

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO

Ingeniería en Nanotecnología

MANUAL DE ASIGNATURA

FÍSICA MODERNA

Fundamentos Cuánticos para Nanotecnología

Información de la Asignatura

Cuatrimestre: Noveno Horas teóricas: 24 horas Horas prácticas: 36 horas Horas totales: 60 horas

Modalidad: Presencial asistida por tecnología

Competencia Principal

Diseñar procesos de producción de materiales nanoestructurados en laboratorio y a nivel industrial, con base en la planeación, técnicas de síntesis e incorporación y normatividad aplicable, para su comercialización y contribuir a la innovación tecnológica sus características y propiedades tecnológicas

Cuatrimestre Mayo - Agosto 2025

Elaborado conforme al modelo educativo basado en competencias



CRÉDITOS Y RECONOCIMIENTOS

Elaboración y Diseño Curricular:

- Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Nanotecnología
- Dr. Rubén Velázquez Hernández Coordinador Académico de Física Moderna
- Ing. [Nombre del Colaborador] Especialista en Metodologías Activas

Revisión Técnica y Pedagógica:

- Academia de Ciencias Básicas UTEQ
- Comité Académico de Ingeniería en Nanotecnología
- Dirección Académica UTEQ
- C.G.U.T. y P. Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

Apoyo Técnico y Recursos:

- Laboratorio de Física Moderna UTEQ
- Centro de Recursos Digitales e Innovación Educativa
- Departamento de Tecnologías de la Información
- Biblioteca Digital Institucional

Agradecimientos Especiales:

- Universidad de Colorado Boulder Proyecto PhET Interactive Simulations
- Comunidad internacional de educación en física cuántica
- Estudiantes de Ingeniería en Nanotecnología (generaciones 2022-2024)
- Sector productivo en nanotecnología por retroalimentación en competencias profesionales

Primera Edición: Mayo 2025 Universidad Tecnológica de Querétaro

Av. Pie de la Cuesta 2501. Col. Unidad Nacional, Querétaro, Querétaro, México www.uteq.edu.mx

Derechos Reservados: Este material ha sido desarrollado específicamente para estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro. Se permite la reproducción parcial para fines académicos no comerciales, citando apropiadamente la fuente. La reproducción total o uso comercial requiere autorización expresa de la institución.

Índice general

Ín	dice	Temático por Unidades	7						
1.	INT	TRODUCCIÓN PARA EL ESTUDIANTE	17						
	1.1.	Bienvenido a la Física Moderna	17						
		1.1.1. ¿Qué hace especial a la Física Moderna?	17						
		1.1.2. Conexión con tu Carrera Profesional	17						
	1.2.	Objetivos de Aprendizaje	18						
	1.3.	Competencias que Desarrollarás	18						
		1.3.1. Desglose por Dimensiones	19						
	1.4.	Metodología de Trabajo	19						
		1.4.1. En Clases Presenciales							
		1.4.2. En Laboratorio							
		1.4.3. Trabajo Autónomo							
	1.5.	Herramientas de Apoyo							
	1.6.	Cronograma General							
2.	UN	UNIDAD I: TEORÍA BÁSICA DEL ELECTROMAGNETISMO 23							
		Información General de la Unidad	23						
	2.2.	Contenidos Temáticos	23						
		2.2.1. Tema 1.1: Campos Eléctricos y Magnéticos							
		2.2.2. Tema 1.2: Ecuaciones de Maxwell							
		2.2.3. Tema 1.3: Ecuación de Onda y Polarización							
	2.3.	Prácticas de Laboratorio							
	2.4.	Evaluación de la Unidad I							
3.	Uni	Unidad II: Modelo Nuclear del Átomo							
		Información General de la Unidad	29 29						

ÍNDICE TEMÁTICO POR UNIDA-DES

CONTENIDOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos y Habilidades por Unidad Temática

UNIDAD I: TEORÍA BÁSICA DEL ELECTROMAGNETISMO

Duración: 3 semanas (14 horas: 6 teóricas + 8 prácticas)

Tema 1.1: Campos Eléctricos y Magnéticos

SABER - Conocimientos

- Naturaleza de los campos electromagnéticos como perturbaciones del espacio
- Magnitudes electromagnéticas fundamentales:
- Propiedades electromagnéticas específicas de nanomateriales
- Mecanismos de interacción campos-materia a escala nanométrica
- Fenómenos de polarización y magnetización en nanoestructuras

X SABER HACER - Habilidades

- Calcular campos electromagnéticos en configuraciones geométricas específicas
- Determinar la respuesta electromagnética de materiales nanoestructurados
- Analizar la propagación de ondas EM en diferentes medios
- Relacionar propiedades microscópicas con comportamiento macroscópico
- Interpretar mediciones experimentales de propiedades electromagnéticas

Tema 1.2: Ecuaciones de Maxwell

SABER - Conocimientos

- Formulación integral de las cuatro ecuaciones de Maxwell
- Significado físico: Ley de Gauss, Ampère-Maxwell, Faraday, ausencia de monopolos
- Derivación de la ecuación de onda electromagnética
- Propiedades fundamentales: velocidad, frecuencia, longitud de onda, energía
- Relación entre campos eléctricos y magnéticos en ondas propagantes

X SABER HACER - Habilidades

- Aplicar ecuaciones de Maxwell para resolver problemas de propagación
- Calcular velocidad de ondas EM en medios materiales específicos
- Determinar parámetros electromagnéticos
- Analizar polarización de ondas electromagnéticas
- Modelar comportamiento EM en nanoestructuras

ÍNDICE GENERAL 9

Tema 1.3: Ecuación de Onda y Polarización

SABER - Conocimientos

- Ecuación de onda electromagnética: derivación y soluciones generales
- Estados de polarización: lineal, circular, elíptica
- Interacción luz-materia: absorción, dispersión, refracción
- Efectos ópticos en nanoestructuras: plasmones, efectos de tamaño
- Aplicaciones en caracterización óptica de nanomateriales

X SABER HACER - Habilidades

- Resolver la ecuación de onda para configuraciones específicas
- Analizar experimentalmente la polarización de la luz
- Caracterizar propiedades ópticas de nanomateriales
- Diseñar experimentos de caracterización electromagnética
- Interpretar espectros ópticos de materiales nanoestructurados

UNIDAD II: MODELO NUCLEAR DEL ÁTOMO

Duración: 3 semanas (16 horas: 6 teóricas + 10 prácticas)

Tema 2.1: El Descubrimiento del Núcleo Atómico

SABER - Conocimientos

- Modelo de Thomson (1904): "Pudín de pasas limitaciones y evidencia contradictoria
- Modelo de Rutherford (1911): Núcleo denso y pequeño revolución conceptual
- Modelo de Bohr (1913): Órbitas cuantizadas primer éxito cuántico
- Estructura nuclear moderna: protones, neutrones, fuerzas nucleares
- Isótopos y aplicaciones: datación, medicina nuclear, energía

X SABER HACER - Habilidades

- Construir líneas de tiempo de descubrimientos atómicos
- Calcular parámetros nucleares (radio, densidad, energía de enlace)
- Evaluar la estabilidad nuclear usando modelos semiempíricos
- Relacionar estructura atómica con propiedades macroscópicas
- Predecir comportamiento de isótopos artificiales

Tema 2.2: Experimento de Rutherford

SABER - Conocimientos

- Resultados inesperados: dispersión a grandes ángulos (¿90°)
- Interpretación cuantitativa: Ley de Coulomb, sección eficaz diferencial
- Cálculos de dispersión: fórmula de Rutherford, probabilidades
- Determinación del tamaño nuclear: métodos experimentales

X SABER HACER - Habilidades

- Analizar datos históricos de dispersión de partículas
- Calcular secciones eficaces para diferentes ángulos
- Determinar radios nucleares a partir de datos experimentales
- Simular el experimento usando métodos Monte Carlo
- Extrapolar resultados a núcleos modernos

Tema 2.3: Modelo de Bohr e Interacción Radiación-Materia

SABER - Conocimientos

- Postulados de Bohr: estados estacionarios, cuantización de L, reglas de transición
- Cálculos exactos: $E_n = -13.6/n^2$ eV, $r_n = 0.529n^2$ Å
- Series espectrales: Lyman (UV), Balmer (visible), Paschen (IR)
- Interacción radiación-materia: absorción, emisión, coeficientes de Einstein
- Limitaciones: átomos multielectrónicos, estructura fina, spin

ÍNDICE GENERAL 11

X SABER HACER - Habilidades

- Calcular longitudes de onda de todas las series espectrales
- Determinar energías de ionización experimentalmente
- Interpretar espectros de absorción y emisión
- Identificar elementos por análisis espectral
- Caracterizar nanomateriales usando espectroscopía óptica

UNIDAD III: DUALIDAD ONDA-PARTÍCULA

Duración: 3 semanas (12 horas: 4 teóricas + 8 prácticas)

Tema 3.1: Postulado de Planck y Radiación de Cuerpo Negro

SABER - Conocimientos

- Catástrofe ultravioleta: falla de la física clásica en altas frecuencias
- \bullet Hipótesis revolucionaria: E=nhf energía viene en "paquetes"
- Constante de Planck: $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ nueva constante fundamental
- Ley de Planck: $B(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} 1}$
- Aplicaciones modernas: LEDs, láseres, termografía infrarroja

X SABER HACER - Habilidades

- Calcular la energía emitida por cuerpos negros a diferentes temperaturas
- Determinar longitudes de onda de máxima emisión usando ley de Wien
- Aplicar ley de Stefan-Boltzmann para cálculos de potencia radiada
- Analizar espectros de emisión térmica de materiales
- Caracterizar nanomateriales mediante termografía infrarroja

Tema 3.2: Efecto Fotoeléctrico

SABER - Conocimientos

- Observaciones experimentales: dependencia con frecuencia, no con intensidad
- Explicación de Einstein (1905): concepto de fotón, E = hf
- Ecuación fundamental: $E_k = hf \phi$ (función trabajo)

- Características únicas: umbral de frecuencia, emisión instantánea
- Aplicaciones tecnológicas: celdas solares, fotodiodos, sensores de imagen

X SABER HACER - Habilidades

- Calcular energía cinética de fotoelectrones para diferentes frecuencias
- Determinar funciones trabajo de materiales experimentalmente
- Analizar curvas características corriente vs. voltaje y frecuencia
- Diseñar experimentos de caracterización fotoeléctrica
- Evaluar eficiencia cuántica de dispositivos fotosensibles

Tema 3.3: Hipótesis de De Broglie

SABER - Conocimientos

- Dualidad universal: si luz puede ser partícula, materia puede ser onda
- \blacksquare Longitud de onda de De Broglie: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$
- Evidencia experimental: Davisson-Germer (1927) difracción de electrones
- Microscopía electrónica: fundamentos cuánticos del TEM y SEM
- Implicaciones: límites fundamentales en medición y tecnología

X SABER HACER - Habilidades

- Calcular longitudes de onda de De Broglie para partículas en movimiento
- Comparar escalas de longitudes de onda con dimensiones atómicas
- Predecir fenómenos de difracción para diferentes partículas
- Interpretar patrones de difracción electrónica en cristales
- Estimar resoluciones límite en microscopía electrónica

UNIDAD IV: SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE SCHRÖDIN-GER

Duración: 4 semanas (20 horas: 8 teóricas + 12 prácticas)

ÍNDICE GENERAL 13

Tema 4.1: Función de Onda y Ecuación de Schrödinger

SABER - Conocimientos

- Función de onda $\psi(x,t)$: descripción completa del estado cuántico
- Interpretación de Born: $|\psi|^2$ como densidad de probabilidad
- Ecuación dependiente del tiempo: $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi$
- Ecuación independiente del tiempo: $\hat{H}\psi = E\psi$ (problema de eigenvalores)
- \bullet Operador hamiltoniano: $\hat{H}=\hat{T}+\hat{V}=-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2+V(\mathbf{r})$

X SABER HACER - Habilidades

- Interpretar físicamente funciones de onda complejas
- Calcular probabilidades de medición en diferentes regiones
- Aplicar condiciones de frontera apropiadas
- Normalizar funciones de onda usando integración
- Visualizar densidades de probabilidad en 3D

Tema 4.2: Partícula en una Caja (Pozo Infinito)

SABER - Conocimientos

- \bullet Modelo del pozo infinito: V=0 para $0 < x < L, V=\infty$ fuera
- Solución exacta: $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$
- Energías cuantizadas: $E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$
- Energía de punto cero: $E_1 \neq 0$ (principio de incertidumbre)
- Aplicaciones reales: quantum dots, nanohilos, pozos cuánticos

X SABER HACER - Habilidades

- Resolver analíticamente la ecuación de Schrödinger para el pozo infinito
- Calcular energías de transición entre niveles cuantizados
- Determinar probabilidades de localización en diferentes regiones
- Graficar funciones de onda y densidades de probabilidad
- Aplicar el modelo a sistemas reales como quantum dots

Tema 4.3: Efecto Túnel y Barreras de Potencial

SABER - Conocimientos

- Barreras de potencial: $V = V_0$ para 0 < x < a, V = 0 fuera
- Soluciones en cada región: ondas propagantes y evanescentes
- Coeficientes de reflexión y transmisión: R + T = 1
- Dependencia exponencial: $T \propto e^{-2\kappa a}$ donde $\kappa = \sqrt{2m(V_0 E)}/\hbar$
- Aplicaciones tecnológicas: STM, RTD, memorias flash, microscopía túnel

X SABER HACER - Habilidades

- Calcular coeficientes de transmisión para diferentes energías y geometrías
- Analizar dependencia del túnel con altura y ancho de barrera
- Predecir comportamiento de dispositivos basados en efecto túnel
- Interpretar curvas I-V de dispositivos túnel
- Diseñar barreras túnel para aplicaciones específicas

Tema 4.4: Potenciales Periódicos y Teoría de Bandas

SABER - Conocimientos

- Modelo de Kronig-Penney: cristal unidimensional con potencial periódico
- Teorema de Bloch: $\psi_k(x) = u_k(x)e^{ikx}$, funciones de Bloch
- Estructura de bandas: bandas permitidas y prohibidas (gaps)
- Banda de valencia: estados ocupados a T = 0
- Banda de conducción: estados desocupados disponibles para conducción
- Brecha de energía (bandgap): energía entre banda de valencia y conducción
- Clasificación de materiales: conductores, semiconductores, aislantes
- Efectos de tamaño: confinamiento cuántico en nanoestructuras

X SABER HACER - Habilidades

- Interpretar diagramas de bandas para diferentes materiales
- Calcular densidades de estados en bandas de energía
- Predecir propiedades eléctricas a partir de estructura de bandas
- Analizar efectos de dopado en semiconductores

-	oandas a nan	-	

Índice de cuadros

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN PARA EL ESTU-DIANTE

1.1 Bienvenido a la Física Moderna

¡Felicitaciones por llegar al noveno cuatrimestre de tu carrera! Estás a punto de embarcarte en uno de los viajes intelectuales más fascinantes de la ciencia: la exploración del mundo cuántico.

Consejo para el Éxito

La física moderna no es solo una materia más en tu plan de estudios. Es la **base fundamental** de las tecnologías que vas a desarrollar como ingeniero en nanotecnología. Desde los transistores de tu celular hasta las futuras computadoras cuánticas, todo funciona gracias a los principios que estudiarás en este curso.

1.1.1 ¿Qué hace especial a la Física Moderna?

La física moderna estudia fenómenos que ocurren en dos regímenes extremos:

- Lo muy pequeño: Átomos, electrones, fotones (escala nanométrica)
- Lo muy rápido: Velocidades cercanas a la de la luz

En estas escalas, las reglas del juego son completamente diferentes a las que observamos en nuestra vida cotidiana. Los objetos pueden estar en múltiples lugares simultáneamente, pueden atravesar barreras "impenetrables", y pueden influirse mutuamente instantáneamente sin importar la distancia.

1.1.2 Conexión con tu Carrera Profesional

Como futuro **Ingeniero en Nanotecnología**, trabajarás con materiales y dispositivos que tienen dimensiones entre 1 y 100 nanómetros. A esta escala:

- Los efectos cuánticos dominan el comportamiento de la materia
- Las propiedades de los materiales cambian radicalmente respecto al material masivo

 Se pueden diseñar materiales con propiedades a la medida para aplicaciones específicas

☐ Herramientas Tecnológicas

Ejemplos de tecnologías que estudiarás:

- Quantum dots: Nanopartículas que cambian de color según su tamaño
- Transistores de efecto túnel: Dispositivos ultrarrápidos para electrónica
- Células solares cuánticas: Paneles solares de nueva generación
- Sensores nanométricos: Detectores ultrasensibles para medicina

1.2 Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar este curso serás capaz de:

- 1. Describir los fenómenos fundamentales de la física moderna
- 2. Aplicar principios cuánticos (cuantización, dualidad, ecuación de Schrödinger)
- 3. Comprender el comportamiento cuántico de la materia a nivel atómico
- 4. **Determinar** características y propiedades de materiales nanoestructurados
- 5. Utilizar herramientas computacionales y de IA para análisis cuántico

1.3 Competencias que Desarrollarás

😋 Competencias a Desarrollar

Competencia Principal:

Fundamentar el diseño de procesos de producción de materiales nanoestructurados mediante la aplicación de principios de física moderna, para determinar sus características, propiedades y potenciales aplicaciones tecnológicas.

1.3.1 Desglose por Dimensiones

SABER - Conocimientos

SABER - Conocimientos que adquirirás:

- Principios de cuantización de energía
- Naturaleza dual onda-partícula de la materia y radiación
- Estructura atómica y niveles de energía
- Mecánica cuántica básica y ecuación de Schrödinger
- Teoría de bandas en sólidos cristalinos

X SABER HACER - Habilidades

SABER HACER - Habilidades que desarrollarás:

- Resolver problemas cuantitativos de física moderna
- Utilizar simulaciones computacionales para visualizar fenómenos cuánticos
- Interpretar espectros atómicos y moleculares
- Clasificar materiales según sus propiedades electrónicas
- Caracterizar nanomateriales usando principios cuánticos

♥ SER - Actitudes y Valores

SER - Actitudes y valores que fortalecerás:

- Pensamiento crítico y analítico avanzado
- Creatividad e innovación tecnológica
- Trabajo colaborativo efectivo
- Comunicación científica clara y precisa
- Aprendizaje autónomo y continuo
- Uso ético de tecnologías emergentes

1.4 Metodología de Trabajo

Este curso utiliza metodologías activas de aprendizaje que te colocan en el centro del proceso educativo:

1.4.1 En Clases Presenciales

- Exposiciones interactivas con demostraciones experimentales en vivo
- Resolución colaborativa de problemas en equipos multidisciplinarios
- Simulaciones en tiempo real usando software especializado (PhET, MATLAB)
- Discusiones grupales sobre aplicaciones tecnológicas actuales
- Debates conceptuales sobre implicaciones de la mecánica cuántica

1.4.2 En Laboratorio

- Experimentos fundamentales como efecto fotoeléctrico y difracción electrónica
- Simulaciones computacionales de sistemas cuánticos complejos
- Caracterización de nanomateriales con equipos de investigación modernos
- Proyectos de investigación aplicada conectados con la industria

1.4.3 Trabajo Autónomo

- Resolución de problemas usando herramientas digitales avanzadas
- Investigación dirigida sobre aplicaciones tecnológicas emergentes
- Uso responsable de IA para profundizar en conceptos complejos
- Portafolio digital de evidencias de aprendizaje

1.5 Herramientas de Apoyo

Software de Simulación que utilizarás:

- PhET Interactive Simulations: Visualización de fenómenos cuánticos
- Quantum ESPRESSO: Simulaciones de primeros principios
- MATLAB/Python: Análisis de datos y cálculos numéricos
- VMD: Visualización molecular dinámica

Herramientas de Inteligencia Artificial:

- ChatGPT/Claude: Explicaciones personalizadas y resolución de dudas
- Wolfram Alpha: Cálculos matemáticos complejos y verificación
- Socratic: Apoyo visual para comprensión de problemas

Equipos de Laboratorio:

- Espectrómetros: Análisis de emisión atómica y molecular
- Microscopio AFM: Caracterización nanoestructural
- Equipos electromagnéticos: Medición de propiedades de materiales

1.6 Cronograma General

Semanas Unida		dTema Principal	Horas
1-3	I	Teoría Básica del	14 h
		Electromagnetismo	
4-6	II	Modelo Nuclear del Átomo	16 h
7-9	III	Dualidad Onda-Partícula	12 h
10-13	IV	Solución de la Ecuación de	20 h
		Schrödinger	
14-15 -		Evaluación Final y Proyecto	8 h
		Integrador	

⚠ Nota Importante

Requisito de Asistencia: Debes mantener un mínimo de 80 % de asistencia para tener derecho a evaluación. Este es un requisito indispensable establecido por las políticas institucionales.

24	CAPITULO 1.	INTRODUCCION PARA EL ESTUDIANTE

UNIDAD I: TEORÍA BÁSICA DEL ELECTROMAGNETISMO

2.1 Información General de la Unidad

Al finalizar esta unidad serás capaz de:

- Explicar el comportamiento electromagnético de materiales nanoestructurados
- Aplicar las ecuaciones de Maxwell para análisis de ondas EM
- Caracterizar propiedades ópticas de nanomateriales
- Utilizar simulaciones para modelar propagación electromagnética

2.2 Contenidos

Temáticos

2.2.1 Tema 1.1: Campos Eléctricos y Magnéticos

Duración: 2 semanas

SABER - Conocimientos

Conocimientos que adquirirás:

- Naturaleza de los campos electromagnéticos como perturbaciones del espacio
- Propiedades electromagnéticas específicas de nanomateriales
- Mecanismos de interacción campos-materia a escala nanométrica
- Fenómenos de polarización y magnetización en nanoestructuras

X SABER HACER - Habilidades

Habilidades que desarrollarás:

- Calcular campos electromagnéticos en configuraciones geométricas específicas
- Determinar la respuesta electromagnética de materiales nanoestructurados
- Analizar la propagación de ondas EM en diferentes medios
- Relacionar propiedades microscópicas con comportamiento macroscópico
- Interpretar mediciones experimentales de propiedades electromagnéticas

♥ SER - Actitudes y Valores

Actitudes que fortalecerás:

- Pensamiento analítico para problemas electromagnéticos complejos
- Iniciativa para explorar aplicaciones tecnológicas emergentes
- Orden y precisión en cálculos y mediciones experimentales
- Trabajo colaborativo en resolución de problemas

2.2.2 Tema 1.2: Ecuaciones de Maxwell

Duración: 1 semana

SABER - Conocimientos

Conocimientos clave:

- Formulación integral de las cuatro ecuaciones de Maxwell
- Significado físico: Ley de Gauss, Ampère-Maxwell, Faraday, ausencia de monopolos
- Significado físico: Ley de Gauss, Ampère-Maxwell, Faraday, ausencia de monopolos
- Derivación de la ecuación de onda electromagnética
- Propiedades fundamentales: velocidad, frecuencia, longitud de onda, energía
- Relación entre campos eléctricos y magnéticos en ondas propagantes

X SABER HACER - Habilidades

Aplicaciones prácticas:

- Aplicar ecuaciones de Maxwell para resolver problemas de propagación
- Calcular velocidad de ondas EM en medios materiales específicos
- Analizar polarización de ondas electromagnéticas
- Modelar comportamiento EM en nanoestructuras

2.2.3 Tema 1.3: Ecuación de Onda y Polarización

Duración: 1 semana

SABER - Conocimientos

Conceptos fundamentales:

- Ecuación de onda electromagnética: derivación y soluciones generales
- Estados de polarización: lineal, circular, elíptica
- Interacción luz-materia: absorción, dispersión, refracción
- Efectos ópticos en nanoestructuras: plasmones, efectos de tamaño
- Aplicaciones en caracterización óptica de nanomateriales

X SABER HACER - Habilidades

Competencias técnicas:

- Resolver la ecuación de onda para configuraciones específicas
- Analizar experimentalmente la polarización de la luz
- Caracterizar propiedades ópticas de nanomateriales
- Diseñar experimentos de caracterización electromagnética
- Interpretar espectros ópticos de materiales nanoestructurados

2.3 Prácticas

de

Laboratorio

▲ Práctica de Laboratorio

Práctica 1.1: Medición de Campos Electromagnéticos

Duración: 3 horas

Objetivo: Medir experimentalmente campos eléctricos y magnéticos generados por diferentes configuraciones de carga y corriente.

Materiales:

- Sonda de campo eléctrico calibrada
- Gaussímetro de alta precisión
- Generador de señales programable
- Conductores geométricos diversos (rectos, espirales, placas)
- Osciloscopio digital de 4 canales

Actividades principales:

- 1. Calibración de equipos y verificación de funcionamiento
- 2. Medición de campo eléctrico alrededor de conductores cargados
- 3. Medición de campo magnético generado por corrientes variables
- 4. Análisis estadístico de datos y comparación con predicciones teóricas
- 5. Evaluación de incertidumbres experimentales y fuentes de error

Entregable: Reporte técnico (5-8 páginas) con gráficas, análisis estadístico y conclusiones sobre la validez experimental de las leyes electromagnéticas.

A Práctica de Laboratorio

Práctica 1.2: Caracterización Electromagnética de Nanomateriales

Duración: 3 horas

Objetivo: Determinar propiedades electromagnéticas de materiales nanoestructurados usando técnicas de caracterización óptica avanzada.

Materiales especializados:

- Muestras: grafeno, nanotubos de carbono, nanopartículas metálicas
- Espectrofotómetro UV-Vis-NIR de alta resolución
- Sistema de polarizadores y analizadores ópticos
- Láser sintonizable de diferentes longitudes de onda
- Fotodetectores calibrados y sistema de adquisición

Procedimiento experimental:

- 1. Preparación segura de muestras nanoestructuradas
- 2. Medición sistemática de transmitancia y reflectancia vs. λ
- 3. Análisis completo de polarización (lineal y circular)
- 4. Determinación de constantes ópticas (n, k, e)
- 5. Comparación cuantitativa con materiales convencionales

Entregable: Reporte comparativo con interpretación física de resultados y propuestas de aplicación tecnológica.

A Práctica de Laboratorio

Práctica 1.3: Simulación de Propagación de Ondas EM

Duración: 2 horas

Objetivo: Modelar computacionalmente la propagación de ondas electromagnéticas en diferentes medios y validar con teoría.

Software utilizado:

- COMSOL Multiphysics (módulo de ondas EM)
- PhET Interactive Simulations
- MATLAB con toolbox de ondas
- Python con bibliotecas científicas (NumPy, SciPy, Matplotlib)

Simulaciones a realizar:

- 1. Propagación de ondas planas en espacio libre
- 2. Ondas en medios dieléctricos con diferentes permitividades
- 3. Fenómenos de reflexión y transmisión en interfaces
- 4. Efectos de dispersión en medios con pérdidas
- 5. Validación de resultados con teoría electromagnética

Entregable: Portafolio digital con simulaciones, análisis paramétrico y conclusiones sobre comportamiento electromagnético.

2.4 Evaluación de la Unidad I

Evaluación

Estructura de Evaluación:

Evaluación Formativa (40 %):

- Problemas resueltos semanales (15%)
- Participación en clase y simulaciones (10 %)
- Reportes de laboratorio (10 %)
- Autoevaluación reflexiva (5 %)

Evaluación Sumativa (60%):

■ Examen de unidad (60 % de la evaluación total de unidad)

Capítulo 3

Unidad II: Modelo Nuclear del Átomo

3.1 Información General de la Unidad

Unidad I: Teoría Básica del Electromagnetismo Unidad II: Modelo Nuclear del Átomo Unidad III: Dualidad Onda-Partícula Unidad IV: Solución de la Ecuación de Schrödinger