

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

SECRETARÍA GENERAL

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**DESCRIPCIÓN DE CURSO DEL PROGRAMA DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS**

APROBADO POR EL CONSEJO DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN EN REUNIÓN N° 8/2012 DEL 31 DE OCTUBRE DE 2012. MODIFICACIÓN EN LA SESIÓN ORDINARIA N° 5/2013 EFECTUADA EL 4 DE SEPTIEMBRE DE 2013, MODIFICADO EN REUNIÓN ORDINARIA N°03-2017 REALIZADA EL 5 DE ABRIL DE 2017. MODIFICACIÓN APROBADA EN EL CONSEJO DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN ORDINARIA VIRTUAL N° 06-2020 DEL 7 DE OCTUBRE DE 2020. MODIFICADO EN REUNIÓN ORD. N°01-2025, DEL 5 DE FEBRERO DE 2025. MODIFICADO EN CIPE REUNIÓN ORD. 06-2025, DEL 3 DE DICIEMBRE DE 2025.

VIGENTE A PARTIR DE ENERO DE 2026.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
SECRETARÍA GENERAL
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

La Maestría en Ciencias Físicas busca profundizar y ampliar los estudios de los conceptos teóricos fundamentales de la física y sus aplicaciones tecnológicas y dotar a los participantes de las habilidades y destrezas en materia de investigación en un área específica de la física de acuerdo a la realidad nacional y sobre todo contribuir al mejoramiento en la formación académica de los profesionales en las universidades. Se pretende fortalecer y ampliar la planta de investigadores y técnicos del más alto nivel académico en el país en el área de las ciencias físicas.

ASIGNATURA:	MECÁNICA CLÁSICA
CÓDIGO:	0196
HORAS CLASE:	3
HORAS LABORATORIO:	0
CREDITOS:	3

Descripción de la asignatura

En este curso se estudian las formulaciones Lagrangiana y Hamiltoniana de la mecánica clásica. Se hace énfasis en los principios variacionales y en los teoremas de conservación para formular las teorías y para aplicarlas a situaciones particulares. Además, se abordarán las transformaciones canónicas y la teoría de las perturbaciones.

Objetivo General:

1. Conocer la mecánica clásica con el rigor matemático y la profundidad que ofrecen las descripciones Lagrangiana y Hamiltoniana, así como los operadores canónicos.

Objetivos Específicos:

1. Aplicar la Mecánica Lagrangiana y Hamiltoniana a la solución de problemas.
2. Usar las transformaciones canónicas en la solución de problemas.
3. Relacionar los conmutadores clásicos y las simetrías con los principios de conservación.

Contenidos

1. Ecuaciones Generales de la estática y la dinámica de la partícula.
2. Movimiento de varias partículas
3. Principio Variacional.
4. Principio de Hamilton y ecuaciones de Lagrange.
5. Formulación Hamiltoniana.
6. Oscilaciones pequeñas en sistemas con varios grados de libertad.
7. Cinemática y dinámica del cuerpo rígido.
8. Transformaciones canónicas.
9. Ecuación de Hamilton-Jacobi.
10. Cochetes de Poisson.
11. Teoría de Perturbaciones.
12. Correspondencia con los enfoques Mecánico-Cuánticos de Heisenberg y Schrodinger.

ASIGNATURA: MÉTODOS MATEMÁTICOS EN LA FÍSICA

CÓDIGO:	T161
HORAS CLASE:	4
HORAS LABORATORIO:	0
CREDITOS:	4

Descripción de la asignatura:

La asignatura Métodos Matemáticos proporciona al participante herramientas matemáticas complementarias a las estudiadas en la Licenciatura, fundamentalmente en el análisis vectorial, los espacios vectoriales, así como también en el análisis funcional y en la Topología de mayor uso en la Física. También se estudia la teoría de grupos, grupos continuos y sus aplicaciones a la física moderna. Se lleva a cabo una exposición breve de los conceptos fundamentales del análisis de la teoría de las funciones de variables complejas y sus aplicaciones. Finalmente se analizan las principales funciones especiales de la física matemática.

Objetivo General:

1. Dominar los conocimientos conceptuales y los métodos matemáticos más usados en las investigaciones de diversas ramas de la física moderna.

Objetivos Específicos:

1. Analizar los principios fundamentales del análisis y los espacios vectoriales.
2. Analizar los fundamentos del análisis funcional, de la topología y sus aplicaciones.
3. Aplicar la teoría de grupos en la descripción de los procesos físicos cuánticos y en la estructura de los núcleos atómicos.
4. Breve exposición de la teoría de las funciones de variables complejas y sus aplicaciones.
5. Describir y utilizar el cálculo de variaciones en las diferentes ramas de la física.

CONTENIDOS:

1. Análisis vectorial
2. Tensores y formas diferenciales
3. Operadores y espacios vectoriales
4. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales
5. Teoría de las funciones de variables complejas
6. Funciones especiales de la Física matemática
 - a. Función Gamma
 - b. Función de Bessel
 - c. Función Hipergeométrica
 - d. Función Hipergeométrica Confluente
 - e. Polinomios de Legendre
 - f. Polinomios de Laguerre
 - g. Polinomios de Hermite
 - h. Polinomio de Jacobi
 - i. Polinomio de Chebyshev
7. Teoría de grupo y transformaciones.
8. Grupo discretos.
9. Grupo continuos.
10. Transformaciones integrales.
11. Ecuaciones integrales.

12. Cálculo variacional.

ASIGNATURA: ELECTRODINÁMICA CLÁSICA

CÓDIGO: 0202

HORAS CLASE: 3

HORAS LABORATORIO: 0

CRÉDITOS: 3

Descripción de la asignatura

El curso de Electrodinámica Clásica cubre el estudio de las interacciones entre materia y campos electromagnéticos, la relatividad especial y los procesos radiativos. Especial énfasis se da al problema de frontera tanto para el movimiento de cargas en campos electromagnéticos como en la propagación de ondas electromagnéticas. Se introduce el desarrollo multipolar para determinar los potenciales y campos.

Objetivo General

1. Conocer la Teoría de la Electrodinámica Clásica y las aplicaciones que se derivan de ella.

Objetivos Específicos

1. Usar los métodos de determinación de los campos y potenciales electrostáticos.
2. Comprender el comportamiento de los campos en la interfase de dos medios.
3. Describir la metodología del desarrollo multipolar de los campos y potenciales electrostáticos y magnetostáticos.
4. Formular las ecuaciones de los campos electromagnéticos en la sustancia.
5. Describirla radiación, absorción y propagación de los campos electromagnéticos.
6. Relacionar las ondas electromagnéticas con la teoría de la relatividad.

Contenidos:

1. Campos Electrostáticos
2. Campos Magnetostáticos
3. Ondas electromagnéticas
4. Campos de cargas en movimiento
5. Desarrollo Multipolar de Campos y Potenciales
6. Formulación Covariante de las Ecuaciones de Maxwell
7. Electrodinámica en medios materiales
8. Las ecuaciones de Maxwell en medios materiales
9. La función dieléctrica
10. Ondas electromagnéticas en medios homogéneos
11. Leyes de conservación
12. El campo electromagnético en medios no homogéneos
13. Teoría Especial de la Relatividad

ASIGNATURA: SEMINARIO: Desarrollo de Proyectos y Propuestas de Investigación en Física.

CÓDIGO: T163

HORAS CLASE: 1

HORAS LABORATORIO: 0

CRÉDITOS: 1

Descripción de la asignatura:

Mediante la exposición de investigadores a título individual o como parte de un grupo de investigación se presentan los elementos necesarios para la estructuración de los proyectos de investigación y para escritura de los artículos especializados que surjan de ellos.

Objetivos Generales:

1. Preparar la presentación oral y escrita de la propuesta de investigación para su aprobación por la comisión correspondiente.
2. Sustentar la propuesta de Investigación de Maestría ante la Comisión de Aprobación.

Objetivos Específicos:

1. Presentar proyectos de investigación a las convocatorias internas y externas de la Universidad en busca de fuentes de financiamiento.
2. Publicar en una revista virtual especializada de la Facultad.

Contenidos:

1. Presentación de propuestas de investigación
2. Escritura y presentación de publicaciones científicas

Metodología Recomendada:

El coordinador del curso organizará la presentación de los temas comunes a los participantes y en consenso con los respectivos asesores del programa supervisará la redacción de propuestas de investigación.

ASIGNATURA:	FÍSICA COMPUTACIONAL
CÓDIGO:	T083
HORAS CLASE:	3
HORAS LABORATORIO:	0
CRÉDITOS:	3
REQUISITOS:	Métodos Matemáticos en la Física

Descripción del Curso.

Elaboración de modelos de los fenómenos físicos por ordenador de sistemas con muchos grados de libertad, para los cuales ya existe una teoría computacional denominada métodos numéricos. En general, se construyen modelos microscópicos en los cuales las "partículas" obedecen a una dinámica simplificada, y se estudia los que puedan reproducirse las propiedades macroscópicas a partir de este modelo muy simple de las partes constituyentes. Las simulaciones se hacen resolviendo ecuaciones que gobiernan el sistema. Por lo general, son grandes los sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales a derivadas parciales y ecuaciones diferenciales estocásticas, que no pueden ser resueltos explícitamente de manera analítica.

Objetivo general:

Proporcionar al estudiante los conocimientos y los hábitos fundamentales de la física computacional y sus aplicaciones más relevantes en la física del estado sólido (magnetismo, estructura electrónica, dinámica molecular, cambios de fase, etc.), física no-lineal, dinámica de fluidos, astrofísica (simulaciones del Sistema Solar, por ejemplo), física de partículas (teoría de campos/teoría gauge en un retículo espacio-temporal, especialmente para la Cromodinámica Cuántica (QCD)).

Las simulaciones que se realizan en física computacional requieren gran capacidad de cálculo, por lo que en muchos casos es necesario utilizar supercomputadores o clúster de computadores en paralelo.

Objetivos específicos:

- Usar los algoritmos numéricos de solución de problemas en la Física.
- Comprender que en la actualidad la física computacional es una componente muy importante en las investigaciones modernas en la Física de los aceleradores, astrofísica, mecánica de líquidos y gases, teoría de campos, en la Física de plasmas, etc.

Contenidos:

Introducción

I.- Nociones sobre las modernas computadoras, modernos software y los elementos de la programación.

- 1.1.- Principio de funcionamiento de las modernas computadoras.
- 1.2.- Suministro matemático y lenguajes algorítmicos.
- 1.3.- Elementos fundamentales del lenguaje FORTRAN y del sistema de cómputo numérico MATLAB.
- 1.4.- Expresiones aritméticas y operador de atribución
- 1.5.- Entrada y salida de los datos de los operadores de comando.
- 1.6.- Subprogramas en el lenguaje FORTRAN y del sistema de cómputo numérico MATLAB.

II.- Métodos fundamentales de cálculo matemático y sus programaciones

- 2.1.- Métodos de solución de las ecuaciones trascendentes y de sistemas de ecuaciones lineales.
- 2.2.- Métodos de las aproximaciones sucesivas.
- 2.3.- Métodos de las diferencias finitas para la solución de problemas extremales simples.
- 2.4.- Métodos variacionales.
- 2.5.- Método de Montecarlo.

III.- Modelación de sistemas con gran número de partículas en interacción

- 3.1.- Modelación directa de fuerzas de acción a distancia en un sistema con gran cantidad de partículas.
- 3.2.- Valor medio de un conjunto por el método de Monte Carlo.
- 3.3.- Cálculo del valor medio del campo de un sistema de partículas cargadas.
- 3.4.- Modelo de partícula sin colisiones en una celda (PIC method)
- 3.5.- Aplicaciones del modelo de partículas en celdas para la modelación de plasmas.
- 3.6.- Análisis numérico de la inestabilidad de los dos haces de partículas cargadas.
- 3.7.- Método de las diferencias finitas para la solución de la ecuación de Vlasov.
- 3.8.- Método de la “bolsa de agua”
- 3.9.- Modelación de campos de interacción colectiva en la teoría del cuerpo sólido.
- 3.10.- Solución numérica de las ecuaciones de Hartree-Fock.

ASIGNATURA:	FÍSICAS EXPERIMENTAL
CÓDIGO:	9989
HORAS CLASE:	0
HORAS LABORATORIO:	6
CRÉDITOS:	3

Descripción del Curso.

ASIGNATURA:	FÍSICA CUÁNTICA
CÓDIGO:	9000
HORAS CLASE:	4
HORAS LABORATORIO:	0
CRÉDITOS:	4
REQUISITOS:	Mecánica Clásica, Electrodinámica Clásica, Métodos Matemáticos en la Física

Descripción de la asignatura:

Ofrece al participante una visión clara de los principios físicos de la Mecánica cuántica, buscando un equilibrio entre los aspectos fundamentales y las aplicaciones. Se hace uso de ejemplos con el propósito de facilitar la comprensión de los diferentes aspectos de la teoría.

Objetivos generales:

1. Desarrollar el marco conceptual de las bases para una comprensión del mundo cuántico desde el punto de vista tanto fenomenológico como teórico.
2. Comprender artículos de investigación en temas afines a esta rama de la física.

Objetivos específicos:

1. Identificar las limitaciones de la física clásica a través de diferentes resultados experimentales.
2. Emplear los postulados esenciales de la física cuántica y sus implicaciones.
3. Diferenciar la física clásica como caso límite de la física cuántica.
4. Analizar los fenómenos cuánticos más comunes y cómo la estructura de los sistemas y las interacciones se estudian a través de la física cuántica.

Contenidos:

1. Limitaciones de la Física clásica y el origen de la Física cuántica
2. Ecuación de Schrodinger y Principios de la Mecánica Cuántica
3. Aplicaciones simples de la Mecánica Cuántica
4. Pozo de Potencial (finito e infinito)
5. El oscilador armónico lineal
6. Problemas de Potencial Central
7. Teoría del momento angular
8. Notación de Dirac
9. Teoría Cuántica de la Dispersión

ASIGNATURA:	FÍSICA ESTADÍSTICA
CÓDIGO:	0206
HORAS CLASE:	3
HORAS LABORATORIO:	0
CRÉDITOS:	3
REQUISITOS:	Mecánica Clásica, Electrodinámica Clásica, Física Cuántica

Descripción de la asignatura:

La asignatura se inicia con un breve estudio de la termodinámica y la Teoría de la Probabilidad tomando en cuenta la naturaleza universal de la materia. Se continúa con el estudio de las propiedades de los sistemas macroscópicos constituidos por un gran número de partículas.

Objetivo general:

1. Interpretar el comportamiento de los sistemas macroscópicos a partir de las propiedades microscópicas de sus constituyentes y sus interacciones.

Objetivos específicos:

1. Utilizar las leyes fundamentales de la termodinámica y de la física estadística para la descripción de fenómenos de sistemas macroscópicos.
2. Calcular los valores promedios de magnitudes físicas para su comparación con los datos experimentales.

Contenidos:

1. Termodinámica y Física Molecular
2. Teoría de Probabilidades y procesos aleatorios.
3. Formulación Estadística de la Termodinámica
4. Parámetros Macroscópicos y sus Mediciones
5. Física Estadística de Equilibrio
6. Estadística cuántica de partículas idénticas
7. Sistemas de partículas en interacción
8. Teoría Cinética de Procesos de Transporte
9. Física Estadística de Procesos no equilibrados.

ASIGNATURA: ASIGNATURA OPTATIVAS I

CÓDIGO: 0207

HORAS CLASE: 3

HORAS LABORATORIO: 0

CRÉDITOS: 3

REQUISITOS: Haber completado las asignaturas anteriores

ASIGNATURA: ASIGNATURA OPTATIVAS II

CÓDIGO: 0208

HORAS CLASE: 3

HORAS LABORATORIO: 0

CRÉDITOS: 3

REQUISITOS: Haber completado las asignaturas anteriores

ASIGNATURA: TRABAJO DE GRADUACIÓN I

CÓDIGO: T135

HORAS CLASE: 0

HORAS LABORATORIO: 4

CRÉDITOS: 4

REQUISITOS: Haber completado todas las asignaturas.

ASIGNATURA: TRABAJO DE GRADUACIÓN II

CÓDIGO: 0212

HORAS CLASE: 0

HORAS LABORATORIO: 8

CRÉDITOS: 8

REQUISITOS: Haber completado todas las asignaturas

ASIGNATURAS OPTATIVASDENOMINACIÓN: **ELECTROQUÍMICA**

CODIGO: T065

CREDITOS: 3 créditos

Descripción de la asignatura:

La asignatura ofrece una introducción a los procesos de electrodo desde los puntos de vista termodinámico y cinético y a los conceptos de la cinética electroquímica relacionados con aplicaciones prácticas como técnicas de caracterización electroquímica de los procesos corrosivos, la electrodeposición de recubrimientos, sensores electroquímicos, celdas de combustible y electro recuperación ambiental. Este curso está estrechamente relacionado a su trabajo de graduación facilitando las herramientas teóricas como experimentales para entender y explicar y por último sustentar su trabajo final.

Contenidos:

1. Interacciones iónicas en disolución
2. Migración de iones. Aspectos teóricos y fenomenológicos
3. Termodinámica de la transferencia de carga en interfases
4. Cinética de la transferencia de carga en interfases.
5. Instrumentación Electroquímica
6. Ensayos electroquímicos destructivos (Prueba Experimental)
7. Ensayos electroquímicos no destructivos (Prueba Experimental)
8. Técnicas de caracterización superficial suplementarias al ensayo electroquímico (Prueba Experimental).
9. Corrosión electroquímica
10. Recubrimientos por electrodeposición
11. Sensores Electroquímicos
12. Celdas de combustible
13. Electro recuperación de suelos y aguas contaminadas

ASIGNATURA: FÍSICA DE LA ATMÓSFERA

CÓDIGO: T073

CRÉDITOS: 3

Contenido:

1. Contaminantes atmosféricos
2. Conceptos de meteorología

3. Dispersión de los contaminantes en la atmósfera
4. Partículas
5. Legislación y normas de calidad de aire en Panamá
6. Contaminación por ruido
7. Gases
8. Otros temas de contaminación del aire (opcional)

ASIGNATURA: **ESTADO SÓLIDO I**
CODIGO: T080
HORAS CLASE: 3 horas
HORAS LABORATORIO: 0 horas
CREDITOS: 3 créditos
REQUISITOS: Haber cursado las asignaturas troncales del programa.

Descripción del Curso:

El propósito de este curso es discutir a profundidad los conceptos básicos y a los métodos en la física del estado sólido. El curso da una introducción a las estructuras cristalinas, a las redes recíprocas y difracción, a los aspectos clásicos de la teoría del electrón libre de metales, a las vibraciones de la red y sus características térmicas, al gas, de electrones libres, a la teoría de bandas, a la dinámica del electrón de Bloch, a la física de los semiconductores y a la física del magnetismo en los sólidos.

Contenido:

1. Red Cristalina
2. Red Recíproca
3. Determinación de la estructura cristalina a partir de Difracción de Rayos X.
4. Clasificación de la Redes de Bravais y Estructura Cristalina
5. Niveles electrónicos en un Potencial periódico
6. Electrones en un potencial periódico débil.
7. Método de enlace fuerte
8. Calculo de estructura de banda.
9. Modelo semi clásico de la dinámica de un electrón
10. Teoría semi clásica de conducción en metales.
11. Superficie de Fermi
12. Estructura de Banda
13. Realizar medidas de caracterización de materiales sólidos en forma de película fina.

ASIGNATURA: **PRINCIPIOS DE FÍSICA NUCLEAR**
CODIGO: T093
CRÉDITOS: 3 créditos

Contenido:

1. Conceptos de Base de la Física Nuclear
2. Reacciones Nucleares, Leyes de Conservación
3. Fuerzas Nucleares

4. Independencia de la Carga - Isospin
5. Modelos Nucleares, Estabilidad de los Núcleos
6. Transformaciones Nucleares
7. La Fisión Nuclear
8. Fusión Nuclear