

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

1.	INT	TRODUCCIÓN PARA EL ESTUDIANTE 9					
	1.1.	.1. Bienvenido a la Física Moderna					
		1.1.1. ¿Qué hace especial a la Física Moderna?	9				
		1.1.2. Conexión con tu Carrera Profesional	9				
	1.2.	Objetivos de Aprendizaje	10				
	1.3.	Competencias que Desarrollarás	10				
			11				
	1.4.		11				
			12				
		1.4.2. En Laboratorio	12				
		1.4.3. Trabajo Autónomo	12				
	1.5.						
	1.6.	Cronograma General	13				
2.	UN	JIDAD I: TEORÍA BÁSICA DEL ELECTROMAGNETISMO 15					
	2.1.		15				
	2.2.		15				
		ı v o	15				
		2.2.2. Tema 1.2: Ecuaciones de Maxwell	16				
		2.2.3. Tema 1.3: Ecuación de Onda y Polarización	17				
	2.3.	2.3. Prácticas de Laboratorio					
	2.4	Evaluación de la Unidad I	20				

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.

14	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)