

FACULTAD DE INGENIERÍA

AREA DE METALURGIA Y MATERIALES



Nombre de la materia: TRANSFORMACIONES DE FASES
Clave de la materia: 6088
Clave CACEI: CI
Nivel del Plan de Estudios: VIII **No. de créditos:** 10
Horas/Clase/Semana: 4
Horas totales/Semestre: 64
Horas/Práctica (y/o Laboratorio): 2
Prácticas complementarias:
Trabajo extra-clase Horas/Semana: 0
Carrera/Tipo de materia: Obligatoria
No. de créditos aprobados:
Fecha última de Revisión Curricular: Mes 03 Año 11
Materia y clave de la materia requisito: Fenómenos de Transporte 6077

JUSTIFICACION DEL CURSO

A través del entendimiento de los fenómenos de transformación el ingeniero metalurgista estará mejor

capacitado para resolver problemas en el área de tratamientos térmicos y conexos.

OBJETIVO DEL CURSO

Familiarizar al alumno con los mecanismos teóricos de las transformaciones de fase al estado sólido y las

relaciones microestructura-propiedades que de ellas derivan así como su comportamiento cinético.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. REPASO DE TERMODINÁMICA Y METALURGIA FÍSICA 2 h

Objetivo: El alumno recordará temas elementales de materias de prerrequisito para poder analizar las transformaciones de fase.

Leyes de la termodinámica
Diagramas de energía libre vs. composición
Difusión
Diagramas de fase y reacciones invariantes
Teoría elemental de metales

II. INTRODUCCION A LAS TRANSFORMACIONES DE FASES 8 h

Objetivo: El alumno conocerá y relacionará entre si, las diferentes transformaciones de fase en estado sólido que se presentan en materiales así como las características que presentan cada una de ellas.

Condiciones para una transformación de Fase
Clasificaciones de las transformaciones de fase
Características de las Transformaciones de fase.
Fuerza Motriz para la transformación
Termodinámica de las transformaciones de fase
Teorías cinéticas
Mecánica estadística y Transiciones de Fase

III. INTERFACES CRISTALINAS Y MICROESTRUCTURAS 14h

Objetivo: Que el alumno a partir de la teoría de interfaces pueda inferir relaciones microestructura propiedades basándose en un análisis de micrografías y diagramas de fase.

Interfaces en Sistemas Metálicos
Interfaz Sólido/Vapor (introducción)
Límites en Sólidos de una Fase Simple
Equilibrio en materiales policristalinos
Interfaces de interfaces en Sólidos
Forma de la Segunda Fase: Efectos de Energía Interfacial
Forma de la Segunda Fase: Efectos de la Deformación por Distorsión
Relaciones de orientación
Pérdida de Coherencia
Teoría de Eshelby: Energía elástica
Modelo de Cahn-Hilliart
Ejemplos prácticos de análisis de microestructuras y micrografías.

IV. NUCLEACION Y CRECIMIENTO. 8h

Objetivo: El alumno analizará los procesos y reacciones que se tienen en los eventos de nucleación y crecimiento en el estado sólido.

Introducción
Recristalización.
Nucleación Homogénea en Sólidos
Nucleación Heterogénea
Crecimiento
Aspectos termodinámicos y cinéticos

V. PRECIPITACION EN SOLUCIONES SÓLIDAS.

8h

Objetivo: El alumno analizará los procesos y reacciones que se tienen en las reacciones de precipitación.

Introducción
Precipitación en soluciones sólidas
Clasificación de la Precipitación en el Estado Sólido
Precipitación Continua
Precipitación Discontinua
Precipitación Localizada
Maduración de Ostwald, Mecanismo y Cinética
Efecto de factores externos
Precipitación en sistemas metalúrgicos

VI. CINÉTICA

6h

Objetivo: El alumno analizará los procesos cinéticos de forma general y la relacionará con las diferentes transformaciones de fase existentes.

Introducción
Modelo de M. Avrami
Modelo de Johnson-Mehl
Modelo de Kolmogorov
Cinética de la transformación para Procesos Controlados por Difusión
Cinética de la Transformación para Sitios Especiales de Nucleación

VII. TRANSFORMACIONES PARTICULARES 10 h

Objetivo: El alumno analizará las transformaciones de fase especiales que se suelen presentar en diferentes sistemas de aleación y materiales.

Masivas

Introducción
Microestructuras tipo Plumosas
Alotropía y Puntos congruentes

Orden-Desorden

Introducción
Características
Tipos Comunes de Super-Redes
Modelo de Landau

Descomposición espinodal

Descomposición de una solución según Gibbs.
Descomposición Espinodal
Microestructuras
Termodinámica y cinética de la descomposición espinodal

Eutectoide

Introducción
Características de la T. eutectoide (TE) en sistemas féreos
Teoría de la nucleación de la perlita
Velocidad de Crecimiento de la Perlita
Relación de Orientación
Paraequilibrio
Partición de elementos aleantes
Características de la T. eutectoide en sistemas No féreos
Estudio de casos prácticos de la TE

Bainítica

Introducción
Morfología y Cristalografía de las Bainitas Féreas y no féreas
Cinética de la Transformación Bainítica
Papel de Elementos Aleantes
Análisis de microestructuras y modos de transformación

VIII. TRANSFORMACIONES *DISPLASIVAS* 8h

Objetivo: El alumno analizará las transformaciones de fase displasivas o adifusionales que se suelen presentar en diferentes sistemas de aleación y materiales.

Fundamentos
Aspectos cristalográficos de la Transformación martensítica
Teorías acerca de la Nucleación de Martensita
Crecimiento de la Martensita
Transformación Asistida por la Energía de Deformación de la Dislocación
Forma y Subestructura de la Martensita
Martensitas Féreas y no féreas
Cinética de la Transformación Martensítica
Revenido de martensitas féreas
Envejecido de martensitas no féreas
Aspectos Mecánicos de la Transformación Martensítica
Transformaciones termoelásticas .

METODOLOGÍA

Exposición de los temas, presentación de ejemplos prácticos, interacción con los alumnos a través de

preguntas, investigaciones y trabajos individuales o colectivos.

EVALUACIÓN

Presentaciones

10%

Exámenes

70%

Tareas

20%

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA BASICA.

a.) Cahn, R. W., et al. Edt., Materials Science and Technology, Vol. 2, 5, 8 y 15, Ed. VCH. (Biblioteca I.Física)

b.) Porter, D. A. and. Van Easterling, K. E., Phase transformations in materials, Chapman and Hall, 1992. (CIIP)

c.) Christian, J.W., The theory of transformations in metals and alloys. Part I and II Pergamon Press, 2002. (CIIP)

d.) Shewmon, P. G., Transformations in Metals, MacGraw-Hill, 1969. (CIIP)

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA.

e.) Aaronson, H. I., Lectures on the theory of phase transformations, Edt. TMS-AIME, 2nd Edition, 1999.

f.) Duerig, T. W., et.al., 1990, Engineering aspects of shape memory alloys, Butterwoth-Heinemann.

g.) Shewmon, P., 1989, Diffusion en metals, TMS-AIME.

h.) Fultz et al., editors, 1993, Diffusión in ordered alloys, TMS-AIME (CIIP)