

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

1. **Unidad Académica:** Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Nanotecnología.
3. **Plan de Estudios:** 2019-2
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Físicoquímica del Estado Sólido
5. **Clave:** 33553
6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



**Equipo de diseño de PUA**  
Noemí Abundiz Cisneros  
Juan Jesús Velarde Magaña  
Enrique Efrén García Guerrero

**Firma**

Noemí Abundiz  
Juan Jesús Velarde M.  
*[Handwritten signature]*

**Vo.Bo. de Subdirector de Unidad Académica**  
Humberto Cervantes De Avila



**Firma**

*[Handwritten signature]*

**Fecha:** 08 de agosto de 2018

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje de Físicoquímica del Estado Sólido está orientado al estudio de materiales puros cristalinos en estado sólido. A partir de este curso, el estudiante adquirirá los conocimientos básicos suficientes para comprender la relación entre las propiedades de la materia en estado sólido y su estructura; comprenderá los mecanismos detrás del desarrollo y el refinamiento de modelos científicos para explicar y estudiar fenómenos, en este caso, las propiedades del estado sólido; se espera que el estudiante aplique los conocimientos básicos adquiridos para el desarrollo de modelos más robustos o con fines específicos, incluidos aquellos destinados al estudio de nanoestructuras. En la unidad de aprendizaje se desarrollan habilidades y actitudes para promover el trabajo, la discusión y la crítica constructiva en comunidades de aprendizaje y científicas; la modelación de fenómenos físicos; la argumentación y la exposición de resultados y conclusiones, producto de trabajos de modelación y análisis; el autoestudio, la autogestión y la investigación, entre otras. Se adquieren las bases para incursionar de manera competente en el estudio de semiconductores, de nanoestructuras, y, en general, de propiedades de materiales y superficies. Esta una unidad de aprendizaje pertenece a la etapa disciplinaria con carácter de obligatorio.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Relacionar las propiedades de la materia en estado sólido con su estructura detrás de los modelos físicos y químicos utilizados, para predecir propiedades de nuevos materiales y estructuras, a través del razonamiento de los modelos ya establecidos o de nuevos que se ajusten a las necesidades del análisis en cuestión, con creatividad, honestidad, respeto al entorno y una actitud proactiva para el trabajo colaborativo.

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Entrega un compendio de los problemas resueltos en clase, taller y tareas extras, de forma analítica y numérica, donde se especifique:

- Planteamiento del problema
- Desarrollo detallado del procedimiento matemático empleado
- Interpretación del resultado obtenido.

Presentación oral y escrita de una investigación sobre desarrollos tecnológicos de última generación en la que se involucren la Físicoquímica de los materiales en estado sólido, donde se especifique:

- Introducción
- Objetivo
- Metodología
- Desarrollo
- Resultados y conclusiones
- Bibliografía

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Estructuras y redes

**Competencia:**

Reconocer la periodicidad detrás de las estructuras cristalinas, a través de las herramientas matemáticas utilizadas para describirlas, con la finalidad de modelar fenómenos y propiedades propios de los sólidos cristalinos en los que la interacción con su estructura cristalina es fundamental, con actitud creativa, responsable, ordenado y altamente participativo para el trabajo en equipo.

**Contenido:****Duración:** 3 horas

- 1.1. Periodicidad e invarianza traslacional
- 1.2. Red de Bravais
- 1.3. Vectores primitivos
- 1.4. Redes de Bravais unidimensional y bidimensionales
- 1.5. Celdas: primitiva, de Wigner-Seitz, unitaria y convencional
- 1.6. Base y red cristalina
- 1.7. Redes de Bravais tridimensionales
- 1.8. Estructuras cristalinas comunes
- 1.9. Direcciones cristalográficas
- 1.10. Red recíproca
- 1.11. Vectores recíprocos
- 1.12. Planos cristalográficos e índices de Miller
- 1.13. Defectos cristalinos

## UNIDAD II. Enlaces atómicos y estructura

### Competencia:

Conocer los requisitos y simetrías que favorecen estructuras cristalinas de la materia en estado sólido, a través de la química y de la descripción de orbitales atómicos, para identificar los tipos de cristales en relación a su enlace atómico, con responsabilidad, ordenado, crítico y tolerante para trabajar en grupo.

### Contenido:

**Duración:** 3 horas

- 2.1. Tipos de enlaces atómicos
- 2.2. Estructuras de los elementos
- 2.3. Enlaces y tendencias estructurales entre los elementos
- 2.4. Enlaces y tendencias estructurales entre los compuestos AB
- 2.5. Átomos con electrones de valencia s
- 2.6. Átomos con electrones de valencia sp
- 2.7. Átomos con electrones de valencia sd
- 2.8. Átomos con electrones de valencia sdf
- 2.9. Sólidos con dos tipos de átomos
- 2.10. El caso especial del hidrógeno.
- 2.11. Sólidos con varios tipos de átomos

### UNIDAD III. Modelos de electrones libres

**Competencia:**

Reconocer la importancia de la cuantización de los estados electrónicos, así como la utilidad de la representación de la esfera de Fermi, para describir de manera más precisa los fenómenos de transporte debidos a los electrones, a través de un análisis cuantitativo bajo el modelo clásico del fenómeno de conducción eléctrica en los metales (modelo de Drude), con honestidad, orden, creatividad y actitud proactiva.

**Contenido:****Duración:** 3 horas

- 3.1. El estado metálico y sus propiedades distintivas
- 3.2. El enlace metálico
- 3.3. El modelo de Drude: el gas de electrones, el modelo cinético de gases y la estadística de Maxwell-Boltzmann
- 3.4. Los supuestos principales del modelo de electrones libres
- 3.5. Conducción eléctrica DC según el modelo de Drude
- 3.6. Conducción térmica según el modelo de Drude y la ley de Wiedemann-Franz
- 3.7. El modelo de Sommerfeld: la ecuación de Schrödinger y la cuantización de los estados electrónicos
- 3.8. Los fenómenos de transporte y las condiciones de frontera de Born-von Karman
- 3.9. El principio de exclusión de Pauli, el espacio recíproco, la ocupación de estados cuánticos  $k$  y la esfera de Fermi
- 3.10. La estadística de Fermi-Dirac y los supuestos de Sommerfeld sobre la conducción eléctrica DC
- 3.11. Diferencias principales entre los modelos de Drude y de Sommerfeld
- 3.12. Limitaciones de los modelos de electrones libres

## UNIDAD IV. Electrones sujetos a potenciales periódicos

### Competencia:

Reconocer que la estructura electrónica de bandas surge a partir de la interacción de los electrones con la estructura (red) cristalina del sólido, a través de identificar la relación entre la energía de Fermi y la estructura electrónica de bandas, para determinar las propiedades de conducción eléctrica y el comportamiento electrónico de los materiales sólidos, con actitud crítica, ordenado, tolerante y participativo en su grupo de trabajo.

### Contenido:

**Duración:** 3 horas

- 4.1. Los supuestos principales de un modelo de electrones sujetos a potenciales periódicos
- 4.2. NFEM: modelo de electrones casi libres (red vacía)
- 4.3. Teorema de Bloch
- 4.4. Propiedades de una función de Bloch y confinamiento de  $k$  a la primera zona de Brillouin
- 4.5. Condiciones de frontera de Born-von Karman
- 4.6. Teoría de perturbación y electrones sujetos a un potencial periódico débil
- 4.7. Cuasimomento del cristal  $k$  e índice de banda  $n$
- 4.8. Modelo de Kronig-Penney
- 4.9. Estructura electrónica de bandas (EBS) para una estructura unidimensional
- 4.10. Estructura electrónica de bandas (EBS) para una estructura tridimensional
- 4.11. Energía de Fermi y bandas de energía

## UNIDAD V. Tight-binding o el modelo del enlace apretado

### Competencia:

Reconocer la formación de la estructura electrónica de bandas, a través del producto de la interacción entre los orbitales electrónicos de los constituyentes del sólido, así como del uso del conjunto de funciones ortogonales, para definir el grado de covalencia o ionicidad de los enlaces químicos en relación a la estructura de bandas, con actitud tolerante, organizado y proactivo para el trabajo colaborativo.

### Contenido:

**Duración:** 4 horas

- 5.1. Uso de bases ortogonales (conjuntos de funciones ortogonales) para representar funciones de onda.
- 5.2. Orbitales atómicos y moleculares
- 5.3. LCAO: combinación lineal de orbitales atómicos
- 5.4. Método del enlace apretado o tight-binding
- 5.5. Orbitales extendidos, bandas y enlaces

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	<p>Identificar la red de Bravais, a través de una estructura periódica bidimensional, para proponer las estructuras primitivas correspondientes y las direcciones cristalográficas correspondientes, con actitud creativa, responsable y participativa para el trabajo en equipo.</p>	<p>Resolver una hoja de trabajo guiado en la que deberá proponer redes de Bravais (RB) subyacentes a patrones geométricos bidimensionales (mosaicos). Una vez determinada las RB, propondrá estructuras primitivas para cada una, calculará sus dimensiones características y las describirá de forma matemática.</p> <p>Posteriormente, construirá un mosaico a partir de las instrucciones de la construcción de una base sobre una RB.</p> <p>Finalmente, identificará la RB y las estructuras primitivas de una red de puntos (una imagen) y encontrará algunas direcciones cristalinas y la densidad de puntos en ellas. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.</p>	<p>Hoja de trabajo, Juego de escuadras, PowerPoint o similar.</p>	4 horas
2	<p>Construir redes recíprocas de diferentes dimensiones yuxtapuestas a las redes de Bravais correspondientes, a través de identificar las estructuras primitivas asociadas a las redes, para analizar la relación entre los índices de Miller de los planos cristalográficos con los vectores recíprocos, con una actitud proactiva y tolerante para el</p>	<p>Resolverá una hoja de trabajo guiado en la que identificará una RB 2D e indicará sus parámetros y estructuras primitivas.</p> <p>Posteriormente construirá la red recíproca (RR) correspondiente yuxtapuesta a la RB (red directa) e identificará sus estructuras primitivas.</p>	<p>Hoja de trabajo, Juego de escuadras, Bolas de unicel.</p>	4 horas

	trabajo en equipo.	Para estudiar la relación entre los índices de Miller y los vectores recíprocos, el alumno construirá una RB 3D añadiendo un tercer vector primitivo ortogonal a la RB 2D construida anteriormente (para ello utilizará bolas de unicel). Una vez construido el modelo, identificará las direcciones indicadas por los índices de Miller en la RB y las relacionará con los planos cristalográficos en la RB. Así mismo, calculará las separaciones interplanares a partir de una interpretación vectorial de los índices de Miller. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.		
3	Conocer el funcionamiento de un difractómetro de rayos X, a través de la observación de su funcionamiento, identificación del hardware y software del equipo, para identificar estructuras cristalinas a partir de difractogramas, con orden, tolerancia y participación.	Mediante una demostración del funcionamiento en práctica de un difractómetro de rayos X, analiza los resultados e identifica la estructura analizada a partir del difractograma obtenido y de la química esperada a partir del método de síntesis reportado. A partir de los resultados del análisis, el estudiante simulará la estructura. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.	Material por analizar mediante DRX e información de síntesis, Equipo de laboratorio y Difractogramas.	2 horas
4	Conocer el funcionamiento de un microscopio electrónico de transmisión, a través de la observación de su funcionamiento, identificación del hardware y software del equipo, así como el software de análisis de	Por medio del funcionamiento en práctica de un microscopio electrónico de transmisión, analiza los resultados e identifica planos cristalográficos en las micrografías e inferirá la	Material por analizar mediante TEM e información de síntesis, Equipo de laboratorio, Micrografías y Software de análisis de imágenes.	2 horas

	imágenes, para identificar planos cristalográficos, con creatividad, ordenado y proactivo.	estructura cristalina a partir de dicho análisis y de la química esperada según el método de síntesis reportado. Corroborar el espaciamiento interplanar y las direcciones cristalográficas obtenidos del análisis en el espacio real con el análisis en el espacio de frecuencias. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.		
5	Construir los modelos matemáticos de los fenómenos de conducción eléctrica y conducción térmica, a partir de los supuestos del modelo de electrones libres de Drude, para conocer la respuesta de metales en presencia de un campo eléctrico de corriente directa, con responsabilidad, honestidad y tolerancia.	Construye los modelos matemáticos de los fenómenos de conducción eléctrica y conducción térmica en un metal a partir de los supuestos del modelo de electrones libres de Drude. Para ello, resolverá una hoja de trabajo guiada. Para el caso de la conducción eléctrica (que resulta en una ecuación diferencial), aplica un método de diferencias finitas con el fin de conocer la respuesta del metal en presencia de un campo eléctrico de corriente directa (DC). Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.	Hoja de trabajo, Software de cálculo numérico.	4 horas
6	Modelar matemáticamente la respuesta óptica de un metal, a partir del modelo de Drude, para analizar el comportamiento típico de los metales ante campos eléctricos de corriente alterna, con responsabilidad, honestidad y tolerancia para trabajar en grupo.	Construye el modelo matemático de la respuesta óptica de un metal a partir de los supuestos del modelo de electrones libres de Drude. Para ello, resuelve una hoja de trabajo guiada. A partir de las ecuaciones obtenidas construye gráficas de respuestas ópticas para analizar el comportamiento típico de los	Hoja de trabajo, Software para graficar.	4 horas

		metales ante campos eléctricos de corriente alterna (AC). Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.		
7	Analizar el fenómeno de plasmones de superficies en metales, a partir del modelo de respuesta óptica, para analizar las condiciones de interferencia superficial, con objetividad, orden y tolerancia.	Estudia y explica el fenómeno de plasmones de superficie en metales a partir del análisis del modelo de respuesta óptica construido anteriormente. Posteriormente, construye un modelo para describir los plasmones y estudia sus fenómenos de interferencia, apoyado en software de cálculo numérico. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.	Hoja de trabajo, Software de cálculo numérico.	4 horas
8	Simular numéricamente la conducción eléctrica, a partir del modelo de cuantización de estados electrónicos, para analizar el comportamiento de transporte electrónico, con creatividad, orden y altamente participativo en su equipo de trabajo.	Resuelve la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para un electrón libre e independiente atrapado en una caja. Como parte de la solución, expresa la cuantización de estados electrónicos de forma matemática y vincula la densidad volumétrica de electrones con la ocupación de estados con el fin de construir la esfera de Fermi. A partir de los resultados obtenidos y apoyado en software de cálculo numérico, simula la conducción eléctrica bajo este modelo cuantizado (de Sommerfeld). Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.	Hoja de trabajo y Software de cálculo numérico.	4 horas
9	Modelar analíticamente la estructura electrónica de bandas de una estructura cristalina monoatómica	Identifica mediante herramientas matemáticas, las modificaciones que sufre una función de Bloch al	Hoja de trabajo y Software graficador.	4 horas

	<p>unidimensional, a partir de las propiedades matemáticas de una función de Bloch, para analizar el comportamiento en relación a distintas perturbaciones periódicas, con actitud crítica, tolerante y objetividad.</p>	<p>ser trasladada, primeramente, en un vector de la RB; posteriormente, en un vector de la red recíproca y, finalmente, en ambos.</p> <p>Una vez estudiadas estas propiedades de una función de Bloch, desarrolla la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para un electrón independiente sujeto a un potencial periódico suponiendo que la solución tiene la forma de una función de Bloch. Una vez simplificada la ecuación diferencia a una forma reconocible, propone que el potencial periódico es apenas una perturbación periódica y encuentra las soluciones analíticas. Grafica la solución analítica mediante software. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.</p>		
10	<p>Modelar numéricamente una estructura electrónica de bandas de una estructura cristalina monotómica unidimensional, a partir de las propiedades matemáticas de una función de Bloch, para analizar el comportamiento en relación a distintos potenciales periódicos, con orden, creatividad y paciencia.</p>	<p>A partir de la forma analítica encontrada para la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo que rige la dinámica de un electrón independiente sujeto a un potencial periódico en el taller anterior (a partir del teorema de Bloch), propone una solución numérica e implementa para distintos potenciales periódicos. Grafica las EBS obtenidas para los distintos potenciales. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.</p>	Software de cálculo numérico.	4 horas

11	Modelar numéricamente una estructura electrónica de bandas de una estructura cristalina monotómica unidimensional, a partir del modelo de Kronig-Penney, para comparar los resultados obtenidos con el modelo de Bloch, de manera creativa y tolerante.	Resuelve la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo que rige la dinámica de un electrón independiente sujeto a un potencial peine de anchura y altura finitas (modelo de Kronig-Penney). Aproxima una solución analítica y grafica con apoyo de un software graficador. Asimismo, encuentra una solución numérica al problema original. Compara sus resultados con los obtenidos para el caso del problema resuelto mediante funciones de Bloch. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.	Hoja de trabajo, Software graficador y Software de cálculo numérico.	4 horas
12	Modelar numéricamente una estructura electrónica de bandas de una estructura cristalina monotómica bi y tridimensional, a partir de los modelos Bloch y Kronig-Penney, para generalizar el entendimiento de las estructuras electrónicas, con tolerancia, paciencia y actitud innovadora.	Aplica la solución numérica encontrada para el caso unidimensional y la extiende al caso bi y tridimensional. Grafica las EBS obtenidas. Coteja los resultados en su equipo. Entrega lo solicitado.	Hoja de trabajo., Software graficador y Software de cálculo numérico.	8 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (docente)**

- Expondrá los temas centrales del curso.
- Resolverá problemas típicos a manera de ejemplo en metodología, análisis y manejo matemático e interpretación física.
- Se apoyará en algunos casos de algunas simulaciones numéricas y videos cortos, a manera de conceptualizar conceptos y reforzar ideas en los estudiantes.
- Dirigir el desarrollo integral del Taller y supervisar la correcta realización de ésta y el correcto desarrollo de la competencia.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

- A partir de la información que se proporcione de problemas específicos, el estudiante debe:
- Visualizar e interpretar el requerimiento solicitado.
- Plasmar una representación gráfica de lo solicitado.
- Planear una estrategia que le permita ejecutar un desarrollo matemático, a fin de obtener y/o proponer un resultado.
- Analizar e interpretar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados.
- Cotejar sus resultados en su equipo de trabajo.
- Exponer sus resultados frente al grupo.
- Entregar las soluciones de los problemas al finalizar el taller como evidencias.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 70% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 71 y 72.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

- 4 exámenes parciales..... 30%
- Participación en clase..... 10%
- Evidencia de desempeño 1(Compendio de problemas)..... 20%  
(El compendio de problemas comprende los talleres que representa un 10% y las tareas10%)
- Evidencia de desempeño 2 (Compendio de prácticas de laboratorio)..... 25%
- Evidencia de desempeño 3 (Presentación oral y escrita de un trabajo de investigación dirigido ..... 15%
- Total..... 100%**

## IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Ashcroft, N. &amp; Mermin, N. (1976). <i>Solid state physics</i>. United States of America: Saunders College Publishing. [clásica]</p> <p>Hofmann, P. (2015). <i>Solid state physics: An introduction</i>. Weinheim, Alemania: Wiley-VCH.</p> <p>Ibach, H. &amp; Lüth, H. (2009). <i>Solid-state physics: An introduction to principles of materials science</i>. Berlín, Alemania: Springer-Verlag. [clásica]</p> <p>Kaxiras, E. (2003). <i>Atomic and electronic structure of solids</i>. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. [clásica]</p> <p>Nikolic, B. (2005). <i>Introduction to solid state physics</i>. Universidad de Delaware. [clásica]</p> <p>Patterson, J. &amp; Bailey, B. (2010). <i>Solid-state physics: Introduction to the theory</i>. Berlín, Alemania: Springer-Verlag. [clásica]</p> <p>Simon, S. (2013). <i>The Oxford solid state basics</i>. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. [clásica]</p>	<p>Advanced Materials. (2018). Recuperado de: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214095">https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214095</a></p> <p><b>Física del estado sólido:</b></p> <p>Blakemore, J. (1985). <i>Solid state physics</i>. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. [clásica]</p> <p>Elliott, S. (1998). <i>The physics and chemistry of solids</i>. England: John Wiley &amp; Sons. [clásica]</p> <p>Johnston, I., Keeler, G., Rollins, R., &amp; Spicklemire, S. (1996). <i>Solid state physics simulations: The Consortium for Upper-Level Physics Software</i>. United States of America: John Wiley &amp; Sons. [clásica]</p> <p>Kittel, C. (2005). <i>Introduction to solid state physics</i>. Hoboken, Nueva Jersey, United States of America: John Wiley &amp; Sons. [clásica]</p> <p>McKelvey, J. P. (1989). <i>Física del estado sólido y de semiconductores</i>. Cd. de México, D. F., México: Limusa. [clásica]</p> <p>Mihály, L. &amp; Martin, M. (2004). <i>Solid state physics: Problems and solutions</i>. Weinheim, Alemania: Wiley-VCH. [clásica]</p> <p>Omar, M. (1994). <i>Elementary solid state physics: Principles and applications</i>. Reading, Massachusetts, United States of America: Addison-Wesley. [clásica]</p> <p>Silsbee, R. &amp; Dräger, J. (1997). <i>Simulations for solid state physics: An interactive resource for students and teachers</i>. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.</p>

[clásica]

Física general y física cuántica:

Alonso, M. & Finn, E. (1986). Física. Volumen III: fundamentos cuánticos y estadísticos. Cd. de México, D. F., México: Alhambra Mexicana. [clásica]

Serway, R. & Jewett, Jr. (2014). Physics for scientists and engineers with modern physics. Boston, Massachusetts, United States of America: Brooks/Cole CENGAGE Learning. [clásica]

Serway, R., Moses, C. & Moyer, C. A. (2005). Modern Physics. Belmont, California, United States of America: Brooks/Cole Thomson Learning. [clásica]

Química del estado sólido:

Cox, P. (1987). The electronic structure and chemistry of solids. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. [clásica]

Pettifor, D. (1995). Bonding and structure of molecules and solids. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. [clásica]

West, A. (1999). Basic solid state chemistry. Inglaterra: John Wiley & Sons. [clásica]

Cristalografía:

Downs, R. T. & Hall-Wallace, M. (2003). The American Mineralogist Crystal Structure Database. American Mineralogist. [clásica]

## **X. PERFIL DEL DOCENTE**

El docente que imparta el curso de Físicoquímica del Estado Sólido, requiere título de licenciatura en Física o ingeniería en el área de ciencias exactas. Se sugiere que el docente presente una experiencia laboral y docente mínima de cinco años. De preferencia con posgrado en ciencias exactas, materiales o ingeniería. Debe contar con experiencia impartiendo asignaturas de matemáticas, física, química o asignaturas afines. Así como tener habilidad para conducir a los estudiantes en la apropiación del conocimiento a través de preguntas que lleven a la reflexión y al análisis. Tener conocimientos de las aplicaciones o paqueterías actuales que realicen cálculos matemáticos, herramientas de cálculos y graficación. Es deseable que cuente con experiencia en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes.