.

Sección 1.3. Ciencia de los materiales en el siglo XXI

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de deducir cómo será el desarrollo futuro de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales, en función de las proyecciones que sobre otras disciplinas han hecho los futurólogos de finales del siglo XX.

Sección 1.4. Tipos de materiales

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de enunciar los diferentes tipos de materiales que existen y las propiedades que caracterizan a cada grupo de materiales.

Sección 1.5. Competencia entre los materiales

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de explicar como se desarrolla la competencia industrial entre los diferentes materiales, las variables que la influyen y las características particulares de esta industria.

Sección 1.6. Tendencias futuras

Objetivos Específicos:

Al finalizar esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir algunas tendencias que caracterizan a la tecnología del futuro, y de discutir cuales parecen ser las más importantes del siglo XX.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

TEMA 2: ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE

Objetivo general:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá estar en capacidad de exponer cómo es la estructura del átomo, cómo se enlazan entre sí, deducir cómo son las propiedades de los materiales basado en la información que poseen con relación a su estructura atómica y las características de su enlace.

Sección 2.1. Estructura del átomo

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir la estructura del átomo.

Sección 2.2. Número atómico, masa atómica y propiedades de los elementos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de definir número atómico y masa atómica, y de relacionarlos con las propiedades de los elementos.

Sección 2.3. La tabla periódica de los elementos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir la tabla periódica y de relacionar la posición de los diferentes elementos en la tabla periódica y de relacionar la posición de los diferentes elementos en la tabla periódica, con su estructura atómica y sus propiedades.

Sección 2.4. Estructura electrónica del átomo y propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir la estructura electrónica del átomo de cualquier elemento, conociendo su número atómico, de calcular los cambios de energía asociados con la transición de los electrones entre niveles energéticos, de calcular la frecuencia y la longitud de onda del fotón asociado a estas transiciones, de describir los números cuánticos principales, secundario, magnético y de giro de los elementos con su reactividad química, de describir sus orbitales, y en general, de relacionar la estructura electrónica de los elementos con sus propiedades.

Sección 2.5. Tipos de enlaces atómicos y moleculares

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir los diferentes tipos de enlaces atómicos y moleculares que existen y explicar cómo se forman.

Sección 2.6. El enlace iónico - Propiedades de los sólidos iónicos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir el enlace iónico, de calcular las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre iones, las correspondientes energías, y las distancias de separación entre partículas de

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

diferente grado de excitación. Así mismo deberá estar en capacidad de relacionar las propiedades de los sólidos iónicos, con las características propias de su enlace.

Sección 2.7. El enlace covalente – Propiedades de los sólidos covalentes

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir el enlace covalente, de calcular las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre átomos que se enlazan de manera covalente, las correspondientes energías, y las distancias de separación entre partículas de diferentes grado de excitación. Así mismo deberá estar en capacidad de describir el enlace covalente en la molécula de hidrógeno y en otras moléculas diatómicas, de describir el enlace covalente en moléculas que contienen carbono, y de explicar el fenómeno de hibridización de los orbitales del átomo de carbono por la formación de enlaces covalentes simples. Así mismo deberá estar en capacidad de relacionar las propiedades los sólidos covalentes, con las características propias de su enlace.

Sección 2.8. El enlace metálico- Propiedades de los sólidos metálicos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir el enlace metálico, de calcular las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre átomos que e reenlazan de manera metálica, las correspondientes energías, y las distancias de separación entre partículas de diferente grado de excitación. Así mismo deberá estar en capacidad de relacionar las propiedades de los sólidos metálicos, con las características propias de su enlace.

Sección 2.9. Enlaces secundarios

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir los enlaces secundarios o dipolares, tanto fluctuantes como permanentes, y de relacionar las propiedades de los materiales que presentan este tipo de enlace, con las características propias de su enlace.

Sección 2.10. Enlaces mixtos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de describir los enlaces mixtos iónico-covalentes, metálico-covalentes, metálico-iónicos y metálico-iónico-covalentes, de calcular el porcentaje de carácter iónico de un enlace mixto utilizando la ecuación de Pauli, y de relacionar las propiedades de los materiales que presentan este tipo de enlace, con las características propias de su enlace.

Sección 2.11. Concepto de pozo de energía potencial - Propiedades mecánicas y térmicas

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de exponer el concepto de “Pozo de Energía Potencial”, de representar gráficamente la variación de la energía potencial y la fuerza neta entre partículas, en función de la distancia

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

entre ellas, de relacionar las características que tiene el pozo de energía potencial de un sólido, con sus propiedades, tales como : módulo elástico, coeficiente de expansión térmica, temperatura de fusión, calor latente de fusión, etc.

Sección 2.12. Estructura atómica, enlace y propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en la capacidad de entender la estructura cristalina de los materiales y poder relacionar la estructura con las propiedades que presentan los sólidos cristalinos.

TEMA 2: ESTRUCTURA CRISTALINA

Objetivo general:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá estar en capacidad de entender la estructura cristalina de los materiales y poder relacionar la estructura con las propiedades que presentan los sólidos cristalinos.

Sección 3.1. Redes Cristalinas y Celdas Unitarias – Concepto de orden

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir los parámetros básicos que se utilizan para describir las estructuras cristalinas, de explicar como se forman los sólidos cristalinos, y de analizar las características fundamentales de una celda unitaria cualquiera.

Sección 3.2. Sistemas cristalinos y Redes de Bravais

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir los siete sistemas cristalinos que existen y las catorce redes de Bravais

Sección 3.3. Estructuras Cristalinas Cúbicas

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir las posiciones de los átomos, determinar e ilustrar esquemáticamente cualquier dirección o plano cristalográfico que se desee conocer y de calcular la distancia entre planos paralelos, en una celda unitaria cúbica cualquiera.

Sección 3.4. Sistema A₁ Cúbico Centrado en las Caras (FCC) - Propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de dibujar y describir en detalle la estructura de los sólidos cúbicos centrados en las caras, así como de determinar el número de átomos que presenta cada celda unitaria, la posición que ocupan, el número de vecinos cercanos y segundos vecinos que presenta cada átomo, la relación que existe entre los parámetros reticulares y el radio del átomo, los índices de las direcciones y los planos notables, el factor de apilamiento, el número de intersticios tanto octaédricos como tetraédricos que presenta cada celda, sus dimensiones, y el número y dimensiones de los átomos extraños que pueden ocupar las posiciones intersticiales, así como las relaciones que existen entre las características de la estructura FCC y las propiedades de los sólidos que cristalizan en ese sistema.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Sección 3.5. Sistema A₂ Cúbico Centrado en el Cuerpo (BCC) - Propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de dibujar y describir en detalle la estructura de los sólidos cúbicos centrados en el cuerpo, así como de determinar el número de átomos que presenta cada celda unitaria, la posición que ocupan, el número de vecinos cercanos y segundos vecinos que presenta cada átomo, la relación que existe entre los parámetros reticulares y el radio del átomo, los índices de las direcciones y algunos planos notables, el factor de apilamiento, el número de intersticios tanto octaédricos como tetraédricos que presenta cada celda, sus dimensiones, y el número y dimensiones de los átomos extraños que pueden ocupar las posiciones intersticiales, así como las relaciones que existen entre las características de la estructura BCC y las propiedades de los sólidos que cristalizan en ese sistema.

Sección 3.6. Planos y direcciones Cristalográficas en una Celda Hexagonal

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de determinar los índices de Millar – Bravais de las direcciones y planos notables en este sistema, y las relaciones que existen entre las características de una celda hexagonal y las propiedades de los sólidos que cristalizan en ese sistema.

Sección 3.7. Sistema A₃ – Hexagonal Compacto (HCP) - Propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de dibujar y describir en detalle la estructura de los sólidos que cristalizan en el sistema hexagonal compacto, así como de determinar el número de átomos que presenta cada celda unitaria, la posición que ocupan, el número de vecinos cercanos y segundos vecinos que presenta cada átomo, los índices de las direcciones y planos notables, el factor de apilamiento, el número de intersticios tanto octaédricos como tetraédricos que presenta cada celda, sus dimensiones, y el número y dimensiones de los átomos extraños que pueden ocupar las posiciones intersticiales, así como las relaciones que existen entre las características de la estructura HCP y las propiedades de los sólidos que cristalizan en ese sistema.

Sección 3.8. Comparación de los Diferentes Estructuras Cristalinas

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de calcular densidad lineal, planar y volumétrica en sistemas cristalinos, de definir los fenómenos de polimorfismo o alotropía, y de describir en detalle e ilustrar las semejanzas y diferencias que existen entre los sistemas cúbico centrado en las caras, cúbico centrado en el cuerpo, y hexagonal compacto, así como de deducir la influencia que estas diferencias estructurales tienen en las propiedades de los sólidos que cristalizan en estos sistemas.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Sección 3.9. Álgebra Vectorial en Redes Cúbicas

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de resolver problemas geométricos relacionados con posiciones de átomos, direcciones y planos en celdas cúbicas, utilizando los principios del álgebra vectorial.

Sección 3.10. Difracción de Rayos X por Cristales Cúbicos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir el fenómeno de Difracción de Rayos X en cristales cúbicos, enunciar la Ley de Bragg y determinar estructuras cristalinas sencillas mediante la indexación de picos de difracción observados experimentalmente.

Sección 3.11. Estructura Cristalina y Propiedades de los Sólidos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de discutir en detalle las propiedades que pueden esperarse de sólidos que cristalizan en los sistemas cúbico simple, cúbico centrado en las caras, cúbico centrado en el cuerpo y hexagonal compacto.

TEMA 4: DEFECTOS EN SÓLIDOS

Objetivo general:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá estar en capacidad de entender la estructura real de los materiales, incluyendo sus defectos y relacionar la estructura de defectos con las propiedades que presentan los sólidos metálicos y no metálicos.

Sección 4.1. Defectos y Propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de enumerar las propiedades que se ven más afectadas por la presencia de defectos estructurales en los sólidos y de exponer cómo los diferentes defectos afectan las propiedades.

Sección 4.2. Clasificación de los Defectos Estructurales

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá estar en capacidad de definir los diferentes tipos de defectos que existen y de clasificarlos, de acuerdo a sus características geométricas.

Sección 4.3. Defectos o Imperfecciones Puntuales en Metales - Conductividad

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir los diferentes tipos de defectos puntuales que se presentan en los metales, de ilustrar mediante dibujos cómo son, de describir detalladamente cómo se forman, y de analizar cómo se afectan las propiedades de conductividad de los metales cuando contienen una determinada concentración de defectos puntuales de cada tipo.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Sección 4.4. Defectos Puntuales en Cristales Iónicos -Procesos y Propiedades

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir los diferentes tipos de defectos puntuales que se presentan en cristales iónicos, de ilustrar mediante dibujos cómo son, de describir detalladamente cómo se forman, y de analizar las características fundamentales de un sólido iónico que contenga una cierta concentración de defectos puntuales de cada tipo.

Sección 4.5. Densidad Electrónica

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir el concepto de densidad electrónica y de describir su importancia en las propiedades de los sólidos.

Sección 4.6. Concentración de equilibrio de Defectos Puntuales

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de calcular la concentración de equilibrio de defectos puntuales en un sólido, a una determinada temperatura.

Sección 4.7. Defectos o Imperfecciones Lineales (Dislocaciones)

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir dislocación de borde o de arista, dislocación de hélice o de tornillo, dislocación mixta, circuito de Burger, vector de Burger y línea de una dislocación, de ilustrar mediante dibujos cómo son cada una de las dislocaciones, de describir detalladamente cómo se forman, cómo pueden desplazarse y cómo pueden multiplicarse, y de analizar cómo serán las propiedades mecánicas y las características fundamentales de un sólido que contenga una cierta concentración de dislocaciones de cada tipo.

Sección 4.8. Defectos o Imperfecciones Superficiales (Límites de Granos)

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir límites de granos, de ilustrar mediante dibujos cómo son, de describir detalladamente cómo se forman y cómo pueden cambiar de tamaño, de calcular el tamaño promedio de los granos en un sólido, y de analizar las características fundamentales de un sólido que contenga granos de diferentes formas y tamaños.

Sección 4.9. Tamaño de grano y propiedades Mecánicas de los Materiales

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir cómo el tamaño y la forma de los granos influye en las propiedades mecánicas de los sólidos policristalinos, de ilustrar gráficamente la ecuación de Petch, y calcular cómo varía el esfuerzo de cedencia con el tamaño promedio de los granos.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Sección 4.10. Soluciones Sólidas

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir los diferentes tipo de soluciones sólidas que existen, de ilustrar mediante dibujos cómo son, de describir detalladamente cómo se forman, de analizar los factores que influyen en la extensión relativa de la solubilidad sólida, de enunciar las Reglas de Hume-Ruthery, y de analizar las propiedades fundamentales que presentan las soluciones sólidas, a diferencia de otros sólidos policristalinos o no.

TEMA 5: FENÓMENOS CINÉTICOS EN EL ESTADO SÓLIDO

Objetivo general:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá entender la forma como se mueven los átomos en los sólidos, relacionar entre si las diferentes variables de los procesos cinéticos y deducir las propiedades de los sólidos que están relacionadas con los procesos de transporte de masa.

Sección 5.1. Solidificación en Metales

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir las diferentes etapas del proceso de solidificación en metales.

Sección 5.2. Nucleación

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir los diferentes mecanismos mediante los cuales ocurre el proceso de nucleación tanto homogénea como heterogénea, tener una buena idea de la magnitud de la energía necesaria para que ocurra el proceso de nucleación y de los factores que compiten en la formación de núcleos estables, y de relacionar entre sí las variables fundamentales de este proceso en el cálculo del radio del núcleo.

Sección 5.3. Crecimiento de Cristales y Formación de Granos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir los diferentes mecanismos mediante los cuales ocurre el proceso de cristalización primaria a partir del metal líquido y el proceso normal y anormal de crecimiento de granos, así como de describir las técnicas más comúnmente utilizadas parar el crecimiento de monocristales.

Sección 5.4. Procesos Cinéticos en el Estado Sólido

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir las diferentes etapas involucradas en el proceso de movimiento de los átomos en estado sólido, de identificar y calcular la energía de activación necesaria para que ocurra este proceso, y de representar gráficamente el comportamiento típico de los fenómenos térmicamente activados.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Sección 5.5. Difusión Atómica en el Estado Sólido - Conductividad

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir el fenómeno de difusión atómica en el estado sólido, la fuerza motora necesaria para que ocurra, los diferentes mecanismos de transporte y la relación entre las variables que controlan el proceso. Así mismo, deberá estar en capacidad de enunciar las Leyes de Fick y utilizar sus expresiones matemáticas para la solución de problemas sencillos de difusión en estado estacionario y en estado no-estacionario.

TEMA 6: TRANSFORMACIONES DE FASES EN SISTEMAS CONDENSADOS

Objetivo general:

Al finalizar el estudio de este tema, el estudiante deberá conocer los estados de equilibrio mecánico, térmico y químico, y saber interpretar diagramas de fase de uno y dos componentes en sistemas condensados, así como saber dibujarlos a partir de datos relacionados con los puntos críticos de estos diagramas y saber describir trayectorias de cristalización y fusión.

Sección 6.1. Diagramas de Fase de Sustancias Puras (C=1)

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de definir los términos: fase, equilibrio de fases, componentes, y grado de libertad. Así mismo deberá poder enunciar la regla de las fases de Gibbs, interpretar sistemas de un solo componente, de dibujarlos a partir de curvas de energía libre contra temperatura (G-T), y de describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas.

Sección 6.2. Sistemas Isomorfos Binarios (C=2)

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de utilizar la regla de la palanca para calcular la cantidad relativa en que están presentes las fases en equilibrio, de interpretar sistemas isomorfos binarios para conocer para cada juego de variables temperatura-composición: el número de fases presentes, la cantidad relativa en que está presente cada fase y su composición, de describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de representar gráficamente el desarrollo microestructural, y de dibujar los diagramas a partir de curvas de enfriamiento.

Sección 6.3. Solidificación en Condiciones de Desequilibrio

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá estar en capacidad de describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de explicar el fenómeno de formación de regiones de composición segregada en el sólido y de explicar cómo se puede homogeneizar el material.

Sección 6.4. Sistemas Eutécticos sin Solubilidad Sólida y con Solubilidad Parcial

Objetivos Específicos:

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4	REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)					
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder escribir la reacción eutéctica y la formación de la microestructura, y estar en capacidad de describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de explicar el fenómeno de segregación de fase sólidas a bajas temperaturas y formación de estructuras eutécticas, hipo-eutécticas e hiper-eutécticas, así como representarlas mediante un dibujo esquemático.

Sección 6.5. Sistemas Peritéticos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder describir solubilidad sólida parcial y la reacción peritética en sistemas parecidos al sistema cobre-zinc, y estar en capacidad de describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de explicar el fenómeno de anillado durante la reacción peritética, y la formación de estructuras peritéticas, hipo-peritéticas e hiper-peritéticas, así como representarlas mediante un dibujo esquemático.

Sección 6.6. Sistemas Monotéticos

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de explicar el fenómeno de segregación binaria durante la reacción monotética, y la formación de estructuras monotéticas, hipo-monotéticas e hiper-monotéticas, así como representarlas mediante un dibujo esquemático.

Sección 6.7. Sistemas Eutectoides, Peritectoides y Monotectoides

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de explicar la formación de estructuras eutectoides, hipo-eutectoides, hiper-eutectoides, peritectoides, hipo- peritectoides, hiper- peritectoides, monotectoides, hipo- monotectoides e hiper- monotectoides, así como representarlas mediante un dibujo esquemático.

Sección 6.8. Reacciones Invariantes

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder describir en detalle las reacciones eutéctica, peritética, eutectoide y peritectoide, y representar las microestructuras que luchan por equilibrio durante estas reacciones, mediante un dibujo esquemático.

Sección 6.9. Diagramas con fases y Compuestos Intermedios

Objetivos Específicos:

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder describir trayectorias de cristalización en este tipo de diagramas, de explicar la formación de las microestructuras y de representarlas mediante dibujos esquemáticos.

Sección 6.10. El diagrama Hierro- Carbono

Objetivos Específicos:

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

Al finalizar el estudio de esta sección, el estudiante deberá poder describir cualquier trayectoria de cristalización en este diagrama, de explicar la formación de las microestructuras y de representarlas mediante dibujos esquemáticos. Así mismo deberá poder relacionar cada una de las microestructuras descritas con las propiedades más importantes de los aceros al carbono y las fundiciones.

ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES

Durante el inicio de cada clase se realizará un breve resumen de la clase anterior de manera que el estudiante refuerce los conocimientos adquiridos. Se realizarán preguntas orales y pruebas cortos sobre el tema visto en la clase anterior, y se mandarán tareas para ser realizadas en casa, de manera de hacer más dinámica la clase y lograr un aprendizaje continuo y efectivo.

MEDIOS INSTRUCCIONALES O RECURSOS

Se utilizarán transparencias como material de apoyo para el desarrollo de las clases, guías. Y videos de ilustración.

PLAN DE EVALUACIÓN

Primer examen parcial: temas 1,2 y 3	30%
Segundo examen parcial: temas 4 y 5	25%
Problemas, trabajos para la casa y varias evaluaciones cortas:	20%
Examen final: tema 6	25%

REQUISITOS

Esta asignatura tiene como requisitos: Química II (Código 0442) y Física General II (Código 0332).

HORAS DE CONTACTO

La asignatura tiene una sesión semanal de teoría de 4 horas y una sesión de práctica semanal de 2 horas

BIBLIOGRAFÍA

Textos básicos:

1. **W. F. Smith**, "Principles of Materials Science and Engineering", 2nd ed. McGraw-Hill Publishing Company, 1990.
2. **J. C. Ohep**. Apuntes del Libro: "fundamentos de Ciencia e Ingeniería de los Materiales". Universidad Central de Venezuela, 1996.

Textos de consulta:

1. L. H. Van Vlack, "Elements of Materials Science", Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1996.
2. P. Gordon, "Principles of Diagrams in Materials Systems", McGraw-Hill Publishing Company, 1968.
3. W. G. Moffatt, G. W. Pearlsall y J. Wulff, "Estructura y propiedades de los materiales", Volumen 1, John Wiley, 1964.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------	---------	--



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: CIENCIA DE LOS MATERIALES				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 6321	UNIDADES: 4		REQUISITOS: FÍSICA II (0332), Química II (0442)				
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 3	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10	SEMESTRE: 4

4. C. R. Barret, W. D. Nix y A. S. Tetelman, "The Principles of Engineering materials", Prentice-Hall, Inc., 1973.
5. K. J. Pascoe, "An Introduction to the Properties of Engineering Materials", 2nd ed. Van Norstrand Reinold Company, London, 1972.
6. J. F. Shackelford, "Introduction to Materials Science for Engineers", 3rd ed. Macmillan Publishing Company, 1992.

REFERENCIAS

Para profundizar en cada uno de los temas, se recomendará la lectura de artículos y libros adicionales a los textos citados arriba.

TEMA 2 : R. Chang, "General Chemistry", 4th ed., MacGraw-Hill, 1990; D.A. Davies, "Waves, Atoms and Solids", Longman, 1978; R.L. DeKock, "Chemical Structure and Bonding", Brenjamin, 1980; T. L. Brown, "Chemistry, The Central Science", 5th ed., Prentice Hall, 1991; L. Pauling, "General Chemistry" (Capítulo 7) W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1970; H. B. Gray, "Chemical Bonds", Benjamin, 1973; A. R. West, "Solid State Chemistry", J. Wiley, 1984; R. J Borg and G. J. Dienes, "Physical Chemistry of Solids", Academic Press, 1992; y S. B. Parker (editor), "Physical Chemistry Source Book", McGraw-Hill, 1987.

TEMA 3 : C. S. y T. B. Masalsky, "Structure of Metals", 3rd ed., Pergamon, 1980; R. W. Cahn (ed) "Physical Metallurgy", Wiley, 1965; L. V. Azaroff, "Introduction to Solids", McGraw-Hill, 1965; L. V. Azroff, "Introduction to Solids", McGraw-Hill, 1960; C.A Wert and R. M. Thomson, "Physics of Solids", McGraw-Hill, 1970; E. W. Nuffield, "X-Ray Diffraction Methods", Wiley, 1966; y B. D. Cullity, "Elements of X.Ray Diffraction", Addison-Wesley, 1960.

TEMA 4 : M. Flemings, "Solidification Processing" McGraw-Hill, 1974; R. W. Cahn (editor) "Physical Metallurgy", Wiley, 1965; y J. P. Hirt and J. Lothe, "Theory of Dislocatons", 2nd ed. Wiley, 1982.

TEMA 5: P. G. Shewmon, "Diffusion in Solids", Minerals, Mining and Materials Society, 1989, y R. W. Cahn (editor) "Physical Metallurgy", Wiley, 1965; K. J. Laidler, "Principles of Chemistry", Harcourt, Brace & World, New York, 1966; W. J. Moore, "Physical Chemistry", Prentice-Hall, 1962; T. Moeller, "Inorganic Chemistry", John Wiley, 1982; J. A. Campbell, "Why Do Chemical Reactions Occur?", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1965; D. D. Ebbing, "General Chemistry", Houghton-Mifflin, 1984; P. G. Sherwmon, "Diffusion in Solids", McGraw-Hill, 1963; D. Shaw, "Atomic Diffusion in Semiconductors", Plenum, 1973; G. S. Park, "Diffusion in Polymers", Academic Press, 1968; y A. L. Ruoff, "Materials Science", Prentice-Hall, 1973.

TEMA 6 : J. A. Campbell, "Why Do Chemical Reactions Occur?", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1965; T. B. Masalsky, "Binary Alloy Phase Diagrams", ASM International, 1986; G. M. Barrow, "Physical Chemistry", McGraw-Hill, New York, 1973; G. Hägg, "General and Inorganic Chemistry", Wiley, 1969; H. Henish, R. Roy, and L. E. Cross, "Phase Transitions", Pergamon, 1973; y A. Reisman, "Phase Equilibrio", Academic Press, 1970.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA 1/	REVISADO POR: Profa. Sonia Camero Octubre 2008
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	------------	--