



Planificaciones

6205 - Física III

Docente responsable: OZOLS ANDRES

OBJETIVOS

Esta materia debería titularse como la física básica de los dispositivos electrónicos.

El programa provee de las herramientas imprescindibles y mínimas para la comprensión de los principios físicos básicos de funcionamiento de dispositivos electrónicos actuales, en desarrollo y las tendencias de la electrónica futura. Este es el enfoque es el más versátil y el asumido por la mayor parte de las Universidades más prestigiosas del mundo. Sin embargo, está acotado por una carga horaria muy restringida y la formación previa del estudiante. Su diseño está basado en múltiples fuentes (programas de esas instituciones y clases on line, trabajos científicos, interpretaciones de los referentes de la tecnología y la física, premios Nobel recientes, bibliografía especializada de la última década, patentes, etc.). Todas estas fuentes son el material que reelaborado y llevado al nivel, que trata de ser los más comprensible al alumno, atendiendo a las restricciones referidas. Esto queda plasmado en múltiples apuntes de teóricos, teóricos prácticos, guías de problemas, problemas resueltos, preguntas conceptuales, presentaciones y links con sitios de internet, que complementan la formación. Todo este material está bajo permanente revisión discusión, crítica de los estudiantes y autocrítica del plantel docente. Los alumnos deberían ser capaces de adaptarse a los cambios tecnológicos cada vez más acelerados, munidos de una jerga y conceptos de involucren la mecánica cuántica y la física de la materia condensada, compensando la limitación de los modelos sistémicos, que describen muy pocos dispositivos como cajas negras, y que no pueden seguir con la velocidad requerida los cambios tecnológicos. Las industrias electrónica y eléctrica requieren de profesionales versátiles, que no se adentren con los cambios, y que sean capaces de tomar decisiones respecto a la selección, la utilización de determinadas tecnologías, y aprender sus fundamentos eficientes, evitando cometer errores costosos. Estas son las demandas de las empresas usuarias o productoras de tecnologías de comunicaciones, informática, sistemas de control de procesos, generación de energía convencionales y renovables y no renovables, materiales y dispositivos electrónicos y como las instituciones privadas o públicas de investigación y desarrollo.

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

El contenido de esta materia se concentra en la física de los dispositivos electrónicos utilizando las herramientas de la mecánica cuántica, la mecánica estadística y electromagnetismo.

Física Cuántica (pre-cuántica) estudiará los fenómenos físicos, que describen el comportamiento de partículas dentro de la materia condensada. Las evidencias experimentales han demostrado que la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento como las partículas, conocidas como fotones (radiación de cuerpo negro, los efectos fotoeléctricos y Compton). Como contra parte, las partículas pueden manifiestan comportamiento ondulatorio (difracción). Este comportamiento es conocido como Dualidad Onda-Partícula y acuña el concepto de "ondículas", que depende del tipo de situación, que afronta el ente físico (partícula, radiación, vibración molecular o atómica, etc.). Las hipótesis básicas que rigen este comportamiento son las de De Broglie, Planck-Einstein y el principio de incerteza de Heisenberg. El comportamiento ondulatorio de cualquier ente físico resulta seguir la ecuación de Schrödinger, otra hipótesis. Esta ecuación de onda introduce el concepto de función de onda y densidad de probabilidad de localización en el espacio, permitiendo explica la estructura atómica, molecular y la del sólido. Este último se constituye por combinaciones de orbitales atómicos, que forma los enlaces químicos, donde habitan los electrones de valencia, cada uno caracterizado por estados indexados por números cuánticos enteros y semi-enteros. Estos implican la cuantificación de la energía e impulso angular (orbital e intrínseco) y una configuración electrónica específica de todos los elementos de la Tabla Periódica de Elementos,

Las múltiples interacciones dan origen a bandas permitidas de energía separadas por otras prohibidas y las características de materiales conductores, aislantes y semiconductores, materiales componentes de todos los dispositivos electrónicos. Los semiconductores son las estrellas ya sea en estado de alta pureza o de contaminación controlada (dopaje) para construir uniones de materiales con diferente dopaje y ancho de banda prohibida (homojunturas) o diferente (heterojunturas). La mecánica estadística permite establecer las herramientas para contabilizar la concentración de portadores de carga, los electrones y su ausencia de carga negativa (denominada hueco). Las combinaciones de diferentes semiconductores y de estos con metales y aislantes originan una distribución de carga libre (portador de carga), que puede ser modificada con campos eléctricos y magnéticos o radiación externos. Aquí es fundamental el conocimiento de la estructura de bandas de energía permitidas, las de valencia y las de conducción, las últimas dos pobladas por portadores de carga y responsables de la conductividad eléctrica. Este tipo modificación de estas bandas permite el control de la densidad de corriente-tensión aplicada en cada juntura, o en la combinación de las heterojunturas (heteroestructuras). Este es el principio de funcionamiento de transistores bipolares, de las múltiples variantes de transistores basados en junturas metal-óxido-semiconductor, el diodo led y el láser, componentes de la optoelectrónica.

PROGRAMA ANALÍTICO

1. Ondas. Ecuación de onda. Soluciones generales de la ecuación de onda. Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de onda de los Campos eléctrico y Magnético. Ondas Planas. Relación entre los Campos. Propagación de las ondas. Densidad de Energía. El espectro electromagnético
2. Flujo de impulso y de energía vector de Poynting. Superposición de ondas: interferencia, batidos, ondas estacionarias: Análisis de Fourier. Paquetes de onda de ondas y partículas, velocidad de fase y de grupo, dispersión.
3. Dualidad onda-partícula: Experiencias de difracción de ondas y partículas. Efecto fotoeléctrico. Concepto del fotón como cuanto de energía. Efecto Compton-interacción electrón-fotón. La experiencia de las dos rendijas-Conceptos de Feynman.
4. Postulado de Broglie vinculación corpuscular y ondulatoria y la constante de Planck. El principio de Heisenberg. Postulado de la Ecuación de Schrödinger. Ondas de materia. La separación de variables. Las soluciones estacionarias. La densidad de probabilidad espacial. La cuantificación de la energía. La familia de soluciones. La evolución temporal de la función de onda.
5. Propiedades del Espacio de Hilbert- Autovalores- Autovalores y la representación de bra y ket de las funciones de onda y los operadores. El álgebra de operadores y su relación con los observables físicos (observables). Los postulados de la Mecánica Cuántica-ejemplos de aplicación.
6. Resolución de la ec. de Schrödinger en un potencial central-simetría esférica. Funciones de onda del átomo de hidrógeno. La separación de variables espaciales. La cuantificación de la energía y el impulso angular. Los niveles estacionarios. Los números cuánticos principal, orbital y magnético. Las densidades de probabilidad.
7. El spin del electrón. El concepto de orbital y su representación. La regla de Madelung. La estructura electrónica de los átomos multielectrónicos y construcción de La Tabla Periódica de Elementos.
8. La interacción entre orbitales atómicos. La formación de sólidos ordenados. El concepto de estructura amorfa.. Los electrones en potenciales iónicos periódicos con el teorema de Bloch y sus consecuencias.
9. La interacción de orbitales atómicos y la generación de bandas de energías permitidas y prohibidas en 3-D. Cálculo de las bandas en 1-D de Kronnig-Penney. Bandas permitidas y Zonas de Brioullin. Difracción de Bragg en bordes de zonas. Los gaps de energía. La Valencia y de Conducción. Tipos de sólidos: metales, aislantes y semiconductores. Sus aplicaciones en dispositivos electrónicos.
10. Concepto de la masa efectiva y del hueco y el cálculo de su dinámica en campos externos al sólido. Ejemplos de bandas en semiconductores reales.
11. Los semiconductores y su descripción con orbitales híbridos sp^3 . La formación de la estructura diamantina. Los semiconductores de los grupos II al VI. Gaps de energía-parámetros de red y sus aplicaciones tecnológicas.
12. La Mecánica Estadística aplicada a electrones y huecos con la estadística de Fermi Dirac. El principio de Exclusión de Pauli. La función de onda antisimétrica de sistemas de partículas múltiples idénticas e indistinguibles. La densidad de partículas en el límite entre la descripción clásica y cuántica. Cálculo de la distribución de densidad de partículas, la energía de Fermi. energía media, capacidad calorífica, velocidad, camino libre medios en metales.. Semiconductores intrínsecos y cálculo de la energía de Fermi.
13. Dopaje de semiconductores como necesidad tecnológica y métodos para producirla. Cálculo de niveles y radios de ionización. Cálculo de concentraciones de huecos y electrones en equilibrio. Semiconductores tipo p y n. Balance detallado. Movilidad y conductividad eléctricas en diferentes regimenes de conducción.
14. Semiconductores fuera del equilibrio. Efecto de la inhogeneidad en la concentración y los campos externos. Corrientes de difusión y arrastre. Ecuación de Continuidad. Ecuación de Einstein.
15. Ecuación de transporte ambipolar de cargas (electrones y huecos) y deducción. Aplicaciones a semiconductores fuertemente extrínsecos y simplificaciones. Casos de interés tecnológico.
16. Heterojuntura abrupta rectificante en equilibrio. Estructura de bandas y métodos de construcción. Formación de pozos de potencial, su simplificación y su relevancia tecnológica. Métodos de cálculo de niveles de energía. Estructura de las bandas de energía. Distribución de carga, campo eléctrico y potencial. Formación de la zona desierta. Efecto de un campo externo sobre estos parámetros y la capacidad de juntura. Cálculo de la densidad de corriente en polarización directa e inversa en régimen de corriente continua en diodos largos y cortos.
17. Juntura metal-Semiconductor. Las cuatro situaciones en relación a las funciones de trabajo y las bandas de energía. Junturas óhmicas y rectificantes. Cálculo de campo y potencial en la juntura. Cálculo de la corriente de los portadores mayoritarios.
18. Heterojunturas conceptos básicos y requerimientos tecnológicos. Tipos de heterojunturas, función del ancho del gap de energía y dopaje.
19. La distribución de Bose Einstein aplicada a cuasi partículas (fonones cuantos de la energía vibracional de la red cristalina) y fotones. Cálculo de las densidades de estados y la densidad de partículas.
20. El láser. El modelo de Einstein de Emisión estimulada e radiación. Estructura básica de los láseres y sus

componentes. Ganancia del sistema. Coherencia de la radiación emitida. Cálculo de la densidad de corriente. El láser de estado sólido. Estructura de bandas, como combinación de heterojunturas y la heterojuntura formada. Zona activa. La inversión de población y las propiedades de los leds y diodos láser.

21. Heterojuntura Metal-Oxido-Semiconductor. Estructura de bandas aproximada. Zona de carga inducida. Transistor de efecto de campo MOS. Efecto de la polarización y formación del canal de conducción entre compuerta y fuente. Esquema de polarización del dispositivo. Cálculo de la distribución de cargas y campo eléctrico. Ecuación de control de carga. Regímenes de polarización y curva de corriente.

22. Transistor bipolar. Combinación de dos homojunturas, esquema de las bandas de energía. Cálculo de la densidad de portadores y la densidad de corriente. Esquemas de polarización. Efecto de ganancia de corriente. Regímenes de corriente.

BIBLIOGRAFÍA

1-Apuntes del Campo virtual

Libros generales de Física Moderna

2- Alonso - Finn, "Fundamentos Cuánticos y Estadística Cuántica" Eisberg- Resnick, "Física Cuántica"

3- Mc. Kelvey - "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu;

4-SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committe- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Reverté.

Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Reverté.

5- S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley. Muler y Kamins- "Dispositivos electronicos para Circuitos Integrados"

6- Angus Rockett, The Materials Science of Semiconductors, Springer. Chihiro Hamaguchi, Chihiro Hamaguchi, Springer.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

Metodología de enseñanza

Clases Teórico – Prácticas Los temas de desarrollo teórico están distribuidas entre las dos clases en orden de prioridades

Modalidad de Evaluación Parcial

Consisten en la resolución de problemas del mismo nivel y contenido que los resueltos en las clases de trabajos prácticos y la respuesta de preguntas conceptuales en dos parciales con fechas de recuperación.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	<p>1. Ondas Planas. Relación entre los Campos. Propagación de las ondas. Densidad de Energía.</p> <p>2. Flujo de impulso y de energía vector de Poynting.</p> <p>3. Superposición de ondas: interferencia, batidos, ondas estacionarias:</p> <p>4. Análisis de Fourier.</p> <p>5. Paquetes de onda de ondas y partículas, velocidad de fase y de grupo, dispersión.</p>	<p>Teórica-Practica</p> <p>1- Ondas. Ecuación de onda. Soluciones generales de la ecuación de onda.</p> <p>2- Ecuaciones de Maxwell.</p> <p>3- Ecuación de Onda de los Campos eléctricos y Magnéticos.</p> <p>4- El espectro electromagnético</p>				<p>Apuntes del Campo Virtual</p> <p>"Ondas electromagnéticas"</p> <p>Libros generales de Fisica Moderna Alonso - Finn, "Fundamentos Cuanticos y Estadística Cuantica" Eisberg- Resnick, "Fisica Cuantica"</p>
<2> 16/03 al 21/03	<p>1-Dualidad onda-partícula.</p> <p>2- Experiencias de difracción de ondas y partículas.</p> <p>3- La experiencia de las dos rendijas- Conceptos de Feymann.</p> <p>4. Postulado de Broglie vinculación corpuscular y ondulatoria y la constante de Planck.</p> <p>5. El principio de Heisemberg.</p>	<p>Teórica-Practica</p> <p>1- 1- Efecto Fotoeléctrico. Concepto del fotón como cuanto de Energía.</p> <p>2-Efecto Compton-Interacción electrón-fotón.</p> <p>3- Las soluciones estacionarias.</p> <p>4- La densidad de probabilidad espacial. La cuantificación de la energía. La familia de soluciones.</p>				<p>Apuntes del Campo Virtual</p> <p>"Ecuación de Schrodinger"</p> <p>Libros generales de Fisica Moderna Alonso - Finn, "Fundamentos Cuanticos y Estadística Cuantica" Eisberg- Resnick, "Fisica Cuantica"</p>
<3> 23/03 al 28/03	<p>1-Resolución de la ec. de Schrödinger en un potencial central-simetría esférica.</p>	<p>Teórica-Practica</p> <p>7- 1- Propiedades del Espacio de Hilbert- Auto-vectores-</p>				<p>Apuntes del Campo Virtual</p> <p>"Espacio de Hilbert"</p> <p>"Operadores"</p> <p>"El átomo de hidrógeno"</p>

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	<p>2- Orbitales del átomo de hidrógeno. La separación de variables espaciales.</p> <p>3- La cuantificación de la energía y el impulso angular.</p> <p>4- Los niveles estacionarios. Los números cuánticos principal, orbital y magnético. Las densidades de probabilidad.</p>	<p>Auto-valores y la representación de bra y ket de las funciones de onda y los operadores.</p> <p>2- El álgebra de operadores y su relación con los observables físicos</p> <p>3- Los postulados de la Mecánica Cuántica- ejemplos de aplicación.</p>				<p>Libros generales de Física Moderna (IV y V)</p> <p>Alonso - Finn, "Fundamentos Cuánticos y Estadística Cuántica" Eisberg- Resnick, "Física Cuántica"</p>
<4> 30/03 al 04/04	<p>1- La estructura electrónica de los átomos multielectrónico La regla de Madelung.</p> <p>2- La Tabla Periódica de Elementos y sus propiedades generales por grupos y períodos.</p> <p>3- La interacción entre orbitales atómicos.</p> <p>4- El concepto de estructura amorfa.</p> <p>5 -Los electrones en potenciales iónicos periódicos. El teorema de Bloch y sus consecuencias.</p>	<p>Teórica-Practica</p> <p>1- El cuanto número-el spin del electrón.</p> <p>2- La formación de sólidos ordenados- los cristales con orden de largo alcance.</p>				<p>Campo Virtual"</p> <p>"Átomo de Hidrógeno"</p> <p>"Teorema de Bloch"</p> <p>"Estructura electrónica"</p> <p>Libros generales de Física Moderna (IV y V)</p> <p>Alonso - Finn, "Fundamentos Cuánticos y Estadística Cuántica" Eisberg- Resnick, "Física Cuántica"</p>
<5> 06/04 al 11/04	<p>1. La interacción de orbitales atómicos y la generación de bandas de energías permitidas y prohibidas.</p>	<p>Teórica-Practica</p> <p>1. Cálculo de las bandas en 1-D de Kronig-Penney.</p>				<p>Campo virtual</p>

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	<p>2. Zonas de Brioullin.</p> <p>3. Difracción de Bragg en bordes de zonas.</p> <p>4. Los gaps de energía. Las bandas pobladas de Valencia y de Conducción.</p> <p>5. Los tipos de sólidos: metales, aislantes y semiconductores. Sus aplicaciones en dispositivos electrónicos.</p> <p>6. Concepto de la masa efectiva y del hueco y el cálculo de su dinámica en campos externos al sólido.</p>	2. Elementos de cristalografía.				<p>Libros generales de Física Moderna (IV y V)</p> <p>Campo Virtual</p> <p>"Cálculo de Bandas de Energía de Energía-Modelo de Kronig –Penney"</p> <p>"Niveles de Energía"</p> <p>"Cristales"</p> <p>Libros generales de Física Moderna (IV y V)</p> <p>Alonso - Finn, "Fundamentos Cuánticos y Estadística Cuántica" Eisberg- Resnick, "Física Cuántica"</p>
<6> 13/04 al 18/04	<p>1. Los semiconductores de los grupos II al VI.</p> <p>2. Gaps de energía-parámetros de red y sus aplicaciones tecnológicas.</p> <p>3. El principio de Exclusión de Pauli. La Mecánica Estadística aplicada a electrones y huecos con la estadística de Fermi Dirac.</p> <p>5. La función de onda antisimétrica</p>	<p>Teórica - Práctica</p> <p>1. Los semiconductores y su descripción con orbitales híbridos sp^3.</p> <p>2. La formación de la estructura diamantina.</p> <p>3. La densidad de partículas en el límite entre la descripción clásica y cuántica.</p> <p>3. Cálculo de la distribución de densidad</p>	13/04 al 18/04			<p>Campo Virtual</p> <p>Hibridación de Orbitales</p> <p>Estadística Cuántica</p> <p>Introducción a Metales</p> <p>Semiconductores Intrínsecos</p> <p>Libros generales de Física Moderna Alonso - Finn, "Fundamentos Cuánticos y Estadística Cuántica" Eisberg- Resnick, "Física Cuántica"</p>

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	de sistemas de partículas múltiples idénticas e indistinguibles 6. Semiconductores intrínsecos y cálculo de la energía de Fermi.	de partículas. La Energía de Fermi. energía media, velocidad, camino libre medios, capacidad calorífica.				
<7> 20/04 al 25/04	1. Dopaje de semiconductores como necesidad tecnológica y métodos para producirla. 2. Balance detallado. Movilidad y Conductividad eléctrica y sus regímenes. 3. Semiconductores fuera del equilibrio. 4. Efecto de la inhomogeneidad en la concentración y los campos externos. Corrientes de difusión y arrastre. Ecuación de Continuidad.	Teórico-Práctico 1. Cálculo de niveles y radios de ionización 2. Cálculo de concentraciones de huecos y electrones en Semiconductores equilibrio. tipo p y n. 3. Ecuación de Einstein				Campo virtual Semiconductores Extrínsecos Semiconductores Fuera del equilibrio Libros generales de Física Moderna
<8> 27/04 al 02/05	1. Transporte ambipolar de cargas. 2. Heterojuntura abrupta del tipo pn en equilibrio. Estructura de las bandas de energía. 3. Distribución de carga, campo eléctrico y potencial. 4. Formación de la zona desierta. Efecto de un campo externo sobre estos parámetros y la capacidad de juntura. 4. Densidad de corriente	Teórico-práctico 1. Aplicaciones de la ecuación amapolar semiconductores fuertemente extrínsecos y simplificaciones. Casos de interés tecnológico. 2. Cálculos sobre heterojunturas . Diagramas de bandas.				Campo Virtual Transporte ambipolar Semiconductores Fuera del equilibrio. Diodo PN Heterojuntura Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu; SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committee- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Revert Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Revert S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley. Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados" D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	<p>en polarización directa e inversa en régimen de corriente continua.</p> <p>Evaluación de la parte I.</p>					
<9> 04/05 al 09/05	<p>1. Metales. Aplicación de la Estadística de Fermi-Dirac a metales Conductividad eléctrica.</p> <p>2. Juntura Metal-Semiconductor. Condiciones para comportamiento óhmico y rectificante. Cálculo de campo y potencial en equilibrio y fuera. Cálculo de la densidad de corriente.</p>	<p>Teórico-Prácticas</p> <p>1. Cálculo de la Energía media, la capacidad calorífica en metales.</p> <p>2. Bandas de energía en Junturas metal semiconductor</p>				<p>Campo Virtual</p> <p>Metales</p> <p>Juntura Metal-semiconductor.</p> <p>Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu; SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committee- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Revert Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Revert</p> <p>S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley. Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados" D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.</p>
<10> 11/05 al 16/05	<p>1. Tipos de Heterojunturas</p> <p>2. Estructura de bandas y métodos de construcción.</p> <p>3. Formación de pozos de potencial, su simplificación y su relevancia tecnológica.</p> <p>4. Métodos de cálculo de niveles de energía.</p>	<p>Teórico-Prácticas</p> <p>1. Cálculo de bandas de heterojuntura.</p> <p>2. Cálculo de densidades de corriente.</p>				<p>Campo Virtual</p> <p>Física del Estado Sólido.</p> <p>Heterojuntura.</p> <p>diodo de Hetrojuntura.</p> <p>Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu; SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committee- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Revert Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Revert</p> <p>S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley. Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados" D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.</p>
<11> 18/05 al 23/05	<p>1. La Distribución de Bose Einstein aplicada a cuasi partículas fonones (vibraciones de la red</p>	<p>Evaluación de la parte I. Recuperación de la primera</p>				<p>Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu; SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committee- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Revert Tomo II: "Electrónica física y modelos de</p>

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	<p>cristalina) y fotones.</p> <p>2. Cálculo de las densidades de estados y la densidad de partículas.</p>					<p>circuitos de transistores". Ed. Revert</p> <p>S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley.</p> <p>Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados"</p> <p>D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.</p>
<12> 25/05 al 30/05	<p>1.El láser.</p> <p>2. El modelo de Einstein de Emisión estimulada e radiación.</p> <p>3.Estructura básica de los láseres y sus componentes.</p> <p>4.Ganancia del sistema.</p> <p>4. Coherencia de la radiación emitida.</p> <p>Calculo de la densidad de corriente.</p> <p>4.El láser de estado sólido.</p> <p>5.Estructura de bandas, como combinación de heterojunturas</p> <p>6.Zona activa.</p> <p>6. La inversión de población.</p> <p>7. Propiedades de los leds diodos láser.</p>	Repaso de Física de los dispositivo de heterojunturas				<p>Campo Virtual</p> <p>Heteroestructura</p> <p>Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu;</p> <p>SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committe- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Revert</p> <p>Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Revert</p> <p>S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley.</p> <p>Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados"</p> <p>D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.</p>
<13> 01/06 al 06/06	<p>1. Heterojuntura Metal-Oxido-Semiconductor.</p> <p>2. Estructura del Capacitor MOS.</p> <p>3. Estructura de bandas aproximada.</p> <p>3.Zona de carga inducida.</p> <p>4.Transistor de efecto de campo MOS.</p> <p>5. Efecto de la polarización y formación del canal de conducción entre compuerta y fuerte.</p> <p>6.Esquema de polarización</p>	Problemas de Junturas Metal-óxido-semiconductor				<p>Campo Virtual</p> <p>Transistor MOSFET</p> <p>Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores". Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscu;</p> <p>SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committe- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores". Ed. Revert</p> <p>Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Revert</p> <p>S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley.</p> <p>Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados"</p> <p>D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.</p>

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	del dispositivo. 7. Cálculo de la distribución de cargas y campo eléctrico. 8. Ecuación de control de carga. 9. Regímenes de polarización y curvas de corriente.					
<14> 08/06 al 13/06	23. Heterojuntas: Uniones de dos o más semiconductores de distintos gaps de energía. Formación de pozos de potencial cuánticos en la unión de bandas de energía. Cálculo de las corrientes en polarización directa e indirecta en junturas cortas y largas. Ejemplos de dispositivos optoelectrónicos.	Problemas de Transistor Bipolar.				Transistor Bipolar Mc. Kelvey- "Física del estado sólido y los semiconductores"; Shalimova K.V.- "Física de los semiconductores". Ed. Mir Moscú; SEEC (Semiconductor Electronics Educations Committee- tomo I: "Introducción a la física de los semiconductores" Ed. Revert Tomo II: "Electrónica física y modelos de circuitos de transistores". Ed. Revert S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley. Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados" D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.
<15> 15/06 al 20/06	1-Conceptos de optoelectrónica. 2-Paneles solares.	Evaluación II parcial				S. M. Sze- "Semiconductor Devices, Physics and Technology". Ed. Wiley. Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados" D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.
<16> 22/06 al 27/06	Recuperación de la evaluación de la parte II.	Clases de repaso				Müller y Kamins- "Dispositivos Eléctricos para Circuitos Integrados" D. A. Neaman- "Semiconductor Physics & Devices, Basic Principles". Ed. Irwin.

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	8	30/05	14:00	
2º	11	21/05	14:00	
3º	15	18/06	14:00	
4º	16	24/06	14:00	
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
La semana 8 es la primera evaluación de la parte I. La semana 11 es la recuperación de la evaluación de la parte I. La semana 15 es la primera evaluación de la parte II. La semana 16 es la recuperación de la evaluación de la parte II.				
Otras observaciones				
La calificación se basará de las calificaciones de los exámenes parciales, el coloquio, la presentación de trabajos prácticos y asistencia de al menos el 75 de las clases teórico-prácticas.				