



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

## **PROPOSITO**

Los alumnos que tienen los requisitos para cursar esta materia poseen nociones muy generales de diagramas de equilibrio, estructura y difusión en los materiales. Es necesario profundizar en éstos conocimientos para el curso específico de los metales para comprender los fenómenos físicos en los metales de manera más razonada y tener el metal teórico necesario para cursar las materias como Metalurgia Física II, Tratamientos Térmicos, Metalografía, Comportamiento Mecánico y Procesamiento de Metales. En general se propone darle orientación al alumno en los aspectos siguientes:

- Terminología que se utiliza para describir la estructura de un metal.
- Descripción de los defectos de estructura de los metales y manera como pueden usarse para interpretar y explicar sus propiedades.
- Terminología y fundamentos termodinámicos que se utilizan para analizar las soluciones sólidas de los metales.
- Análisis de los diagramas de equilibrios unitarios y binarios.
- Descripción de los aspectos físicos relacionados con el movimiento atómico.
- Aplicación de las ecuaciones de difusión a problemas específicos de los metales.

## **1.- OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE**

### **1. CRISTALOGRAFÍA**

#### **1.1 Objetivo General**

El alumno será deberá reconocer la terminología utilizada para describir la estructura de los metales y representar direcciones y planos cristalográficos, utilizando el método de “Índices de Metales”. Además deberá representar direcciones y planos cristalográficos mediante la proyección estereográfica.

#### **1.2 Objetivos Específicos**

El alumno deberá ser capaz de:

- 1.2.1 Definir red cristalina, red espacial y celda unitaria.
- 1.2.2 Enumerar los siete sistemas cristalinos y celdas unitarias de cada uno de éstos sistemas.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 1 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	----------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO:6311</b>	<b>UNIDADES:4</b>			<b>REQUISITOS: 6321,0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA:4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

- 1.2.3 Describir la forma de obtener estructuras compactas mediante el modelo de esferas rígidas.
- 1.2.4 Identificar la estructura cristalina correspondiente a cada secuencia de apilamiento atómico.
- 1.2.5 Calcular el número de átomos y puntos de red por celda unitaria.
- 1.2.6 Dibujar la celda primitiva para las estructuras C.C.U.C., y H.C.
- 1.2.7 Calcular la relación entre el parámetro de red y el radio atómico en los sistemas cúbicos y hexagonal.
- 1.2.8 Determinar el número de coordinación en los sistemas cúbico y hexagonal.
- 1.2.9 Calcular el factor de empaquetamiento en sistemas cúbicos y hexagonal.
- 1.2.10 Representar los planos cristalográficos mediante la notación de índices de Miller en las celdas unitarias.
- 1.2.11 Representar direcciones cristalográficas utilizando una notación adecuada.
- 1.2.12 Dibujar, determinar la relación y especificar el número de intersticios por celda unitaria en los sistemas cúbicos y hexagonal.
- 1.2.13 Deducir la fórmula de distancia interplanar en los sistemas cúbicos y hexagonal.
- 1.2.14 Calcular la densidad atómica en cristales.
- 1.2.15 Reconocer la relación entre la esfera de referencias y su proyección estereográficas.
- 1.2.16 Establecer el método para realizar rotaciones en las redes estereográficas.
- 1.2.17 Representar circunferencias en la proyección estereográficas.
- 1.2.18 Enumerar las propiedades de la proyección estereográficas.
- 1.2.19 Representar la proyección estandar en cristales cúbicos (Ley de Zona).

## **2. DEFECTOS DE PUNTO**

### **2.1 Objetivo General**

El estudiante deberá ser capaz de reconocer y diferenciar los diferentes defectos puntuales que se presentan en los metales, calcular la concentración de equilibrio de vacancias a cualquier temperatura, determinar la velocidad de movimiento de los defectos puntuales como una función de la temperatura, relacionar la concentración de defectos puntuales con las propiedades físicas y mecánicas de los metales y aplicar los conceptos y principios físicos aprendidos en la resolución de problemas en el área defectos puntuales.

### **2.2 Objetivos Específicos**

El alumno deberá ser capaz de:

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 2 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 2.2.1 Definir defectos de punto.
- 2.2.2 Establecer la importancia de los defectos puntuales en la metalurgia.
- 2.2.3 Definir los diferentes defectos de punto que se presentan en metales (átomo de impureza sustitucional, átomo de impureza intersticial vacancia, divacancia e intersticialidad propia.
- 2.2.4 Establecer el significado de la entropía según la mecánica estadística.
- 2.2.5 Deducir la ecuación que determina la concentración de equilibrio de defectos puntuales.
- 2.2.6 Establecer el efecto de la temperatura sobre la concentración de equilibrio de defectos puntuales.
- 2.2.7 Deducir la ecuación que determina la velocidad de movimiento de los defectos puntuales.

### 3. DEFECTOS DE LINEA (DISLOCACIONES)

#### 3.1 Objetivo General

El alumno deberá ser capaz de establecer la necesidad de la existencia de las dislocaciones que existen en los metales, describir los diferentes tipos de dislocaciones que existen en los metales, explicar las diferentes características elásticas de las dislocaciones, describir la deformación plástica en monocristales, aplicar los conceptos y fundamentos físicos aprendidos en la resolución de problemas en el área de las dislocaciones.

#### 3.2 Objetivos Específicos

El alumno deberá ser capaz de:

- 3.2.1 Definir defecto de línea o dislocación.
- 3.2.2 Establecer la importancia de las dislocaciones en la ingeniería metalúrgica.
- 3.2.3 Explicar el modelo de Frenkel para determinar la resistencia teórica de un cristal.
- 3.2.4 Comparar la resistencia teórica y experimental de un cristal.
- 3.2.5 Describir la explicación que se hizo sobre la discrepancia ente la resistencia teórica y experimental de los cristales.
- 3.2.6 Comparar la resistencia teórica y experimental de los Whiskers.
- 3.2.7 Definir línea de dislocación.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 3 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 3.2.8 Definir vector.
- 3.2.9 Definir vector de Burgers.
- 3.2.10 Describir el procedimiento utilizado para determinar el vector de Burgers.
- 3.2.11 Explicar el significado de plano de deslizamiento para las dislocaciones de arista.
- 3.2.12 Definir dislocación de arista.
- 3.2.13 Establecer los diferentes tipos de dislocaciones de arista.
- 3.2.14 Describir el movimiento por deslizamiento de las dislocaciones de arista.
- 3.2.15 Describir el movimiento de ascenso de las dislocaciones de arista
- 3.2.16 Establecer las diferencias fundamentales entre el deslizamiento y ascenso de dislocaciones de arista.
- 3.2.17 Definir dislocaciones de arista.
- 3.2.18 Explicar el significado de plano de deslizamiento para dislocaciones de hélice.
- 3.2.19 Establecer los diferentes tipos de dislocaciones de hélice.
- 3.2.20 Describir el movimiento por deslizamiento de las dislocaciones de hélice.
- 3.2.21 Describir el movimiento por deslizamiento cruzado de las dislocaciones de hélice.
- 3.2.22 Definir dislocación mixta.
- 3.2.23 Establecer los diferentes tipos de dislocación de arista.
- 3.2.24 Describir el movimiento por deslizamiento de las dislocaciones mixtas.
- 3.2.25 Describir el movimiento por deslizamiento cruzado de las dislocaciones.
- 3.2.26 Escribir las ecuaciones que describen el campo de esfuerzo de una dislocación de arista.
- 3.2.27 Escribir las ecuaciones que describen el campo de esfuerzo de una dislocación de hélice.
- 3.2.28 Establecer la ecuación que determina la energía de una dislocación de arista.
- 3.2.29 Establecer la ecuación que determina la energía de una dislocación de hélice.
- 3.2.30 Establecer la ecuación que determina la energía de una dislocación mixta.
- 3.2.31 Deducir la ecuación que determina la fuerza efectiva que actúa en una dislocación.
- 3.2.32 Establecer la ecuación que determina la tensión de línea de una dislocación.
- 3.2.33 Analizar en forma cuantitativa la interacción entre dislocaciones de arista paralelas.
- 3.2.34 Analizar en forma cualitativa la interacción entre dislocaciones que se cortan.
- 3.2.35 Describir de manera cualitativa la interacción entre defectos puntuales y dislocaciones.
- 3.2.36 Explicar el significado de la expresión reacción de dislocaciones.
- 3.2.37 Definir dislocación parcial.
- 3.2.38 Definir dislocación extendida.
- 3.2.39 Deducir la ecuación que determina la energía para colapsar o recombinar dislocaciones parciales.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 4 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	----------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO:6311</b>	<b>UNIDADES:4</b>			<b>REQUISITOS: 6321,0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA:4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

- 3.2.40 Definir densidad de dislocaciones.
- 3.2.41 Establecer las diferentes fuentes de origen de las dislocaciones.
- 3.2.42 Explicar el mecanismo de multiplicación de dislocaciones de Frank-Read.
- 3.2.43 Definir amplitud de una dislocación.
- 3.2.44 Establecer la ecuación que determina la resistencia de la Red (fuerza de Peirlo-Navarro).
- 3.2.45 Establecer el efecto de la temperatura en la fuerza de Navarro.
- 3.2.46 Explicar los resultados experimentales sobre direcciones y planos de deslizamiento en general.
- 3.2.47 Definir sistema de deslizamiento.
- 3.2.48 Explicar el significado de línea y banda de deslizamiento.
- 3.2.49 Deducir la ecuación que determina el esfuerzo cizallante crítico resuelto (E.C.C.R.).
- 3.2.50 Establecer la influencia de la orientación cristalina pureza y temperatura en el esfuerzo cizallamiento crítico resuelto.
- 3.2.51 Describir en forma detallada las características de las dislocaciones en cristales cúbicos de caras centradas (incluyendo el uso del tetraedro de referencia de Thomson).
- 3.2.52 Describir en forma detallada las características de las dislocaciones en cristales hexagonal compacto.
- 3.2.53 Describir de manera detallada las características en dislocaciones cúbicos de cuerpo centrado.
- 3.2.54 Realizar una descripción en términos de dislocaciones de la deformación plástica de monocristales.

**4. DEFECTOS DE SUPERFICIE**

**4.1 Objetivo General**

El alumno deberá ser capaz de definir la terminología que se utiliza para describir fenómenos de superficie, describir los diferentes defectos de superficie que se presentan en metales, explicar en detalle los fenómenos físicos relacionados con el movimiento de límite de grano y aplicar los conceptos y principios físicos en la resolución de problemas en el área de los defectos de superficie.

**4.2 Objetivos Específicos**

El alumno será capaz de:

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 5 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 4.2.1 Definir defecto de superficie.
- 4.2.2 Establecer la importancia de los defectos de superficie en la ingeniería metalúrgica.
- 4.2.3 Definir energía de superficie.
- 4.2.4 Establecer los componentes de la energía de superficie.
- 4.2.5 Definir tensión superficial.
- 4.2.6 Definir energía libre de superficie.
- 4.2.7 Definir esfuerzo de superficie.
- 4.2.8 Analizar el equilibrio entre las diferentes formas de superficie.
- 4.2.9 Definir falla de apilamiento.
- 4.2.10 Establecer la magnitud relativa de los componentes de superficie de una falla de apilamiento.
- 4.2.11 Definir superficie libre.
  
- 4.2.12 Establecer la magnitud relativa de los componentes de energía de superficie para una superficie libre.
- 4.2.13 Establecer la forma de los granos en dos y tres dimensiones.
- 4.2.14 Establecer el número de grados de libertad de un límite de grano.
- 4.2.15 Clasificar los límites de granos según su desorientación.
- 4.2.16 Describir los dos tipos "extremos" de límite de grano de ángulo bajo.
- 4.2.17 Deducir la ecuación que determina la energía de un límite de grano de ángulo bajo.
- 4.2.18 Establecer la magnitud relativa de los componentes de energía de superficie para un límite de grano de ángulo bajo.
- 4.2.19 Describir la morfología de un límite de granos de ángulo alto.
- 4.2.20 Establecer la magnitud relativa de los componentes de energía de superficie para un límite de granos de ángulo suelto.
- 4.2.21 Definir fuerza química.
- 4.2.22 Definir movilidad.
- 4.2.23 Establecer la ecuación de velocidad de movimiento de límite de grano como una función de la fuerza motriz y la movilidad atómica.
- 4.2.24 Deducir la ecuación que determina la fuerza motriz para el movimiento atómico debido a la diferencia de energía de deformación plástica.
- 4.2.25 Deducir la ecuación que determina la fuerza motriz para el movimiento atómico debido a la curvatura del límite.
- 4.2.26 Establecer la influencia de los átomos de impureza en la movilidad atómica.
- 4.2.27 Analizar el efecto de las partículas de segunda fase en la movilidad atómica.
- 4.2.28 Escribir la ecuación de la movilidad atómica como una función de la temperatura.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 6 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	----------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO:6311</b>	<b>UNIDADES:4</b>			<b>REQUISITOS: 6321,0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA:4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

- 4.2.29 Explicar la influencia de la desorientación entre los granos vecinos y la movilidad atómica.
- 4.2.30 Deducir la ecuación que establece la relación entre el diámetro promedio de grano y el tiempo, para una temperatura constante y cuando la fuerza motriz es originada por la curvatura del límite.
- 4.2.31 Calcular la energía de activación para el crecimiento de grano debido a la curvatura del límite.
- 4.2.32 Establecer las condiciones bajo las cuales la deformación plástica por deslizamiento de grano es un mecanismo importante.
- 4.2.33 Explicar la influencia del tamaño de grano en el mecanismo de deformación plástica por deslizamiento de granos.
- 4.2.34 Clasificar los límites entre fases sólidas en base el encaje atómico entre éstas.
- 4.2.35 Establecer los diferentes tipos de interfase coherentes.
- 4.2.36 Establecer la magnitud relativa de los componentes de energía de superficie para los diferentes tipos de límite de fase coherentes que se presentan.
- 4.2.37 Definir el desajuste atómico entre dos fases.
- 4.2.38 Describir un límite semicoherente.
- 4.2.39 Establecer la magnitud relativa de los componentes de energía de superficie para los límites semicoherente.
- 4.2.40 Describir un límite incoherente.
- 4.2.41 Establecer la magnitud relativa de los componentes de energía de superficie para los límites incoherentes.

## **5. DEFECTOS DE VOLUMEN**

### **5.1 Objetivos Generales**

El alumno deberá ser capaz de describir los diferentes defectos de volumen que se presentan en metales, explicar en detalle los fenómenos físicos relacionados con las maclas de deformación y aplicar los conceptos y fundamentos físicos en la resolución de problemas en el área de los defectos de volumen.

### **5.2 Objetivos Específicos**

El alumno será capaz de:

- 5.2.1 Definir defecto de volumen.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 7 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 5.2.2 Establecer la importancia de los defectos de volumen en la ingeniería metalúrgica.
- 5.2.3 Explicar como es el movimiento atómico cuando ocurre el maclaje de deformación.
- 5.2.4 Establecer la diferencia entre la deformación plástica por deslizamiento de dislocaciones y mezclas de deformación.
- 5.2.5 Explicar la teoría cristalográfica formal del maclaje.
- 5.2.6 Identificar la clase de macla de deformación.
- 5.2.7 Establecer el tipo de esfuerzo que puede nuclear las maclas de deformación.
- 5.2.8 Describir el tipo de nucleación homogénea ó heterogénea que ocurre en el maclaje.
- 5.2.9 Describir en forma general como es el crecimiento de maclas de deformación.
- 5.2.10 Explicar la influencia del nivel de esfuerzo para la nucleación y en el crecimiento de maclas de deformación.
- 5.2.11 Establecer el tipo de límite de la maclas de deformación.
- 5.2.12 Explicar el fenómeno de torceduras de adaptación.
- 5.2.13 Describir el defecto de bandas de deformación.
  
- 5.2.14 Establecer los diferentes defectos que son introducidos en la producción y procesamiento de los metales.

## 6. SOLUCIONES SOLIDAS

### 6. Objetivos Generales

6.1 El alumno será capaz de definir la terminología que se utiliza para describir las soluciones sólidas, establecer los fundamentos de la termodinámica de soluciones sólidas necesarios para aplicarlos en los diagramas de equilibrio y aplicar los conceptos y principios físicos en la resolución de problemas en el campo de las soluciones sólidas.

### 6.2 Objetivos Específicos

- 6.2.1 Definir solución sólida compuesto aleación y fase.
- 6.2.2 Clasificar las aleaciones según el número de fases.
- 6.2.3 Establecer la importancia de las soluciones sólidas en la ingeniería metalúrgica.
- 6.2.4 Explicar las diferentes medidas de concentración que se utilizan en soluciones sólidas.
- 6.2.5 Definir solución sólida: sustitucional, intersticial, ordenada, desordenada, terminal, intermedia.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 8 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	----------------





**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO: 6311</b>	<b>UNIDADES: 4</b>			<b>REQUISITOS: 6321, 0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA: 4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

- 6.2.6 Explicar las reglas de Hume-Rothery de solubilidad.
- 6.2.7 Establecer las características de la estructura de las fases intermedias.
- 6.2.8 Establecer las características de la estructura de las fases intersticiales.
- 6.2.9 Analizar el efecto del segundo elemento en términos de la energía de enlace.
- 6.2.10 Especificar el estado termodinámico de un metal y una aleación.
- 6.2.11 Describir la termodinámica de equilibrio para un sistema de un componente.
- 6.2.12 Explicar la termodinámica de equilibrio para un sistema de dos componentes y una sola fase en equilibrio.
- 6.2.13 Analizar la termodinámica de equilibrio para un sistema de dos componentes y dos fases en equilibrio.
- 6.2.14 Determinar los gráficos de energía libre de Gibbs vs composición las energías libres molares parciales.
- 6.2.15 Deducir las reglas de fases de Gibbs.

## **7. DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO**

### 7.1 Objetivos Generales

El alumno deberá ser capaz de hacer una descripción detallada de los diagramas unitarios, realizar una descripción detallada de los diferentes tipos de diagramas de equilibrio y aplicar los conceptos y fundamentos físicos estudiados en la resolución de problemas en el área de los diagramas de equilibrio.

### 7.2 Objetivos Específicos

El alumno será capaz de:

- 7.2.1 Definir diagramas de equilibrio.
- 7.2.2 Establecer la importancia de los diagramas de equilibrio en la ingeniería metalúrgica.
- 7.2.3 Aplicar la regla de fases a un diagrama unitario.
- 7.2.4 Definir polimorfismo y alotropía.
- 7.2.5 Realizar trayectorias de enfriamiento en diagramas unitarios.
- 7.2.6 Dibujar la curva de enfriamiento (t vs. T), correspondiente a una trayectoria de enfriamiento sobre un diagrama unitario.
- 7.2.7 Dibujar las curvas de energía libre vs temperatura correspondiente a un diagrama de equilibrio.
- 7.2.8 Aplicar la regla de fases a un diagrama binario.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 9 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	----------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO:6311</b>	<b>UNIDADES:4</b>			<b>REQUISITOS: 6321,0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA:4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

- 7.2.9 Clasificar los diagramas binarios de acuerdo a la solubilidad de los componentes en el estado sólido.
- 7.2.10 Establecer el estama que se va a utilizar para analizar los diagramas binarios.
- 7.2.11 Realizar una descripción detallada de un diagrama de equilibrio correspondiente a un sistema de aleación isomorfo.
- 7.2.12 Deducir las reglas de composición química y cantidad relativa de fases en equilibrio.
- 7.2.13 Hacer un análisis termodinámico de los diagramas isomorfos con máximos y mínimos.
- 7.2.14 Realizar una descripción detallada de un diagrama correspondiente a un sistema de aleación eutéctico.
- 7.2.15 Explicar el significado de las transformaciones congruentes e incongruentes.
- 7.2.16 Definir las reacciones peritético, eutectoide y peritectoide.
- 7.2.17 Describir de manera general la transformación orden-desorden.
- 7.2.18 Explicar el significado de las curvas de separación de miscibilidad.
- 7.2.19 Definir las reacciones monotectica y sintectica.

**8. DIFUSION**

**8.1 Objetivos Generales**

El alumno será capaz de aplicar las ecuaciones de difusión a problemas específicos en metales y describir los fenómenos físicos relacionados con el movimiento atómico.

**8.2 Objetivos Específicos**

El alumno será capaz de:

- 8.2.1 Establecer la importancia de la difusión en la Ingeniería Metalúrgica
- 8.2.2 Escribir la primera Ley de Fick.
- 8.2.3 Establecer las primeras condiciones bajo las cuales se puede utilizar la primera Ley de Fick.
- 8.2.4 Deducir la segunda Ley de Fick en coordenadas ortogonales.
- 8.2.5 Deducir la segunda Ley de Fick en coordenadas cilíndricas y esféricas.
- 8.2.6 Resolver la segunda Ley de Fick para el problema de la fuente plana y reflexión en un límite.
- 8.2.7 Resolver la segunda Ley de Fick cuando la distribución inicial de soluto esta extendida.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 10 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-----------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> METALURGIA FÍSICA I				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 6311	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 6321,0253			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 4	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 6	<b>SEMESTRE:</b> Quinto

- 8.2.8 Resolver la segunda Ley de Fick aplicando el método de separación de variables.
- 8.2.9 Describir el efecto Kinkendall.
- 8.2.10 Describir el efecto Frenkell (porosidad).
- 8.2.11 Deducir las dos ecuaciones de Karken.
- 8.2.12 Resolver la segunda Ley de Fick cuando el coeficiente de difusión es variable (método de Baltzman-Matano).
- 8.2.13 Escribir las ecuaciones que determinan la variación del coeficiente de difusión con la temperatura.
- 8.2.14 Explicar en forma cualitativa la influencia de la concentración de vacancias en exceso con la medida del coeficiente de difusión.
- 8.2.15 Analizar en forma cualitativa el efecto de las dislocaciones en la medida del coeficiente de difusión.
- 8.2.16 Realizar un análisis semicuantitativo de la influencia de los límites de grano y superficie libre en las medidas del coeficiente de difusión.
- 8.2.17 Deducir la primera Ley de Fick en base a las características del movimiento atómico al azar.
- 8.2.18 Describir los mecanismos atómicos propuestos para explicar la difusión.
- 8.2.19 Explicar el problema del camino al azar.
- 8.2.20 Escribir la ecuación del coeficiente de difusión para soluto sustitucionales en base a las características atómicas.
- 8.2.21 Escribir la ecuación del coeficiente de difusión para solutos intersticiales en base a las características atómicas.

### **III EVALUACION**

- 1.- La evaluación del curso de Metalurgia Física I, se hará mediante dos exámenes parciales y un examen final.
2. La valoración de las diferentes pruebas escritas se realizará de acuerdo a la escala tradicional de 1 a 20 puntos ateniéndose a todo lo relativo a la Ley de Universidades.
3. Los dos exámenes parciales promediados con igual ponderación forman la nota previa.
4. Para tener derecho a presentar examen final, el estudiante debe tener una nota previa mayor o igual a diez puntos.
5. La nota definitiva del curso será:

Nota previa	40%
Nota del examen final	60%
Nota definitiva	100%

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>DESDE:</b>	<b>VIGENCIA HASTA:</b>	<b>HOJA 11 / 19</b>
--	---	---------------	------------------------	-------------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO:6311</b>	<b>UNIDADES:4</b>			<b>REQUISITOS: 6321,0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA:4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

6. Los alumnos con nota definitiva menos diez tendrán derecho a presentar un examen de reparación, siempre y cuando hayan presentado por lo menos un examen parcial.
7. El primer examen parcial evaluará los temas 1, 2, 3, 4 y 5.  
El segundo examen parcial evaluará los temas 6, 7 y 8.  
El examen de reparación evaluará toda la materia.
8. Los exámenes tendrán una duración de dos horas.

#### **IV CONTENIDOS**

##### **CUADRO SIPNOTICO**

Cristalografía. Defectos de puntos. Defectos de línea. Defectos de superficie.  
Defectos de volumen.  
Soluciones sólidas. Diagramas de equilibrio. Difusión.

#### **TEMA N° 1 CRISTALOGRAFÍA**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Red cristalina y red especial
  - 1.2.1 Celda unitaria
  - 1.2.2 Sistemas cristalinos
- 1.3 Estructura cristalina de los metales
- 1.4 Cálculo del número de átomos o puntos de red por Celda unitaria  
Celda unitaria
- 1.5 Celda recíproca
- 1.6 Sistema cúbico
  - 1.6.1 Relaciones entre el parámetro de red y el radio atómico
  - 1.6.2 Número de Coordinación
  - 1.6.3 Factor de empaquetamiento
  - 1.6.4 Planos cristalográficos
  - 1.6.5 Direcciones cristalográficas
  - 1.6.6 Intersticios
  - 1.6.7 Distancia interplanar
- 1.7 Sistema hexagonal
  - 1.7.1 Relación entre los parámetros y el radio atómico
  - 1.7.2 Número de coordinación

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>DESDE:</b>	<b>VIGENCIA HASTA:</b>	<b>HOJA 12 / 19</b>
--	---	---------------	------------------------	-------------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 1.7.3 Factor de empaquetamiento
- 1.7.4 Planos cristalográficos
- 1.7.5 Direcciones cristalográficos
- 1.7.6 Intersticios
- 1.7.7 Distancia Interplanar
- 1.8 Densidades atómicas
- 1.8.1 Densidades atómicas de superficie
- 1.8.2 Densidad atómica de volumen
- 1.9 Esfera de referencia y su proyección estereográfica
- 1.10 Esferas con meridianos y paralelos y las redes estereográficas
- 1.11 Esferas con meridianos y paralelos y las redes estereográficas
- 1.12 Rotaciones en las redes estereográficas
- 1.13 Proyección de circunferencias
- 1.14 Propiedades de la proyección estereográfica
- 1.15 Proyección estandar cristales cúbicos
- 1.16 Otras proyecciones

## TEMA N° 2 DEFECTOS DE PUNTOS

- 2. Introducción
- 2.1 Tipos de defectos puntuales
- 2.2 Fundamentos de mecánica estadística
- 2.3 Concentración de equilibrio
- 2.4 Movimiento

## TEMA N° 3 DEFECTOS DE LINEA

- 3.1 Introducción
- 3.2 La resistencia teórica y experimental de los cristales
- 3.3 Necesidad de la existencia de las dislocaciones
- 3.4 Dislocación de arista
- 3.4.1 Definición de línea de deslizamiento
- 3.4.2 Definición de vector de dislocación
- 3.4.3 Definición de vector de Burgers
- 3.4.4 Plano de deslizamiento
- 3.4.5 Definición de dislocación de arista
- 3.4.6 Tipos
- 3.4.7 Movimientos

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 13 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 3.4.7.1 Deslizamiento
- 3.4.7.2 Ascenso
- 3.5 Dislocación de hélice
  - 3.5.1 Definición de dislocación de hélice
  - 3.5.2 Plano de deslizamiento
  - 3.5.3 Tipos
  - 3.5.4 Movimiento
    - 3.5.4.1 Deslizamiento
    - 3.5.4.2 Deslizamiento cruzado
- 3.6 Dislocación mixta
  - 3.6.1 Definición de dislocación mixta
  - 3.6.2 Definición de plano de deslizamiento
  - 3.6.3 Tipos
  - 3.6.4 Movimiento
    - 3.6.4.1 Deslizamiento
    - 3.6.4.2 Deslizamiento cruzado
- 3.7 Campo de esfuerzo de una dislocación
  - 3.7.1 Dislocación de arista
  - 3.7.2 Dislocación de hélice
- 3.8 Energía de una dislocación
  - 3.8.1 Definición
  - 3.8.2 Dislocación de hélice
  - 3.8.3 Dislocación mixta
- 3.9 Fuerza que actúa en una dislocación
- 3.10 Tensión de línea
- 3.11 Interacción entre dislocaciones
  - 3.11.1 Interacción entre dislocaciones paralelas
  - 3.11.2 Interacción entre dislocaciones que se cortan
- 3.12 Interacción entre dislocaciones y defectos puntuales
- 3.13 Reacción de dislocaciones
- 3.14 Densidad de dislocaciones
- 3.15 Origen de las dislocaciones
- 3.16 Mecanismos de multiplicación de las dislocaciones
- 3.17 Mecanismos de multiplicación de las dislocaciones
- 3.18 Planos, direcciones y sistemas de deslizamiento
- 3.19 Líneas y bandas de deslizamiento
- 3.20 Esfuerzo cizallante crítico resuelto para el deslizamiento

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 14 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 3.20.1 Influencia de la orientación cristalina
- 3.20.2 Influencia de la pureza
- 3.20.3 Influencia de la temperatura
- 3.21 Dislocaciones en cristales cúbicos de caras centradas
- 3.22 Dislocaciones en cristales hexagonal compacto
- 3.23 Dislocaciones en cristales cúbico de cuerpo centrado
- 3.24 Deformación plástica de monocristales

#### **TEMA N° 4 DEFECTOS DE SUPERFICIE**

- 4.1 Introducción
- 4.2 Energía de superficie
- 4.3 Tensión superficial
- 4.4 Energía libre de superficie
- 4.5 Esfuerzo de superficie
- 4.6 Formas de equilibrio de las superficies
  - 4.6.1 Presencia de segunda fase
  - 4.6.2 Aplicaciones
- 4.7 Falla de apilamiento
- 4.8 Superficie libre
- 4.9 Límite de grano
  - 4.9.1 Límite de grano de bajo ángulo
  - 4.9.2 Límite de grano de alto ángulo
- 4.10 Fuerza química
- 4.11 Movilidad
- 4.12 La forma de los granos en dos o tres dimensiones
- 4.13 Movimiento de límite de grano
  - 4.13.1 Fuerza motriz
  - 4.13.2 Energía almacenada por deformación elástica
  - 4.13.3 Energía almacenada por deformación plástica
  - 4.13.4 Curvatura del límite
  - 4.13.5 Movilidad
  - 4.13.6 Átomos de impurezas
  - 4.13.7 Partículas de segunda fase
  - 4.13.8 Temperatura
  - 4.13.9 Desorientación de los granos
  - 4.13.10 Crecimiento de grano

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 15 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 4.13.11 Deformación plástica por deslizamiento de grano
- 4.13.12 Límites entre fases sólidas
- 4.13.13 Límites coherentes
- 4.13.14 Límites semicoherentes
- 3.13.15 Límites incoherentes

### TEMA N° 5 DEFECTOS DE VOLUMEN

- 5.1 Introducción
- 5.2 Maclas de deformación
- 5.3 Teoría cristalográfica del maclaje
- 5.4 Nucleación de maclas
- 5.5 Crecimiento de maclas
- 5.6 Límite de macla
- 5.7 Torceduras de adaptación
- 5.8 Bandas de deformación
- 5.9 Defectos introducidos en la producción de metales
- 5.10 Defectos introducidos en el procesamiento de metales

### TEMA N° 6 SOLUCIONES SOLIDAS

- 6.1 Introducción
- 6.2 Medidas de concentración
- 6.3 Estructura de las soluciones sólidas
- 6.4 Reglas de Hume-Rothery
- 6.5 Estructura de las fases intermedias
- 6.6 Estructura de las fases intersticiales
- 6.7 Efecto del segundo elemento en la estructura del metal
- 6.8 Termodinámica de soluciones
- 6.9 Sistema de un componente
- 6.10 Sistema de dos componentes
  - 6.10.1 Una fase
  - 6.10.2 Dos fases
  - 6.10.3 Tres fases
- 6.10 Regla de fases

### TEMA N° 7 DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 16 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-----------------





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

- 7.1 Introducción
- 7.2 Diagramas unitarias
- 7.3 Diagramas binarios
- 7.4 Sistema de aleación isomorfo
- 7.5 Sistema de aleación eutéctico
- 7.6 Fases intermedias
- 7.7 Otros sistemas de aleación
- 7.8 Transformación orden-desorden
- 7.9 Separaciones de miscibilidad

### TEMA N° 8 DIFUSION

- 8.1 Introducción
- 8.2 Primera Ley de Fick
- 8.3 Segunda Ley de Fick
- 8.4 Solución de la segunda Ley de Fick
  
- 8.5 El efecto Kirkendall
- 8.6 El efecto Frenkell
- 8.7 Ecuaciones de Darken
- 8.8 Solución de la segunda Ley de Fick, cuando el coeficiente de difusión es variable
- 8.9 Dependencia del coeficiente de difusión con la temperatura
- 8.10 Mecanismos atómicos de la difusión
- 8.11 La difusión y los defectos de estructura
  - 8.11.1 Vacancias (en exceso)
  - 8.11.2 Dislocaciones
  - 8.11.3 Límite de grano
  - 8.11.4 Superficie Libre
- 8.12 El movimiento atómico al azar y el coeficiente de difusión
- 8.13 El problema del camino al azar
- 8.14 Ecuación del coeficiente de difusión para solutos intersticiales
- 8.15 Ecuación del coeficiente de difusión para solutos sustitucionales

### V. REQUISITOS

- a. Formales: Ciencias de los Materiales, Código 6121

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 17 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	-----------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA**



<b>ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I</b>				<b>TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA</b>			
<b>CODIGO:6311</b>	<b>UNIDADES:4</b>			<b>REQUISITOS: 6321,0253</b>			
<b>HORAS/SEMANA: 4</b>	<b>TEORÍA:4</b>	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6</b>	<b>SEMESTRE: Quinto</b>

b. Académicos: Para obtener resultados satisfactorios en esta asignatura, el alumno debe ser capaz de:

- b.1 Resolver problemas que involucren el uso de ecuaciones diferenciales
- b.2 Usar la termodinámica para plantear y resolver problemas
- b.3 Describir de manera general los ensayos que se utilizan para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los metales.

**VI. HORAS DE CONTACTO**

La asignatura se dictará en tres períodos semanales

- a. Dos períodos de dos horas de teoría por semana (4/horas semanal)
- b. Un período de dos horas de práctica por semana (2/horas semanal)

**VII. PROGRAMACION CRONOLOGICA**

El tiempo total destinado a esta asignatura (ver temario) se distribuirá así:

<b>TEMA</b>	<b>HORAS</b>	<b>SEMANAS</b>
1	8	1-2
2	4	3
3	12	4-6
4	8	7-8
5	4	9
6	8	10-11
7	8	12-13
8	12	14-16

**VIII. BIBLIOGRAFIA**

**A. TEXTOS BASICOS:**

C.S. Barrett und T.B. Massalski “Structura of Metals” Mc Fraw Hill Book Company  
O. Johari G. Thomas “The Stereographic Proyection and It’s Aplication “INTER SCIENCE PUBLISHERS”

John D. Verhoeven “Fundamentos de Física Metalúrgica” . John Wiley and Sons.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 18 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	-----------------	-----------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA FÍSICA



ASIGNATURA: METALURGIA FÍSICA I				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO:6311	UNIDADES:4			REQUISITOS: 6321,0253			
HORAS/SEMANA: 4	TEORÍA:4	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: Quinto

Robert E. Reed Hill. "Principios de Metalurgia Física". Segunda Edición, D. Van Nostrand Company.

P.G. Shewman "Difusión in Solids" Mc-Graw Hill Book Company.

**B. REFERENCIAS:**

R.W. Canh "Physical Metallurgy"

North-Holland Publishing Company Amsterdam.

D. Hull. "Introduction to Dislocations Pergamon Press.

David A. Porter and Kenneth E. Easterling "Phase Transformations in Metals and Alloys"  
Van Nostram Reinhold Company.

J. Grank "La Mathematics of Diffusión" Oxford.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 19 / 19
---------------------------------	----------------------------------	--------	--------------------	-----------------