



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
Dispositivos semiconductores			IBI02
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Escolarizada	Curso/Taller	Optativa abierta	8
UA de pre-requisito	UA simultaneo	UA posteriores	
200 créditos	Ninguno	Ninguno	
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		Propiedades y desempeño	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Departamento de Física		Ciencia de Materiales	
Elaboró		Fecha de elaboración o revisión	
Dr. Oscar Ceballos Sanchez		09/07/2020	

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

M.A. Santana A.

Oscar Ceballos S.

RSuarez

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

de aprendizaje las cuales se centran en el estudio de los materiales semiconductores.

1. Introducción a las estructuras cristalinas de un sólido
2. Introducción a mecánica cuántica
3. Introducción a teoría cuántica de sólidos
4. Semiconductor en equilibrio
5. Fenómenos de transporte
6. Portadores de carga en no equilibrio
7. Unión de semiconductores
8. Diodo PN
9. Nanoestructuras semiconductoras

- Crea reportes de investigación de forma individual y colaborativa para alcanzar una meta en común.

o en grupo, mostrando paciencia y solidaridad con sus colegas.

- Adquiere responsabilidad social con su entorno para el cuidado del medio ambiente estableciendo estrategias que permitan el aprovechamiento y manejo de los materiales.

Producto Integrador Final de la UA o Asignatura

Título del Producto: Diodo Semiconductor

Objetivo: Aplicar el conocimiento teórico práctico adquirido durante la asignatura para construir un circuito eléctrico y explicar el comportamiento y características de un diodo semiconductor mediante su caracterización eléctrica.

Descripción: Realizar una práctica de laboratorio donde se reporte el comportamiento eléctrico de un diodo. Para ello, el estudiante debe construir un circuito eléctrico donde se involucren diversas componentes con la finalidad de evaluar su respuesta eléctrica bajo polarización directa e inversa. Con ello, el estudiante aplicará el pensamiento lógico para explicar su comportamiento en función del tipo de polarización y las características que presenta. Desarrollará las habilidades que le permitan entender y transmitir el conocimiento a través de una presentación formal con sus compañeros de clase, así como la realización de un reporte de investigación formal que evidencie el grado de comprensión y capacidad de análisis de datos.

[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]

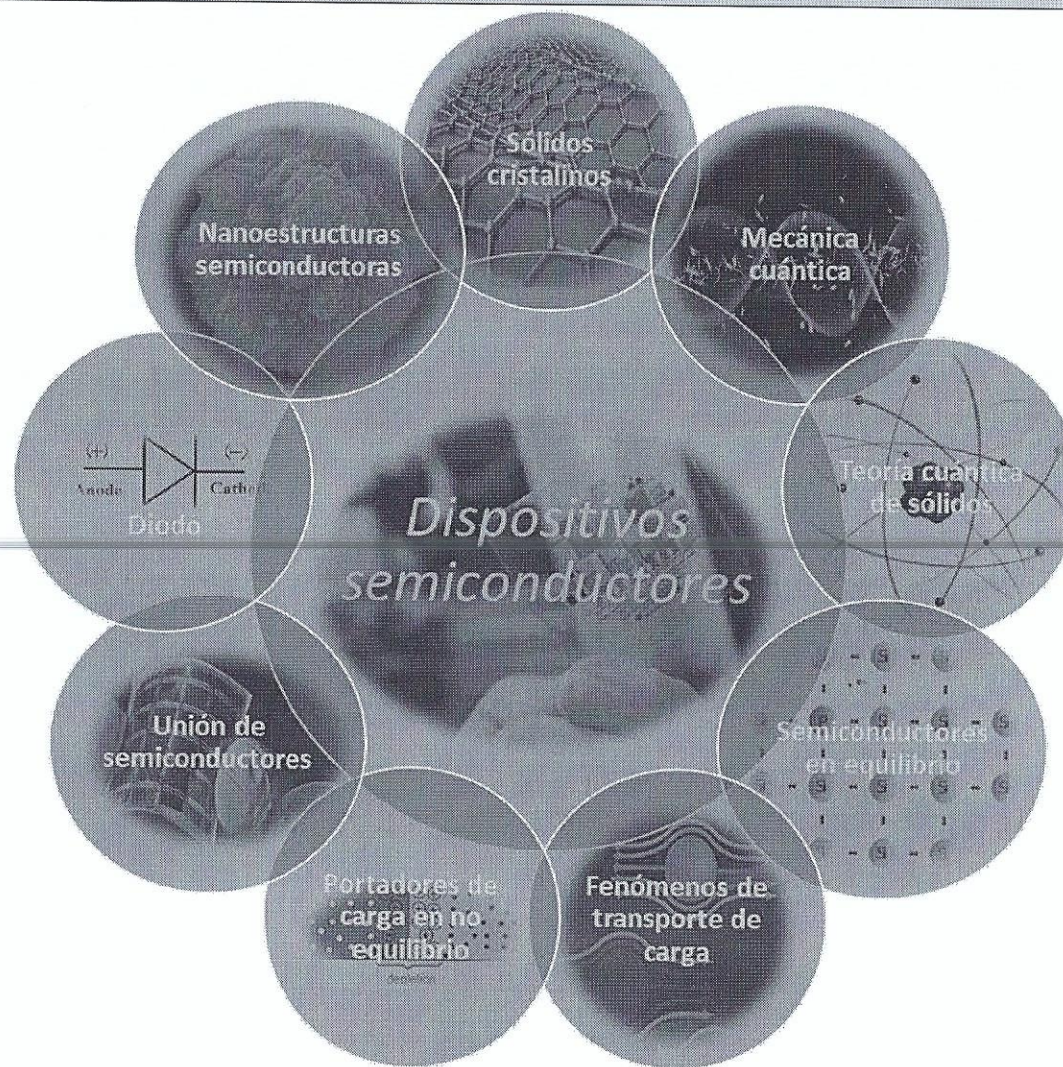
M. A. Santana A. Oscar Ceballos S.

[Handwritten signatures]



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

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



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

M. A. Santana A. Oscar Ceballos S.

[Handwritten signatures]
R. S. ... *[Signature]* *[Signature]* *[Signature]*



4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad temática 1: Introducción a las estructuras cristalinas de un sólido

Objetivo de la unidad temática: Estudiar la estructura cristalina de los sólidos, y como éstas afectan las propiedades eléctricas de un material semiconductor. Con ello, el alumno desarrollará el pensamiento lógico para identificar y resolver problemas, así como analizar los fenómenos en términos matemáticos.

Introducción:

Se abordará una introducción sobre la teoría de estructuras cristalinas, en el que discutirán los tipos de estructuras y redes cristalinas. Su entendimiento permitirá establecer una pauta para abordar aspectos relacionados con la composición de los materiales semiconductores y como estos pueden ser afectados por la presencia de defectos estructurales.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
Introducción a las estructuras cristalinas de un sólido <ul style="list-style-type: none">• Materiales semiconductores• Tipos de sólidos• Tipos de redes• Estructura diamante• Imperfecciones e impurezas en sólidos	<ul style="list-style-type: none">• Conocer las propiedades físicas y electrónicas de los materiales y dispositivos semiconductores• Desarrolla la capacidad de análisis para entender el comportamiento de los materiales y dispositivos semiconductores en función de sus propiedades físicas.	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de una estructura cristalina, y reporte de investigación.• Portafolio de problemas resueltos.• Examen rápido.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none">• Explicación del tema utilizando herramientas tecnológicas (presentación de diapositivas).• Explicación del tema haciendo uso de material didáctico (físico o digital).	<ul style="list-style-type: none">• Resuelve problemas específicos tanto de forma individual como de forma grupal frente al pizarrón.• Intercambia ideas con el profesor y sus compañeros.	<ul style="list-style-type: none">• Reporte de investigación de tipos de estructuras cristalinas y materiales semiconductores• Portafolio de problemas.• Examen rápido.	<ul style="list-style-type: none">• Búsqueda de la información en internet, o libros de consulta (físicos o digitales).	6 h
<ul style="list-style-type: none">• Establece grupos de trabajo para generar una dinámica de intercambio de ideas.	<ul style="list-style-type: none">• Intercambia ideas con sus compañeros a través de grupos de trabajo para resolver problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Reporte de ejercicios	<ul style="list-style-type: none">• Búsqueda de la información en libros de consulta (físicos o digitales).	1 h
<ul style="list-style-type: none">• Provee de información para el acceso a bases de datos que permitan la simulación de estructuras cristalinas.	<ul style="list-style-type: none">• Práctica: Realiza simulaciones para entender y visualizar las estructuras cristalinas.	<ul style="list-style-type: none">• Reporte de la actividad utilizando un software o plataforma en línea para simular una estructura cristalina.	<ul style="list-style-type: none">• Computadora• Videos• Software o plataforma digital para la simulación de estructuras cristalinas.	3 h

Unidad temática 2: Introducción a la mecánica cuántica

Objetivo de la unidad temática: Introducir al estudiante a la mecánica cuántica con la finalidad de establecer las bases teóricas que permitan correlacionar las propiedades electrónicas con las propiedades estructurales de un material semiconductor.

M. A. Santana A. Oscar Carlos S. RS navy Zoro Gato



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Introducción: En esta unidad de aprendizaje se abordará una introducción sobre la teoría de la mecánica cuántica, la cual permitirá conocer características electrónicas (teoría de bandas) de los materiales semiconductores y su relación con las propiedades cristalinas. Se abordarán elementos esenciales de la mecánica cuántica, utilizando la teoría de Schrödinger para describir el comportamiento de un electrón en un átomo cuando este se somete a diversos potenciales de energía.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
Principios de la mecánica cuántica Cuantos de energía Dualidad onda-partícula Principio de incertidumbre Ecuación de Onda (Schrödinger) Ecuación de onda Significado físico de la función de onda Condiciones de frontera Aplicaciones de la ecuación de Schrödinger Barreas de potencial	<ul style="list-style-type: none">Desarrolla la capacidad de análisis para entender el comportamiento de los electrones en un átomo utilizando la mecánica cuántica.Utiliza el pensamiento lógico para entender el concepto de función de onda y su interpretación física.Aplica el pensamiento lógico para resolver problemas utilizando la ecuación de onda (Schrödinger).	<ul style="list-style-type: none">Portafolio de problemas resueltos.Investigación sobre los aspectos fundamentales de la mecánica clásica y la mecánica cuántica.Reporte de práctica de laboratorio.Examen rápido.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none">Explicación de los principios de la mecánica cuántica y la ecuación de Schrödinger utilizando herramientas tecnológicas (presentación de diapositivas).Explicación del tema haciendo uso de material didáctico (físico o digital).	<ul style="list-style-type: none">Participa durante la clase para opinar sobre aspectos fundamentales de la mecánica cuántica.Realiza ejercicios del libro durante la clase de forma individual y frente al grupo.	<ul style="list-style-type: none">Reporte de investigación relacionado con la historia de la mecánica cuántica y las principales diferencias entre la mecánica clásica.Portafolio de problemas.Examen rápido.	<ul style="list-style-type: none">Bibliotecas digitales, páginas de internet y libros de consulta.	8 h
<ul style="list-style-type: none">Elaboración de una práctica de laboratorio para abordar la relación carga-masa del electrón.	<ul style="list-style-type: none">Realiza la práctica en el laboratorio utilizando el material y equipo necesario.	<ul style="list-style-type: none">Reporte de la práctica de laboratorio	<ul style="list-style-type: none">Material y equipo de laboratorio.Computadora y software para el análisis de datos.	3 h

Unidad temática 3: Introducción a la teoría cuántica de los sólidos

Objetivo de la unidad temática: Que el alumno entienda la teoría de estructura de bandas para explicar el comportamiento eléctrico de materiales semiconductores, conductores y aislantes.

Introducción: En esta unidad de aprendizaje se plantea el estudio de la teoría de bandas para analizar el comportamiento eléctrico de diversos materiales. Se abordarán aspectos sobre la conducción eléctrica y los tipos de transiciones electrónicas permitidas en el material de acuerdo a diversos modelos. Finalmente se abordarán tópicos sobre física estadística para explicar el comportamiento de un grupo de partículas de acuerdo a su naturaleza atómica.

Explicar el sentido de la unidad temática, dentro de la unidad de aprendizaje. Se expondrá la relevancia de los temas a trabajar y su relación con otras unidades temáticas

M. A. Santana A. Oscar Ceballos S. R. S. ...



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
Introducción a la teoría cuántica de sólidos <ul style="list-style-type: none">• Bandas de energía permitidas y Forbidden.• Conducción eléctrica en sólidos• Estructura de bandas en 3 dimensiones• Densidad de estados• Funciones de probabilidad estadística	<ul style="list-style-type: none">• Entender el concepto de estructura de bandas de diversos materiales para explicar la conducción eléctrica en sólidos cristalinos.• Comprender el concepto de densidad de estados para explicar el comportamiento eléctrico de partículas atómicas.	<ul style="list-style-type: none">• Bitácora de problemas.• Investigación sobre la estructura de bandas en sólidos cristalinos.• Exposición sobre la estructura de bandas de un semiconductor.• Reporte de practica de laboratorio.• Examen rápido.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none">• Explicar sobre la teoría cuántica de los sólidos utilizando herramientas tecnológicas (presentación de diapositivas).	<ul style="list-style-type: none">• Participa durante la clase para discutir sobre aspectos fundamentales de la teoría cuántica de los sólidos cristalinos.• Asiste de forma puntual y continua a las sesiones de clase.• Propone	<ul style="list-style-type: none">• Problemas resueltos.• Elaborar una presentación en grupo, en el que se aborden los conceptos fundamentales de la estructura de bandas en sólidos.• Examen rápido.	Bibliotecas digitales, páginas de internet y libros de consulta.	7 h
<ul style="list-style-type: none">• Elaborar una guía para la elaboración de una práctica de laboratorio (conducción eléctrica en metales).	<ul style="list-style-type: none">• Realiza la práctica en el laboratorio con su grupo de trabajo.	<ul style="list-style-type: none">• Reporte de la práctica de trabajo	<ul style="list-style-type: none">• Material y equipo de laboratorio.• Computadora.	3 h

Unidad temática 4: Semiconductores en equilibrio

Objetivo de la unidad temática: Que el alumno aplique los conceptos de densidad de estados y funciones de probabilidad estadística para estudiar parámetros físicos como densidad de portadores en un semiconductor en equilibrio.

Introducción: En esta unidad de aprendizaje el alumno será capaz de aplicar conceptos vistos en la unidad anterior, para estudiar la densidad de portadores en un material semiconductor en equilibrio, es decir, sin la acción de ninguna fuerza externa (voltajes, campos eléctricos/magnéticos o gradientes de temperatura) que modifique sus características físicas. Se estudiarán los conceptos de semiconductores intrínsecos y extrínsecos, y como su naturaleza afecta el máximo nivel de ocupación de portadores (Nivel de fermi).

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
Semiconductor en equilibrio <ul style="list-style-type: none">• Concentración de portadores• Dopantes y niveles de energía• Semiconductor extrínseco• Estadística de portadores de carga• Posición del Nivel de Fermi.	<ul style="list-style-type: none">• Aplica el conocimiento adquirido para estudiar los materiales semiconductores en equilibrio, y con ello entender como la estructura de bandas se modifica en función de la densidad de portadores de carga.• Comprende como la incorporación de átomos externos modifica la densidad de portadores intrínsecos y principalmente el máximo nivel de ocupación en un semiconductor.	<ul style="list-style-type: none">• Portafolio de ejercicios.• Principales diferencias entre las funciones de distribución estadística.• Práctica de laboratorio.• Examen rápido

M. A. Santana A. Oscar Ceballos S.

R. Suarez

2020/04/04

2020/04/04

2020/04/04



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ul style="list-style-type: none">• Relaciona los temas vistos en clase con la investigación científica reportada en artículos científicos para materiales semiconductores.• Relaciona el tema visto en la unidad de aprendizaje con los tópicos vistos en secciones anteriores.		técnicas de caracterización eléctrica de semiconductores.		
---	--	---	--	--

Unidad temática 6: Exceso de portadores de carga fuera del equilibrio en semiconductores

Objetivo de la unidad temática: Que el alumno entienda y comprenda el comportamiento de los portadores de carga en función del tiempo bajo condiciones de no equilibrio.

Introducción: En esta unidad de aprendizaje se abordan el tema sobre el comportamiento de los portadores de portadores de carga en exceso (electrón hueco), y las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la redistribución de los portadores (ecuación de continuidad).

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
Exceso de portadores de carga fuera del equilibrio <ul style="list-style-type: none">• Generación y recombinación de portadores• Características de exceso de portadores• Transporte ambipolar.	<ul style="list-style-type: none">• Aplicar el pensamiento lógico para entender los mecanismos de generación y recombinación de los portadores de carga.• Analizar el flujo de portadores de carga haciendo uso de la ecuación de continuidad.	<ul style="list-style-type: none">• Portafolio de ejercicios.• Investigación sobre la importancia del exceso de portadores de carga en dispositivos semiconductores.• Examen rápido.

Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none">• Explica los fenómenos de transporte de carga utilizando herramientas tecnológicas (presentación de diapositivas).• Resuelve problemas en la pizarra de clase.• Aclara dudas de los estudiantes.• Relaciona los temas vistos en clase con la investigación científica reportada en artículos científicos para materiales semiconductores.• Relaciona el tema visto en la unidad de aprendizaje con los tópicos vistos en secciones anteriores.	<ul style="list-style-type: none">• Asiste y atiende las indicaciones del profesor durante la clase.• Participa resolviendo problemas en el pizarrón.	<ul style="list-style-type: none">• Portafolio de ejercicios.• Resumen de investigación.• Examen rápido.	<ul style="list-style-type: none">• Libros de consulta, artículos de investigación, artículos de la red.• Computadora.	6 h

Unidad temática 7: Unión p-n

Objetivo de la unidad temática: Que el alumno comprenda los fenómenos que ocurren cuando se unen dos semiconductores de diferente naturaleza.

Introducción: En esta unidad de aprendizaje se explican los fenómenos que ocurren cuando se realiza la unión p-n de dos semiconductores. Aquí, se explicarán las características ideales de corriente-voltaje que definen la base para el estudio de dispositivos semiconductores de unión p-n cuando se aplica un voltaje de polarización.

M.A. Santana A.

Osar Ceballos J.

R. Duenas

~~2020~~ G. G. G.

2020



M.A. Santana A. Oscar Ceballos S. RSVany ~~Zusatz~~ Jund /



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Diodo <ul style="list-style-type: none">Características eléctricas de un diodo rectificador.	<ul style="list-style-type: none">Comprender las características eléctricas de un diodo rectificador.Analizar y caracterizar un diodo rectificador en función del voltaje aplicado.	<ul style="list-style-type: none">Portafolio de ejercicios.Examen rápido.
---	--	--

Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none">Explica los fundamentos y propiedades eléctricas de un diodo rectificador utilizando herramientas tecnológicas (presentación de diapositivas).Resuelve problemas en la pizarra de clase.Asesora a los estudiantes en relación a dudas durante clase.Relaciona los temas vistos en clase con la investigación científica reportada en artículos científicos para materiales semiconductores.	<ul style="list-style-type: none">Asiste y atiende las indicaciones del profesor durante la clase.Participa resolviendo problemas en el pizarrón.	<ul style="list-style-type: none">Portafolio de ejercicios.Reporte de investigación del tema.Examen rápido	<ul style="list-style-type: none">Biblioteca digital, y libros de consulta.	4 h

Unidad temática 9: Nanoestructuras semiconductoras

Objetivo de la unidad temática: Que el alumno conozca y analice los diversos métodos de síntesis físicos y químicos de nanoestructuras semiconductoras.

Introducción: En esta unidad de aprendizaje se abordarán los diversos métodos de síntesis físicos y químicos de nanoestructuras semiconductoras con la finalidad de que el estudiante adquiera un panorama general del diseño de nanoestructuras y las propiedades que estas pueden presentar dependiendo del método de síntesis.

los mecanismos para el transporte de los portadores de carga (electrón/hueco). Estos mecanismos definen en gran medida el comportamiento eléctrico (características corriente - voltaje) del semiconductor perturbado por una fuerza externa.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
Nanoestructuras semiconductoras <ul style="list-style-type: none">Métodos de síntesis físicos y químicos.Correlación de las propiedades de un material dependiendo del método de síntesis.Correlacionar las propiedades fisicoquímicas de un material semiconductor dependiendo de las variables de síntesis.	<ul style="list-style-type: none">Comprender los métodos de síntesis físicos y químicos de un material semiconductor.Analizar y caracterizar las propiedades fisicoquímicas de un material nanoestructurado.	<ul style="list-style-type: none">Portafolio de investigación.Práctica de laboratorio.Examen rápido.

M.A. Santana A. Oscar Ceballos S. R. Suarez Z. *[Handwritten signatures and notes]*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none">• Explica los fundamentos de los métodos de síntesis químicos y físicos.• Establece las diferencias y ventajas/desventajas de los métodos de síntesis.• Asesora a los estudiantes en relación a dudas durante clase.• Relaciona los temas vistos en clase con artículos científicos publicados en la literatura sobre nanoestructuras y sus aplicaciones.	<ul style="list-style-type: none">• Asiste y atiende las indicaciones del profesor durante la clase.• Participa y discute los temas vistos en clase.• Realiza las actividades que el profesor indica.	<ul style="list-style-type: none">• Portafolio de investigación.• Reporte de práctica de laboratorio.• Examen rápido	<ul style="list-style-type: none">• Biblioteca digital, y libros de consulta.	8 h
<ul style="list-style-type: none">• Realiza una guía para la realización de una práctica de laboratorio que involucre la síntesis de una nanoestructura semiconductora.	<ul style="list-style-type: none">• Realiza la práctica de laboratorio en conjunto con sus compañeros de trabajo.• Investiga la teoría relacionada con la práctica de laboratorio de forma anticipada.	<ul style="list-style-type: none">• Antecedentes de la práctica de laboratorio.• Práctica de laboratorio.	Biblioteca digital, libros de consulta y artículos científicos.	3 h

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

M. A. Santana A.

Oscar Ceballos S.

R. Durán

[Handwritten signature]



5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Requerimientos de acreditación:

Aprobar la asignatura de dispositivos semiconductores con una calificación final total de al menos 60. Esta calificación representa la suma de cada una de las evidencias durante cada una de las unidades temáticas.
Contar con al menos el 80 % de las asistencias a clase.

Criterios generales de evaluación:

Los criterios de evaluación continua básicamente consisten de:

Presentación y aprobación de exámenes rápidos.

Presentación y aprobación de exámenes parciales (al menos dos exámenes parciales).

Entrega de las tareas y reportes de investigación con formato y ortografía adecuados.

Entrega de reportes de prácticas de laboratorio con formato establecido por el profesor y libre de errores gramaticales.

Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Exámenes parciales	Aplica el conocimiento lógico para interpretar la información y resolver problemas teóricos que requieran la formulación de ideas y la capacidad de reflexión.		50 %
Exámenes rápidos	Aplica el conocimiento lógico para resolver problemas teóricos que requieran la formulación de ideas y capacidad de reflexión.		5 %
Prácticas de laboratorio	Reúne y analiza información utilizando libros de textos, artículos científicos, bases de datos, medios modernos de comunicación y relaciones con colegas. Trabaja de forma colaborativa en proyectos que permitan la aplicación del conocimiento.		10 %
Portafolio de ejercicios	Analiza fenómenos físicos empleando modelos matemáticos. Aplica el conocimiento adquirido para la resolución de problemas aplicados.		20 %
Proyecto final	<ul style="list-style-type: none">Desarrolla el pensamiento crítico.Transmite ideas e información en forma verbal y escrita.Aplica el conocimiento para diseñar una práctica de laboratorio.		15 %

M.A. Santana A. Oscar Chalko S.

RSuarez

~~RSuarez~~

~~RSuarez~~

~~RSuarez~~



6. REFERENCIAS Y APOYOS

Referencias bibliográficas

Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o biblioteca virtual donde esté disponible (en su caso)
Neamen, Donalt A.	2012	Semiconductor physics & devices: basic principles	Mc Graw Hill	

Referencias complementarias

Sze, S. M. and Ng, Kwok K	2007	Physics of semiconductor devices	Wiley-interscience	
Mishra, Umesh K and Singh, Jasprit.	2008	Semiconductor Device Physics and Design	Springer	

Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

Unidad temática 1:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Mishra, Umesh K and Singh, Jasprit., Semiconductor Device Physics and Design, Springe 2008.

Unidad temática 2:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Sze, S. M. and Ng, Kwok K, Physics of semiconductor devices, Wiley- interscience 2007.

Unidad temática 3:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Sze, S. M. and Ng, Kwok K, Physics of semiconductor devices, Wiley- interscience 2007.
Mishra, Umesh K and Singh, Jasprit., Semiconductor Device Physics and Design, Springe 2008.

Unidad temática 4:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Sze, S. M. and Ng, Kwok K, Physics of semiconductor devices, Wiley- interscience 2007.

Unidad temática 5:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Mishra, Umesh K and Singh, Jasprit., Semiconductor Device Physics and Design, Springe 2008.

Unidad temática 6:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Sze, S. M. and Ng, Kwok K, Physics of semiconductor devices, Wiley- interscience 2007.

Unidad temática 7:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Sze, S. M. and Ng, Kwok K, Physics of semiconductor devices, Wiley- interscience 2007.

<https://www.youtube.com/watch?v=JBtEckh3L9Q>

Unidad temática 8:

Neamen, Donalt A., Semiconductor physics & devices: basic principles, Mc Graw Hill 2012.
Sze, S. M. and Ng, Kwok K, Physics of semiconductor devices, Wiley- interscience 2007.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

M.A. Santana A. Oscar Ceballos S. R. Suanes