



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura			Clave de la UA
Estructura Cristalina			IB078
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Continua	Curso-Taller	Básica particular	8
UA de pre-requisito		UA simultaneo	UA posteriores
Ciencia de materiales, Ciencia de materiales II		Ninguna	Síntesis y caracterización de materiales
Horas totales de teoría		Horas totales de práctica	Horas totales del curso
40		40	80
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Licenciatura en Ciencia de Materiales		Módulo 1	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Física		Ciencias básicas	
Elaboró		Fecha de elaboración o revisión	
Armando González Figueroa		27/06/18	

*Armando González Figueroa*

*M.A. Santana*

*[Signature]*

*[Signature]*

*[Signatures]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA

### Presentación

En este curso se presentan los conceptos básicos sobre estructura cristalina y difracción de rayos-X necesarios para el estudio de los materiales, con el fin de que los alumnos puedan adquirir los conocimientos indispensables para incursionar en la síntesis y análisis de la estructura de los materiales. Esta asignatura tiene una orientación teórica y requiere que el alumno dedique de 10 a 12 horas de trabajo individual.

### Relación con el perfil

#### Modular

El desempeño del estudiante en ésta materia le permitirá adquirir experiencia en el análisis, desarrollo y evaluación de proyectos. En particular, en esta materia se pretende que puedan identificar las estructuras cristalinas de los materiales, a través de prácticas de laboratorio, proyecto integrador y serie de ejercicios que explican la relación entre la estructura de la materia y las fuerzas interatómicas por medio del análisis de datos de la difracción de Rayos-X.

#### De egreso

Entender las propiedades de los materiales.  
Aplicar métodos de síntesis, procesamiento y caracterización utilizando las técnicas y equipos adecuados para obtener materiales con propiedades definidas.  
Capacitado para desempeñarse en el sector productivo, participar en la industria de la transformación, principalmente en la industria de los polímeros, los cerámicos, la siderúrgica, la metal-mecánica y 1a de materiales compuestos. Podrá contribuir en el desarrollo de procesos y productos de diversos materiales, materia prima y productos finales, así como en la síntesis, caracterización y análisis de materiales diversos.

### Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

#### Transversales

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.  
Identificar y resolver problemas.  
Capacidad de investigación.  
Capacidad de comunicación oral y escrita.  
Trabajo en equipo.  
Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.  
Trabajo autónomo.  
Trabajo colaborativo.

#### Genéricas

Analiza, comprende, interpreta patrones de difracción de diferentes materiales con diferente estructura cristalina.  
Experimenta, prepara y sintetiza un material con estructura cúbica.  
Consulta diferentes fuentes bibliográficas como artículos científicos y libros.  
Expone, expresa y demuestra tema asignado de la unidad de aprendizaje.  
Resuelve problemas relacionados con planos cristalográficos, parámetros de red y Ley de Bragg.  
Desarrolla una práctica de laboratorio, respetando las medidas de seguridad, procedimientos y la participación de sus compañeros.  
Elabora individualmente su proyecto integrador.  
Comparte sus ideas y resultados de su proyecto integrador.

#### Profesionales

Analizar patrones de difracción en la investigación y desarrollo de materiales.  
Determina el tipo de estructura cristalina para definir el tipo de material.  
Utiliza software especializado como JADE o MAUD en el análisis de difracción en diferentes muestras.  
Prepara mediante procesos físicos o químicos polvos precursores.  
Redacta reportes de investigación y artículos científicos.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*M.A. Santana A.*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<b>Saberes involucrados en la UA o Asignatura</b>		
<b>Saber (conocimientos)</b>	<b>Saber hacer (habilidades)</b>	<b>Saber ser (actitudes y valores)</b>
<p>El estado cristalino, ¿qué es un cristal?            Elementos de cristalografía            Estructuras Cristalinas            Defectos cristalinos            Naturaleza y propiedades de los rayos-x.            Producción de rayos-x. Características espectrales. Longitudes de onda características.            Determinación de la estructura cristalina por patrones de difracción            Relación de la estructura cristalina, con el parámetro de red, distancia entre planos y la densidad del cristal.</p>	<p>Conoce los fundamentos de las técnicas analíticas y las propiedades de los materiales.            Selecciona métodos de caracterización adecuados.            Identifica estructura y composición de acuerdo a técnicas analíticas.            Interpreta resultados obtenidos del uso de técnicas analíticas.            Revisa fuentes bibliográficas sobre el tema de estructura y composición de los materiales            Utiliza y optimiza métodos analíticos</p>	<p>Valorar el empleo de herramientas computacionales en el estudio de muestras cristalográficas.            Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes.            Cumple con los acuerdos establecidos en equipo.            Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura.            Respeta el trabajo individual de cada compañero.            Comparte resultados y conclusiones sin realizar algún tipo de plagio.            Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo.</p>
<b>Producto Integrador Final de la UA o Asignatura</b>		
<p><b>Título del Producto:</b> Caracterización estructural de un material.</p> <p><b>Objetivo:</b> Determinar la estructura cristalina de diferentes cerámicos ( BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, NaCl y CoAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)</p> <p><b>Descripción:</b> Reporte de laboratorio (introducción, objetivo, hipótesis, antecedentes, marco teórico, métodos experimentales, resultados, análisis de resultados, conclusiones y anexos.). Desarrollar práctica de laboratorio en sesión difracción de Rayos-X.</p>		


*M.A. Santana A.*



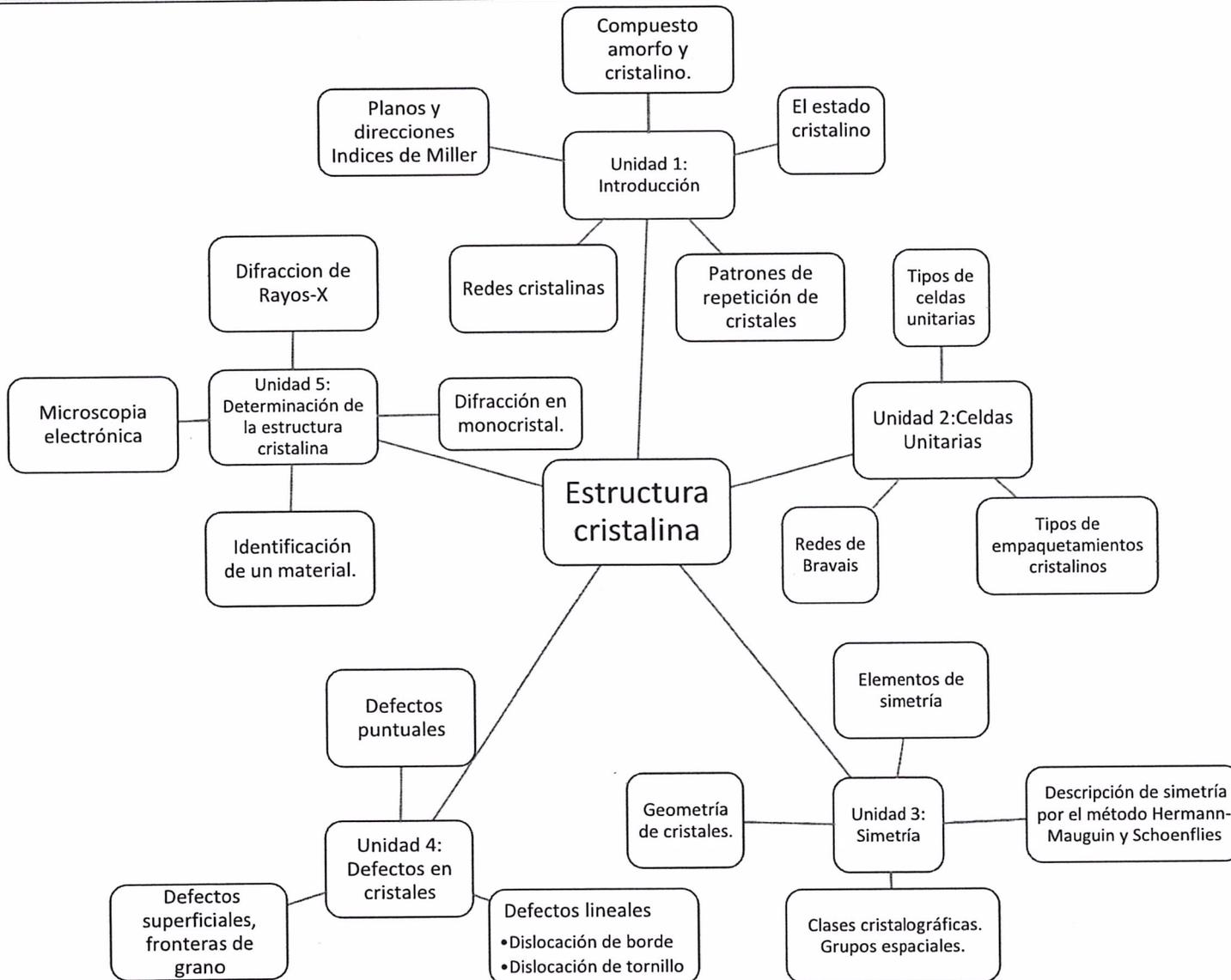








3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*M.A. Santana A*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS**

**Unidad temática 1: Introducción a la estructura cristalina**

**Objetivo de la unidad temática:** Que el alumno entienda que es una estructura cristalina, sus características y como se clasifican, mediante ejercicios e ilustraciones.

**Introducción:** En esta unidad se define un compuesto amorfo, el estado cristalino, características y sus patrones; Mediante la exposición de los temas y la elaboración de resúmenes, ejercicios y evaluaciones continuas.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<ol style="list-style-type: none"> <li>Definición de un compuesto amorfo</li> <li>Estado cristalino</li> <li>Características de un material cristalino</li> <li>Patrones de repetición de cristales</li> <li>Redes cristalinas</li> <li>Planos y direcciones, Índices de Miller</li> </ol>	<p>Conocer de la clasificación de los materiales por su naturaleza estructural.</p> <p>Definir el concepto de estado cristalino y visualizar sus características.</p> <p>Clasificar las redes cristalinas.</p> <p>Determinar los planos, direcciones e índices de Miller de una red cristalina.</p>	<p>Evaluación continua.</p> <p>Serie de Ejercicios.</p>

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la Actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
El profesor dará una introducción de estructura cristalina y realizará una dinámica de lluvia de ideas para retomar conceptos de ciencia de materiales	Investigación previa Resumen de la unidad	Resumen	Pizarrón Diapositivas		2
El profesor expondrá las características de un material cristalino.	El alumno realizará un cuadro sinóptico de las características de los materiales cristalinos	Apunte	Pizarrón diapositivas		2
El profesor expondrá los tipos de redes cristalinas y como se clasifican.	Investigación previa El estudiante dibujará y clasificará las redes cristalinas, además de que tipos de materiales se representan en cada uno.	Apunte/resumen Dibujos	Pizarrón Diapositivas		2
El profesor pondrá varios ejemplos visuales de planos y direcciones cristalográficas en los diferentes tipos de estructuras cristalinas.	El estudiante realizará varios ejercicios de planos y direcciones cristalográficas Realizará un quiz para ver que tanto comprendió	Apunte/ejercicios Quiz	Pizarrón Diapositivas		4
El profesor explicara cómo realizar cambio de 3 índices de Miller a 4, para estructuras hexagonales	El alumno realizará los ejercicios de conversión de índices de Miller y dibujara la estructura con la dirección dada.	Ejercicios Quiz	Pizarrón		2

**Unidad temática 2: Celdas Unitarias**

**Objetivo de la unidad temática:** Que el alumno comprenda el concepto de celda unitaria y sus características. Determinar los parámetros de red y las distancias interplanares de un material.

**Introducción:** En esta unidad se definirán el concepto de celda unitaria, se expondrán el factor de empaquetamiento, las redes de Bravais y sus características, parámetro de red, distancia interplanar y densidad de un cristal mediante la exposición de diapositivas y la resolución de problemas, que implica la visualización de las celda unitarias.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
--------------------	----------------------	--------------------------------

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*M. A. Santana A.*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de celda unitarias</li> <li>2. Tipos de empaquetamiento cristalino</li> <li>3. Redes de Bravais</li> <li>4. Parámetro de red, distancia interplanar</li> <li>5. Densidad de un cristal</li> <li>6. Tamaño de cristalita.</li> </ol>	<p>Reconocer las 14 redes de Bravais agrupadas en 7 grupos cristalinos. Calcular el valor del factor de empaquetamiento, en porcentaje. Calcular y comprender la relación de parámetro de red, distancia en los planos y la densidad de un cristal. Reconocer y aplicar la ecuación de Scherrer para calcular el tamaño de cristalita.</p>	<p>Ejercicios. Cuadro comparativo. Evaluación escrita.</p>		
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
El profesor mostrará los 7 sistemas cristalinos, las 14 redes de Bravais y las características de cada una de ellas.	El estudiante deberá dibujar y realizar un cuadro comparativo de los 7 sistemas cristalinos con sus respectivas características.	Cuadro comparativo	Pizarrón Diapositivas	2
Se retomarán conceptos ya aprendidos por medio de una dinámica, el profesor también realizará algunos ejemplos de obtención de parámetro de red, también se dará su definición formal.	Definirá conceptos como parámetro de red y distancia interplanar, realizará ejercicios.	Apuntes Ejercicios	Pizarrón	2
Se hará la demostración de los 4 tipos de empaquetamiento de la estructura cúbica.	El alumno buscará información de los tipos de empaquetamiento de los demás grupos cristalinos.	Ejercicios Resumen	Pizarrón	2
Se introducirá el concepto de tamaño de cristalita y se enseñará el método de Scherrer.	El alumno realizará ejercicios sencillos para la obtención del tamaño de cristalita.	Ejercicios	Pizarrón Diapositivas	2
El profesor planteará un problema que involucren todos los conceptos definidos. (obtención parámetro de red, distancia interplanar, densidad teórica, tamaño de cristalita, radio atómico, factor de empaquetamiento)	Se dividirá el grupo en equipos para esta actividad, la cual se les asignará problemas diferentes que tendrán que resolver aplicando conocimientos visto y su lógica.	Examen Parcial 1	Pizarrón	2
Unidad temática 3: Simetría				
<p><b>Objetivo de la unidad temática:</b> Adquieran conocimiento teóricos básicos geometría de cristales, grupos puntuales y grupos espaciales.</p>				
<p><b>Introducción:</b> En esta unidad se presentan los conceptos de geometría de cristales y simetría, según las clasificación de Hermann-Mauguin y Schoenflies, además de introducir los 230 grupos espaciales mediante lluvia de imágenes utilizando diapositivas y ejercicios simple.</p>				
Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elementos de simetría</li> <li>2. Descripción de simetría por el método Hermann-Mauguin y Schoenflies</li> <li>3. Clases cristalográficas y Grupos espaciales</li> <li>4. Geometría de cristales</li> </ol>	<p>Aplicación de la geometría en los materiales. Realización de operaciones por matrices. Identificar la clasificación de los 230 grupos espaciales. Definir los criterios para la geometría de cristales Conocer la notación los métodos de Hermann-Mauguin y Schoenflies.</p>	<p>Dibujos Esquemas Quiz</p>		
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Se introducirá el concepto de elemento de simetría, se explicaran con ejemplos la translación, reflexión, rotación e inversión, y sus combinaciones	El alumno realizará dibujos y realizar ejercicios de traslación, reflexión, rotación e inversión y sus combinaciones	Dibujos Apuntes	Diapositivas Pizarrón	4
Se explicará la diferencia entre quirales y enantiómeros además de poner ejemplos visuales	El alumno realizará una investigación previa, realizará un cuadro comparativo y dibujos para entender diferencias	Dibujos Apuntes	Diapositivas	2
El profesor expondrá las reglas de elementos de simetría se dará la notación Hermann-Mauguin y Schoenflies.	El alumno realizará ejercicios de notación y proyección	Dibujos Apuntes	Diapositivas	4
Se le entregará al alumno una hoja con los 230 grupos espaciales, se dará una explicación breve de algunos de ellos más utilizados y los grupos puntuales.	El alumno realizará un cuadro comparativo, y resolverá un quiz.	Quiz Apuntes	Diapositivas	4
Se explicarán las operaciones fundamentales para la obtención de geometría de cristales.	El alumno realizará ejercicios de la unidad 3.	Ejercicios	Diapositivas	2

## Unidad temática 4: Defectos en cristales

**Objetivo de la unidad temática:** Identificar y reconocer los diferentes tipos de defectos (puntuales, lineales y superficiales) y sus características. Además de conocer los beneficios de tener defectos en los cristales.

**Introducción:** En esta unidad se definen los conceptos de defectos puntuales, lineales y superficiales; En cada uno se identifican sus características determinadas por sus condiciones físicas y químicas mediante diapositivas, lluvia de imágenes, elaboración de cuadro comparativo y representación gráfica de varios ejemplos.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
1. Defectos puntuales 1.1. Vacancias intersticiales y sustituciones 1.2. Defecto Frenkel y defecto Schottky 2. Defectos lineales 2.1. De borde 2.2. De tornillo 3. Defectos superficiales 3.1. Fronteras de grano	Identificar los defectos según su clasificación. Elaborar e interpretar esquemas de los defectos. Identificar las características de cada tipo de defecto.	Dibujos. Cuadro comparativo. Quiz

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
El profesor introducirá el tema de los defectos en los cristales, y explicara los diferentes tipos de defectos puntuales	El alumno clasificará en un cuadro los defectos puntuales explicando las características principales de cada uno.	Apunte Dibujo	Diapositivas		2
Se mostrará las características de los defectos lineales y se explicara cuáles son las causas principales.	El estudiante realizara un resumen de la unidad y dibujara los defectos lineales	Dibujo Resumen	Diapositivas		2
Se explicará los beneficios de los defectos en los cristales, se mostrarán imágenes de defectos superficiales y sus características	El estudiante realizará un cuadro comparativo de los 3 tipos de defectos y cuáles son los beneficios de que un material los tenga.	Cuadro comparativo	Diapositivas		2
El profesor entregara un quiz de la unidad.	El alumno realizara un quiz de los defectos en los cristales	Quiz	Diapositivas		2

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Unidad temática 5: Determinación de la estructura cristalina

**Objetivo de la unidad temática:** Identificar y analizar patrones de difracción de rayos X, mediante la solución de ejercicios y el análisis de datos graficados por el Software (JADE) para determinar la estructura cristalina de los materiales.

**Introducción:** El alumno podrá analizar patrones de difracción de rayos por medio de prácticas de laboratorio que incluyen ejercicios y software para la interpretación de difractogramas, además una breve introducción a los microscopios electrónicos

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
1. Difracción de rayos X 1.1. Naturaleza de los RX 1.2. Difracción 1.3. Métodos experimentales 2. Microscopia electrónica de barrido 2.1. Interacción de los electrones con la materia 2.2. Difracción de electrones 2.3. Métodos experimentales (SEM y TEM)	Identificar ondas electromagnéticas. Diferenciar los patrones de difracción según el tipo de material. Establecer el arreglo experimental de la muestra asignada para la prueba de Rayos -x, SEM Y TEM. Interpretar los difractogramas obtenidos por Rayos-X de las diferentes muestras. Identificar las condiciones que distinguen las caracterizaciones (estructural y superficial) de la muestra analizada.	Proyecto integrador.

Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	Y	Tiempo destinado
El profesor dará una introducción del espectro electromagnético, explicará a detalle el principio físico de cómo se producen los rayos x, y cómo cada material produce un espectro característico.	Investigación previa del tema. Dibujara un esquema del espectro electromagnético completo y en que rango se encuentran los rayos X. Realizara ejercicios de conversión de unidades de energía (eV), frecuencia (H) y longitud de onda(L)	Apuntes Ejercicios	Materiales de clase. Pizarrón		2
Explicar a detalle el procedimiento adecuado para interpretar los patrones de difracción de los materiales cúbicos(SC,BCC,FCC y diamante)	Solución de ejercicios que involucran la interpretación de patrones de difracción.	Apunte/resumen Actividad terminada.	Diapositivas		2
El profesor explicará a detalle el principio físico de las capas atómicas, dará una introducción a los modelos de Paschen, Lyman y Balmer.	Realizarán un ejercicio para determinar la energía necesaria que tiene cada capa atómica.	Apunte/ejercicio	Diapositivas Pizarrón		2
El profesor explicará algunos ejemplos de difractogramas de las estructuras SC, BCC, FCC y diamante, se mencionaran las características principales de este tipo de estructura que da lugar a su patrón $h^2+k^2+l^2$	Se resolverán varios ejercicios para determinar la estructura cristalina SC, FCC. BCC y diamante	Patrones de difracción (entregados por el profesor)	Software JADE Software MAUD		8
Se mostraran patrones de difracción de materiales hexagonales, tetragonales y ortorrómbicos y los métodos para determinar esos tipos de celdas.	Se resolverán varios ejercicios para determinar la estructura cristalina hexagonal, ortorrómbica y tetragonal.	Patrones de difracción (entregados por el profesor)	Software JADE Software MAUD		4

*[Handwritten signatures and notes on the left margin]*

*[Handwritten signatures and notes on the right margin]*

*[Handwritten signatures and notes at the bottom of the page]*



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

El profesor retomará los conceptos ya aprendidos en la unidad 2, a partir de un difractograma obtendrá la estructura cristalina y características (parámetro de red, volumen, etc.) de un material (NaCl)	Se analizarán diferentes patrones de difracción y se obtendrá la estructura cristalina y demás características.	Patrones de difracción (entregados por el profesor) Apuntes/ejercicios Examen Parcial 2	Diapositivas Pizarrón Software JADE Software MAUD	4
El profesor dará indicaciones para realizar una práctica de laboratorio y supervisará que todo se haga de la forma adecuada, estará con los alumnos en todo momento.	El estudiante prepara las muestras de materiales cerámicos proporcionados por el profesor para caracterizarlos mediante el difractómetro de rayos X (fuente de cobre)	Practica de laboratorio Proyecto integrador	Materiales de laboratorio.	8
El profesor explicará el principio físico de los microscopios electrónicos de barrido y de transmisión.	El alumno dará una exposición detallada acerca del funcionamiento y la preparación previa de los materiales dependiendo el tipo de material.	Practica de laboratorio	Equipos de laboratorio (SEM, TEM.)	4

### 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

#### Requerimientos de acreditación:

Para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario debe tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso. Para aprobar la Unidad de Aprendizaje el estudiante requiere una calificación mínima de 60.

#### Criterios generales de evaluación:

A lo largo de la UA se elaborarán diversos reportes e informes por escrito, que deberán seguir los siguientes lineamientos básicos (más los específicos de cada trabajo):

- Entrega en tiempo.
- Diseño de portada con datos de la Unidad de Aprendizaje, alumno, profesor y fecha.
- El desarrollo del tema se acompañará siempre de una conclusión que rescate los principales aprendizajes. Todas las conclusiones se sustentarán en datos.
- Todas las referencias se citarán adecuadamente conforme al criterio APA.
- Queda estrictamente prohibido el plagio.

Las presentaciones orales se evaluarán conforme a los siguientes rubros: Contenido suficiente, comprensión del contenido, dicción, volumen, apoyo visual y tiempo utilizado. Cuando se pida una presentación oral se entregará a los estudiantes una lista de elementos básicos que debe incluir.

#### Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Evaluación continúa. Serie de Ejercicios.	Conocer de la clasificación de los materiales por su naturaleza estructural. Definir el concepto de estado cristalino y visualizar sus características. Clasificar las redes cristalinas. Determinar los planos, direcciones e índices de Miller de una red cristalina.	7. Definición de un compuesto amorfo 8. Estado cristalino 9. Características de un material cristalino 10. Patrones de repetición de cristales 11. Redes cristalinas 12. Planos y direcciones, Índices de Miller	<b>10%</b>
Ejercicios. Cuadro comparativo.	Reconocer las 14 redes de Bravais agrupadas en 7 grupos cristalinos.	7. Tipos de celda unitarias 8. Tipos de empaquetamiento cristalino	<b>10%</b>

M.A. Santana A.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Evaluación escrita.	Calcular el valor del factor de empaquetamiento, en porcentaje. Calcular y comprender la relación de parámetro de red, distancia en los planos y la densidad de un cristal. Reconocer y aplicar la ecuación de Scherrer para calcular el tamaño de cristalita.	9. Redes de Bravais 10. Parámetro de red, distancia interplanar 11. Densidad de un cristal 12. Tamaño de cristalita.	
Dibujos Esquemas Quiz	Aplicación de la geometría en los materiales. Realización de operaciones por matrices. Identificar la clasificación de los 230 grupos espaciales. Definir los criterios para la geometría de cristales Conocer la notación los métodos de Hermann-Mauguin y Schoenflies.	5. Elementos de simetría 6. Descripción de simetría por el método Hermann-Mauguin y Schoenflies 7. Clases cristalográficas y Grupos espaciales. 8. Geometría de cristales	10%
Dibujos. Cuadro comparativo. Quiz	Identificar los defectos según su clasificación. Elaborar e interpretar esquemas de los defectos. Identificar las características de cada tipo de defecto.	4. Defectos puntuales 4.1. Vacancias intersticiales y sustituciones 4.2. Defecto Frenkel y defecto Schottky 5. Defectos lineales 5.1. De borde 5.2. De tornillo 6. Defectos superficiales 6.1. Fronteras de grano	10%
Evaluación escrita Proyecto integrador.	Identificar ondas electromagnéticas. Diferenciar los patrones de difracción según el tipo de material. Establecer el arreglo experimental de la muestra asignada para la prueba de Rayos -x, SEM Y TEM. Interpretar los difractogramas obtenidos por Rayos-X de las diferentes muestras. Identificar las condiciones que distinguen las caracterizaciones (estructural y superficial) de la muestra analizada.	3. Difracción de rayos X 3.1. Naturaleza de los RX 3.2. Difracción 3.3. Métodos experimentales 4. Microscopia electrónica de barrido 4.1. Interacción de los electrones con la materia 4.2. Difracción de electrones 4.3. Métodos experimentales (SEM y TEM)	10%

## Producto final

Descripción	Evaluación	
<b>Título:</b> Caracterización estructural de un material.	<b>Criterios de fondo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portada</li> <li>• Índice del reporte</li> <li>• Resumen</li> <li>• Introducción Marco teórico</li> <li>• Métodos experimentales</li> <li>• Resultado y discusión</li> </ul>	<b>Ponderación</b>
<b>Objetivo:</b> Determinar la estructura cristalina de diferentes cerámicos ( BaTiO <sub>3</sub> , SrTiO <sub>3</sub> , NaCl y CoAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )		40%
<b>Caracterización</b> Reporte de laboratorio (introducción, objetivo, hipótesis, antecedentes, marco teórico, métodos experimentales, resultados, análisis de		

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*M.A. Santana*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

resultados, conclusiones y anexos.). Desarrollar práctica de laboratorio en sesión difracción de Rayos-X.

- Conclusión y recomendaciones
  - Bibliografía
  - Apéndices o anexos
- Criterios de forma:**
- Tipografía
    - Times New Roman
    - Arial
    - Verdana
    - Calibri
  - Tamaño de letra : 12 pt
  - Interlineado: 2 puntos o doble
  - Margen:
    - Izquierdo y de arriba : 3 cm
    - Derecho y abajo: 2,5 cm

### Otros criterios

Criterio	Descripción	Ponderación
Trabajo en equipo	Participación activa e interés de las intervenciones	10%

## 6. REFERENCIAS Y APOYOS

### Referencias bibliográficas

#### Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
Sands, Donald E	1993	Introducción a la cristalografía	Reverte	
De Graef ,Marc and.McHenry, Michael E.	2012	Structure of Materials: An Introduction to Crystallography, Diffraction and Symmetry	Cambridge University Press; 2 edition (October 8, 2012) ISBN-13: 978-1107005877	
Hammond , Christopher	2009	The Basics of Crystallography and Diffraction: Third Edition (International Union of Crystallography Texts on Crystallography)	Oxford University Press; 3 edition (June 15, 2009) ISBN-10: 0199546452	

#### Referencias complementarias

Cullity B. D.	1978	Elements of X-Ray Diffraction	Addison Wesley	
Askeland, Donald R.	2006	Ciencia e ingeniería de los materiales	Thomson	

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*M.A. Santana A.*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M.,	1992	Fundamentals of Crystallography	Oxford University Press	
--	------	---------------------------------	-------------------------	--

## Apoyos (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

### Unidad temática 1:

Askeland, Donald R. Ciencia e ingeniería de los materiales Thomson 2006  
Callister, William D. Ciencia e ingeniería de los materiales Reverte 2004  
Smith, William Ciencia e ingeniería de los materiales McGraw Hill 2006

### Unidad temática 2:

Askeland, Donald R. Ciencia e ingeniería de los materiales Thomson 2006  
Callister, William D. Ciencia e ingeniería de los materiales Reverte 2004  
Smith, William Ciencia e ingeniería de los materiales McGraw Hill 2006

### Unidad temática 3:

Jackson A. G., Handbook of Crystallography., Springer-Verlag, New York, 1991.

### Unidad temática 4:

Askeland, Donald R. Ciencia e ingeniería de los materiales Thomson 2006  
Callister, William D. Ciencia e ingeniería de los materiales Reverte 2004  
Smith, William Ciencia e ingeniería de los materiales McGraw Hill 2006

### Unidad temática 5:

International Tables of Crystallografy, Volume A, IUCr, Springer.  
International Tables for Crystallography ,Volume A: Space-group symmetry, International. Union of Crystallography. Springer  
Pecharsky V. K. and Zavalij P. Y., Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Springer Science+Business Media Inc., NY, USA, 2005.  
Ladd M.F.C and Palmer R.A., Structure Determination by X-ray Cristallography, Plenum Press, New York, 1993.  
Software JADE  
Software MAUD

M.A. Santana A