

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
ANÁLISIS DE DATOS

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:** Introducir al estudiante a las diferentes técnicas de análisis de datos, discutir los fundamentos teóricos de cada uno de los métodos, presentar algoritmos y ofrecer prácticas donde el estudiante debe que aplicar los métodos a datos modelados y datos reales.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Introducción
2	Surrogate data
3	Métodos lineales
4	Métodos no lineales
5	La matriz de Correlación y la Teoría de Matrices Aleatorias
6	Técnicas de predicción

#### TEMARIO

- 1 **Introducción (1 semana)**
  - 1.1
  - 1.2 ¿Qué tipos de datos (sistemas) hay?: Regulares, caóticos, estocásticos, deterministas, uni/multivaluados, (no) estacionarios.
  - 1.3 ¿Qué tipo de información se desea extraer?: Espectral, fase instantánea, caoticidad, complejidad, comportamiento global, dimensión, autocorrelación, correlaciones mutuas, actividad de fuentes, separación de ruido/señal
- 2 **Surrogate data (1 semana)**
- 3 **Métodos lineales (5 semanas)**
  - 3.1 Fourier, wavelet, descomposición en funciones de Gabor
  - 3.2 Función de correlación (autocorrelación, correlación mutua)

U.A.E.M.



SECRETARÍA  
GENERAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 3.3 Fase instantánea (transformada de Hilbert), "mean phase coherence"
- 3.4 Principal Component Análisis (PCA)
- 3.5 Independent Component Análisis (ICA)
- 3.6 Chequeos de estacionaridad
- 3.7 Algoritmos y aplicaciones
  
- 4 **Métodos no lineales (5 semanas)**
  - 4.1 Introducción (sistemas regulares, sistemas caóticos)
  - 4.2 Exponentes de Lyapunov
  - 4.3 Dimensiones (Hausdorff, Dimensión de Correlación, Kaplan Yorke)
  - 4.4 Entropías generalizadas
  - 4.6 Sistemas excitables acoplados
  - 4.6 Algoritmos y aplicaciones
  
- 5 **La matriz de Correlación y la Teoría de Matrices Aleatorias (5 semanas)**
  - 5.1 Espectro de la matriz de correlación (eigenvalores/eigenvectores)
  - 5.2 Repulsión de niveles
  - 5.3 El Gaussian Orthogonal Ensemble (GOE)
  - 5.4 El ensamble Wishart
  - 5.5 Medidas de correlación de la teoría de matrices aleatorias
  - 5.6 Aplicaciones a series de tiempo
  
- 6 **Técnicas de predicción (5 semanas)**
  - 6.1 Modelos autoregresivos
  - 6.2 Filtros Kalman
  - 6.3 Modelo Markoviano
  - 6.4 Redes neuronales
  - 6.5 Aplicaciones a series de tiempo

Nota: De los temas 4, 5 y 6 hay que escoger dos de acuerdo con los intereses de los estudiantes. Además, el curso cubre los aspectos teóricos de los diferentes métodos, se discute posibles algoritmos y se ofrece prácticas a diferentes temas como: métodos espectrales, Análisis de componentes independientes, medios excitables, matriz de correlación, medidas de la teoría de matrices aleatorias.

### BIBLIOGRAFIA

- ☐ "Topics in Time Series Analysis", A. Galka, World Scientific, 2000
- ☐ "Nonlinear Time Series Analysis", H. Kantz and T. Schreiber, Cambridge Nonlinear Science Series 7, 1999
- ☐ "Numerical Recipes – The Art of Scientific Computing", Cambridge University Press, Second Edition, 1999
- ☐ "Random Matrices", M.L. Mehta, Academic Press, Second Edition, 1990
- ☐ V. Plerou et al., PRE **65**, 066126 (2002) y referencias del artículo
- ☐ M. Müller et al. PRE **71**, 046116 (2005) y referencias del artículo

I. J. A. E. M.



SECRETARIA  
GENERAL

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
SIMULACIONES NUMÉRICAS

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADEMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Este curso tiene como propósito mostrar un panorama general y actualizado de las diferentes técnicas de simulación numérica que se emplean para el estudio de problemas moleculares. La presentación de los diferentes métodos permitirá abordar, en la sección final del curso, las aplicaciones que se considere de mayor relevancia para la formación de los estudiantes en el área. El curso supone un conocimiento de los conceptos básicos de la Química Cuántica, Termodinámica Clásica y Estadística.

#### CONTENIDO TEMATICO

NUMERO:	TEMA:
1	Distribución de Boltzmann
2	Mecánica estadística de gases y sólidos
3	Monte Carlo
4	Dinámica Molecular
5	Métodos híbridos
6	Fuerzas intermoleculares
7	Campos de Fuerza
8	Aplicaciones

#### TEMARIO

- 1 Distribución de Boltzmann.
  - 1.1 Concepto de función de partición y ensamble.
  - 1.2 Diferentes ensambles utilizados comúnmente y funciones termodinámicas asociadas a cada uno de ellos.
2. Mecánica estadística de gases y sólidos.
  - 2.1 Teorema de equipartición.
  - 2.2 Propiedades estáticas y dinámicas de un sistema.
- 3 Monte Carlo.
  - 3.1 Fundamentos del método.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 3.2 Metropolis y otros algoritmos de muestreo.
- 3.3 Inverso
- 3.4 Cuántico
  
- 4 Dinámica Molecular.
- 4.1 Fundamentos del método.
- 4.2 Algoritmos de integración de las ecuaciones de movimiento.
- 4.3 Clásica.
- 4.4 Cuántica.
  
- 5 Métodos híbridos.
- 5.1 Fundamentos del método.
- 5.2 MC/DM.
- 5.3 QM/MM.
  
- 6 Fuerzas intermoleculares
- 6.1 Origen de las fuerzas
- 6.2 Representación analítica
- 6.3 Fuerzas de largo alcance
  
- 7 Campos de Fuerza
- 7.1 Términos covalentes y no covalentes
- 7.2 Aproximación armónica y anarmónica
- 7.3 Parametrización
  
- 8 Aplicaciones

### BIBLIOGRAFIA

- 📖 Leach, A. R. Molecular Modelling, Principles and Applications, 2<sup>o</sup> ed. Prentice Hall, 2001.
- 📖 Frenkel, D. and Smit, B. Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications. 2<sup>o</sup> ed. Academic Press, 2001.
- 📖 Chandler, D.. Introduction to Modern Mechanical Statistics. Oxford University Press, 1987.
- 📖 Wu, D. and Chandler, D.. Solutions Manual for Introduction to Modern Statistical Mechanics. Oxford University Press, 1989.
- 📖 Allen, M.P. and Tildesley, D.J.. Computer Simulation of Liquids. Oxford University Press. 1989.
- 📖 Schlick, T. Molecular Modeling and Simulation. An Interdisciplinary guide. Springer, 2002.

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
TEORÍA CUÁNTICA DE MUCHOS CUERPOS

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria.  
**Nº. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El alumno aprenderá los fundamentos generales de la teoría cuántica de muchos cuerpos y la teoría de grupos asociada. Posteriormente podrá aplicar estos conocimientos en una variedad de campos especializados: física estadística, estructura electrónica y física del estado sólido.

### CONTENIDO TEMÁTICO

- 1.- Formalismo de la segunda cuantización
- 2.- Funciones de Green
- 3.- Grupos y sus representaciones lineales
- 4.- Técnicas diagramáticas

### TEMARIO

- 1.- **Formalismo de la segunda cuantización (4 semanas)**
  - 1.1 Fundamentos: la función de onda como campo escalar, reformulación de la Lagrangiana
  - 1.2 Operadores de campo y operadores de creación-anihilación: conmutación anticonmutación. Sentido físico. Ejemplos.
  - 1.3 Operadores de densidad
  - 1.4 Valores esperados
  - 1.5 Ejemplos: estructura electrónica, oscilador armónico de Fock, estadística cuántica.
- 2.- **Funciones de Green (4 semanas)**
  - 2.1 Conexión con ecuaciones diferenciales y la ecuación de Schrödinger
  - 2.2 Propagadores
  - 2.3 Ecuación de Dyson
  - 2.4 Funciones de Green para muchos cuerpos
  - 2.5 Cuasipartículas. Ejemplos: energías de ionización y electroafinidades
  - 2.6 Ejemplos
- 3.- **Grupos y sus representaciones lineales (5 semanas)**

- 3.1 Concepto de simetría, grupos y representaciones lineales sobre espacios de Hilbert, representaciones irreducibles, teoremas de ortogonalidad.
  - 3.2 Grupo simétrico, teorema de Cayley, tableros de Young y símbolos de Yamanouchi, aplicaciones al spin
  - 3.3 Grupos de Lie, álgebras de generadores, estructura de clases
  - 3.4 Representaciones de grupos de Lie
  - 3.5 El grupo unitario y sus subgrupos
  - 3.6 Transformaciones unitarias y canónicas en la mecánica cuántica y clásica: el momento angular
  - 3.7 Los operadores "escalera" y la segunda cuantización
- 4.- **Técnicas diagramáticas (3 semanas)**
- 4.1 Introducción a la formulación diagramática de las interacciones
  - 4.2 La formulación diagramática de la teoría de perturbaciones indep. del tiempo
  - 4.3 Diagramas de Feynman
  - 4.4 Diagramas de Goldstone
  - 4.5 Aplicaciones a momento angular

#### BIBLIOGRAFIA

- ☐ Lindgren y J. Morrison. Atomic Many Body Theory. Springer-Verlag, Berlin. 1982.
- ☐ J. Paldus y J. Cizek. Advances in Quantum Chemistry Vol. 9, 1975.
- ☐ J. Paldus y J. Cizek. Energy, Structure and Reactivity, Eds. D.W. Smith and W.B. McRae Wiley, New York. 1973
- ☐ G.D. Mahan, Many-Particle Physics (Physics of solids and liquids), Plenum, US, 2000.
- ☐ N.H. March, W.H. Young, S.Sampanthar. The many-body problem in quantum mechanics. Dover, 1995.

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
DISEÑO Y ANÁLISIS DE ALGORITMOS

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El objetivo del curso es el estudio sistemático del diseño y análisis de algoritmos. La meta es proporcionar al alumno las herramientas básicas que necesitará para desarrollar sus propios algoritmos sea cual fuere su campo de aplicación. En la primera parte se introduce al alumno al análisis de los algoritmos y de la eficiencia computacional. En la parte II, se pretende proporcionar las técnicas fundamentales para diseñar y analizar algoritmos eficientes, mediante ejemplos concretos de diversas aplicaciones como optimización, álgebra lineal, criptografía, etc.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |  |
|---|--|
|   | Parte I: Algoritmos y complejidad                                |
| 1 | Introducción al análisis de algoritmos                           |
| 2 | La complejidad de los algoritmos                                 |
| 3 | Estructuras de datos básicas                                     |
| 4 | Problemas P y NP   |
|   | Parte II: Técnicas de optimización para el diseño de algoritmos: |
| 5 | Algoritmos de gráficas elementales                               |
| 6 | Algoritmos Divide y vencerás                                     |
| 7 | Algoritmos voraces y heurísticos                                 |
| 8 | Algoritmos basados en programación dinámica                      |

#### TEMARIO

- |     |  |
|-----|--|
| 1   | Introducción al análisis de algoritmos                   |
| 1.1 | Definición de algoritmo y representación en pseudocódigo |
| 1.2 | Preliminares matemáticos                                 |
| 1.3 | Algoritmia elemental (1.5 semanas)                       |

- 2 La complejidad de los algoritmos**
  - 2.2.1 Eficiencia de los algoritmos
  - 2.2 La complejidad de tiempo y espacio
  - 2.3 Definición de operación elemental
  - 2.4 Cotas de complejidad. Medidas asintóticas
    - 2.4.1 Cota Superior: Notación O-grande
    - 2.4.2 Cota inferior: Notación  $\Omega$
    - 2.4.3 Orden exacto: Notación  $\Theta$
  - 2.5 Análisis de estructuras de control, secuencias, ciclos, llamadas recursivas
  - 2.6 Técnicas de análisis por barómetros
  - 2.7 Resolución de ecuaciones de recurrencia (2 semanas)
  
- 3 Estructuras de datos básicas**
  - 3.1 Pilas y colas
  - 3.2 Apuntadores
  - 3.3 Listas
    - Grafos
    - Montículos (heaps)
    - Particiones
    - Tablas de dispersión (2 semanas)
  
- 4 Problemas P y NP**
  - 4.1 Problema e instancia de problemas
  - 4.2 Problemas y algoritmos polinomiales
  - 4.3 Problemas y algoritmos intratables no-polinomiales
  - 4.4 Definición informal de problemas NP-completos y NP-duros. (2.5 semanas)
  
- 5 Algoritmos de gráficas elementales**
  - 5.1 Introducción a los grafos.
  - 5.2 Grafos dirigidos y no dirigidos.
  - 5.3 Recorridos de grafos en anchura (BFS) y en profundidad (DFS).(2 semanas)
  
- 6 Algoritmos divide y vencerás.**
  - 6.1 Características del método divide y vencerás.
  - 6.2 Multiplicación de grandes enteros.
  - 6.3 Elaboración de un calendario deportivo.
  - 6.4 Búsqueda binaria.
  - 6.5 Ordenación por mezcla y ordenación rápida (mergesort y quicksort).
  - 6.6 Otros problemas. (2 semanas)
  
- 7 Algoritmos voraces y heurísticos (greedy).**
  - 7.1 Características generales de los algoritmos voraces.
  - 7.2 Problema de las monedas.
  - 7.3 Algoritmo para minimizar el tiempo de espera.
  - 7.4 Problema de la mochila.
  - 7.5 Árboles recubridores de coste mínimo.(Algoritmo de Kruskal y Algoritmo de Prim) y
  - 7.6 Caminos mínimos. (Algoritmo de Dijkstra). (2 semanas)



- 8 **Algoritmos basados en programación dinámica.**
- 8.1 Principio de Optimalidad.
- 8.2 Camino de costo mínimo en un grafo multietapa.
- 8.3 Problema de la mochila (0/1).
- 8.4 Problema del viajero
- 8.5 Búsquedas con retroceso (backtraking), ramificación y acotamiento (2 semanas)

*BIBLIOGRAFIA*

- ☐ G. Brassard, P. Bratley, Fundamentals of algorithmics, Prentice Hall, 1997.
- ☐ E. Horowitz and S.Sahni. Fundamentals of computer algorithms. Computer Science Press (1978)
- ☐ Aho, J.Hopcroft and J. Ullman. The design and analysis of computer algorithms. Addison-Wesley (1974) 4. R. Johnsonbaugh, M. Schaefer, Algorithms, Prentice Hall.
- ☐ M.Garey and D.Johnson. , Computers and intractability: A guide to theory of NP-completeness Freeman and Company (1979)
- ☐ A. Aho, J. Hopcroft and J.Ullman. Estructuras de datos y algoritmos. Addison-Wesley (1988)

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
DINÁMICA NO LINEAL.

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORÍA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:** La materia introduce propiedades de sistemas dinámicos no-lineales que se aplican para modelar observaciones experimentales. Se estudian ecuaciones diferenciales básicas y mapeos discretos con las principales bifurcaciones. Se comparan modelos deterministas con modelos estocásticos. En cada paso se discuten fenómenos experimentales para demostrar el uso de los modelos.

**Conceptos claves:** Termodinámica fuera del equilibrio; descripción estocástica y determinista de procesos complejos; inestabilidades dinámicas; teoría de bifurcaciones; simulación y análisis de sistemas de ecuaciones diferenciales, de mapeos discretos y de modelos estocásticos; caos determinista y la jerarquía del caos.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Introducción
2	Términos técnicos
3	Dos dimensiones: Sistemas oscilatorios
4	Tres dimensiones: Sistemas caóticos
5	Más de tres dimensiones: Muchos grados de libertad
6	Modelos estocásticos
7	Modelos espacio-temporales

#### TEMARIO

- 1 **Introducción** (1 semana)
  - 1.1 Ejemplos de sistemas dinámicos y enfoques de su investigación
  - 1.2 El equilibrio termodinámico y procesos fuera del equilibrio
  - 1.3 Términos técnicos de sistemas lineales

**U.A.E.M.**

Página 251 de 359



- 1.4 La inestabilidad dinámica como base para la autoorganización
- 1.5 El problema de modelar fenómenos de alta complejidad
  
- 2 **Términos técnicos (3 semanas)**
  - 2.1 Sistemas de ecuaciones diferenciales
  - 2.2 La matriz de Jacobi y su uso para entender perturbaciones
  - 2.3 Puntos fijos y su estabilidad
  - 2.4 Las bifurcaciones de un nodo
  - 2.5 Las bifurcaciones de un foco
  - 2.6 Bifurcaciones locales vs. bifurcaciones globales
  
- 3 **Dos dimensiones: Sistemas oscilatorios (3 semanas)**
  - 3.1 El análisis de sistemas de dos variables
  - 3.2 El teorema de Poincaré-Bendixon
  - 3.3 Tres bifurcaciones que crean un ciclo límite
  - 3.4 La ecuación de van der Pol y Bonhöffer para modelar oscilaciones anamónicas
  - 3.5 Modelos discretos para modelar procesos periódicos
  - 3.6 Ejemplo: Disparos neuronales repetitivos
    - 3.6.1 El modelo de Hodgkin y Huxley
    - 3.6.2 La simplificación del modelo por FitzHugh y Nagumo et al.
    - 3.6.3 La transición entre disparos periódicos y el estado excitable
    - 3.6.4 Respuesta de un sistema excitable a perturbaciones externas
  
- 4 **Tres dimensiones: Sistemas caóticos (4 semanas)**
  - 4.1 Descubrimiento del fenómeno en diferentes experimentos
  - 4.2 Definición de caos determinista
  - 4.3 La ecuación de Rössler
  - 4.4 La geometría del atractor caótico
  - 4.5 Caminos hacia el caos en el espacio de parámetros
  - 4.6 Mapeos discretos unidimensionales con caos – el mapeo logístico
  - 4.7 Mapeos discretos invertibles con caos – el mapeo de Henón
  - 4.8 Ejemplo: Caos en una reacción química
    - 4.8.1 Caos en la reacción de Belousov-Zhabotinsky (Hudson y Mankin)
    - 4.8.2 Dinámica uni-dimensional en una reacción química (Simoyi et al.)
  
- 5 **Más de tres dimensiones: Muchos grados de libertad (1 semana)**
  - 5.1 Los exponentes de Lyapunov de un sistema dinámico
  - 5.2 La jerarquía de atractores en sistemas de ecuaciones diferenciales
  - 5.3 La composición de dinámicas con muchos grados de libertad
  
- 6 **Modelos estocásticos (2 semanas)**
  - 6.1 El papel del ruido en sistemas dinámicos
  - 6.2 Diferenciar entre ruido y determinismo en series de tiempo complejas
  - 6.3 Modelaje de procesos aleatorios
  - 6.4 La predecibilidad de series de tiempo
  
- 7 **Modelos espacio-temporales (2 semanas)**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 7.1 Medios espacio-temporales y excitables
- 7.2 Inducción y propagación de ondas en 1 dimensión espacial
- 7.3 Patrones de excitación en 2 dimensiones espaciales
- 7.4 Fenomenología del caos espacio-temporales
- 7.5 Ejemplo: El latido cardiaco
  - 7.5.1 El tejido cardiaco como medio excitable
  - 7.5.2 Ondas de excitación inducidas por un marcapasos
  - 7.5.3 Cambios dinámicos del latido cardiaco

### BIBLIOGRAFIA

- ☞ Hilborn, R. C. Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers. 2ª ed. Oxford University Press, 2000.
- ☞ L. Glass, M.C. Mackey, From Clocks to Chaos – the Rhythms of Life. Princeton University Press, Princeton 1988.
- ☞ J.M.T. Thompson, H.B. Stewart, Nonlinear Dynamics and Chaos. Wiley and Sons, Chichester 1986.
- ☞ R.H. Abraham, C.D. Shaw, Dynamics - the Geometry of Behavior. Aerial Press, Santa Cruz 1982.
- ☞ P. Cvitanovic (ed.), Universality in Chaos. Adam Hilger, Bristol 1984.
- ☞ H. Kantz, T. Schreiber, Nonlinear Time Series Analysis. Cambridge University Press, Cambridge 1997.
- ☞ G. Baier, M. Klein (eds.), A Chaotic Hierarchy. World Scientific, Singapor 1991.
- ☞ K. Keener, J. Sneyd, Mathematical Physiology. Springer, New York 1998.
- ☞ L. Edelstein-Keshet, Mathematical Models in Biology. Birkhäuser, Boston 1988.



**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
TERMODINAMICA ESTADISTICA

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias.

**OBJETIVO:** El propósito de este curso es mostrar como la termodinámica estadística permite predecir (y explicar) el comportamiento de un sistema del cual nuestro conocimiento es menor a lo teóricamente posible. Permite hacer predicciones razonables del estado futuro de un sistema, las cuales se espera se comporten de acuerdo a un promedio, a partir de un conocimiento incompleto de su estado inicial. Se hará particular énfasis en las características de los modelos que se utilizan para describir a un sistema y los diferentes enfoques actuales para construir modelos realistas de sistemas moleculares.

### CONTENIDO TEMÁTICO


NUMERO:	TEMA:
1	Introducción a la Termodinámica Estadística
2	Sistemas de $N$ partículas clásicas.
3	La ley de distribución de Maxwell-Boltzmann
4	Explicación estadística de los principios termodinámicos
5	Aplicaciones a sistemas simples
6	Simulaciones numéricas
7	Equilibrio entre líquidos, sólidos y gases
8	Descripción molecular de reacciones químicas

### TEMARIO

1. **Introducción a la Termodinámica Estadística.**
  - 1.1. Base estadística de la termodinámica
2. **Sistemas de  $N$  partículas clásicas.**
  - 2.1. Microestados y macroestados

- 2.2. Principio de máxima multiplicidad
- 2.3. Condiciones de equilibrio y estabilidad
3. **La ley de distribución de Maxwell-Boltzmann**
  - 3.1. Función de partición
  - 3.2. Ensamblajes estadísticos en termodinámica clásica
  - 3.3. Hipótesis ergódica
  - 3.4. Ensamble microcanónico
  - 3.5. Ensamble canónico
    - 3.5.1. Sistemas de partículas que no interactúan.
    - 3.5.2. Sistemas de partículas con interacciones.
  - 3.6. Segundo coeficiente del virial
  - 3.7. Ensamble Macrocanónico o gran canónico.
4. **Explicación estadística de los principios termodinámicos.**
  - 4.1. Fluctuaciones
  - 4.2. Segunda ley de la termodinámica
  - 4.3. Tercera ley de la termodinámica
  - 4.4. Equivalencia termodinámica entre los diferentes ensambles
5. **Aplicaciones a sistemas simples.**
  - 5.1. Gases
  - 5.2. Cristales
6. **Simulaciones numéricas**
  - 6.1. Dinámica molecular
    - 6.1.1. Dinámica browniana
    - 6.1.2. Dinámica de Langevin
  - 6.2. Monte Carlo.
7. **Equilibrio entre líquidos, sólidos y gases.**
  - 7.1. Equilibrio de fases
8. **Descripción molecular de reacciones químicas.**
  - 8.1. Equilibrio químico
    - 8.1.1. Reacciones en fase gaseosa
    - 8.1.2. Reacciones en disolución
  - 8.2. Cinética de una reacción química
    - 8.2.1. Teoría del Estado de Transición

#### BIBLIOGRAFIA

-  An introduction to Statistical Thermodynamics, Terrel Hill, Dover



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MÉXICO

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



Publications, Inc. 1986 (Publicado originalmente por Addison Wesley 1960)

- ☐ Introduction to Modern Statistical Mechanics, David Chandler, Oxford University Press, 1987
- ☐ Understanding Molecular Simulation: From algorithms to applications, Daan Frenkel y Berend Smit, Academic Press, 1996
- ☐ Molecular Driving Forces: Statistical thermodynamics in Chemistry and Biology, Ken A. Dill y Sarina Bromberg, Garland Science, 2003
- ☐ Molecular Dynamics and Chemical Kinetics, Gert D. Billing and Kurt V. Mikkelsen, John Wiley and Sons, 1996

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**

PROCESOS ESTOCÁSTICOS

**ETAPA FORMATIVA: Disciplinaria**

**No. DE CREDITOS: 10**

**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**HORAS A LA SEMANA: 5**

**TEORIA: 5**

**PRACTICA:**

**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**

Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Preparar al estudiante para que resuelva problemas que requieren el empleo de la teoría de la probabilidad en fenómenos aleatorios con resultado numérico. Introducir al estudiante en la utilización de métodos numéricos en la solución de algunos problemas donde estén involucrados fenómenos estocásticos.

**CONTENIDO TEMATICO**

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Modelos Probabilísticos (3 semanas)                |
| 2 | Procesos Estocásticos (7 semanas).                 |
| 3 | Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. (6 semanas) |

**TEMARIO**

- 1 Espacios probabilísticos.
  - 1.1 Probabilidad condicional e independencia.
  - 1.2 Distribuciones de probabilidad comunes.
  - 1.3 Variables estocásticas.
  - 1.4 Teoremas de convergencia y límites.
- 2. Procesos Estocásticos (7 semanas).
  - 2.1 Procesos estocásticos en física.
  - 2.2 Procesos ramificados o de árbol.
  - 2.3 Procesos Markovianos.
  - 2.4 Ecuación de Chapman-Kolmogorov.
  - 2.5 La ecuación Maestra.
  - 2.6 Caminos aleatorios.
  - 2.7 La Ecuación de Fokker-Plank.
  - 2.8 Procesos de Wiener. El Movimiento Browniano.
- 3 Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. (6 semanas)
  - 3.1 Generadores de números aleatorios.
  - 3.2 Integrales estocásticas de Ito y de Stratonovich.
  - 3.3 Elementos de cálculo estocástico.

**U.A.E.M.**



**SECRETARIA  
GENERAL**



3.4 Algunos métodos numéricos de solución de ecuaciones diferenciales estocásticas

**BIBLIOGRAFIA**

- ☐ John Haigh. *Probability Models Springer-Verlag London 2002, segunda impresión 2005.*
- ☐ Emanuel Parzen. *Teoría Moderna de Probabilidades y sus aplicaciones. Editorial Limusa, México, 1979.*
- ☐ N. G. Van Kampen. *Stochastic Processes in Physics and Chemistry. Elsevier Science B.V. Amsterdam 1992.*
- ☐ CW. Gardiner. *Handbook of Stochastic Methods for Physics, Chemistry and the Natural Sciences. Springer-Verlag Berlin, segunda edición, cuarta impresión 1997.*
- ☐ Peter E. Kloeden, Eckard Platen y Henry Schurz. *Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments. Springer-Verlag Berlin, tercera impresión 2003.*
- ☐ William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling *Numerical Recipes in Fortran 77. The art of the scientific computation. Cambridge University Press. Second Edition (1992).*

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
MECÁNICA CLÁSICA

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El estudiante deberá conocer y manejar los conceptos más importantes de la mecánica clásica para sistemas de partículas puntuales y para objetos extendidos tanto en la formulación Lagrangiana como en la Hamiltoniana, que será usada más adelante en el curso de mecánica cuántica.

Algunos puntos particulares que el alumno debe manejar con soltura al final del curso son, oscilaciones pequeñas, la aplicación del principio de Maupertuis a la formulación de mínima acción de Hamilton, cuerpo rígido, paréntesis de Poisson y otros invariantes canónicos, las transformaciones canónicas y las ecuaciones de Hamilton-Jacobi. Se proponen algunos temas que podrán ser opcionales según la velocidad de avance del curso y el nivel de grupo como la dinámica relativista.

### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	PRINCIPIOS ELEMENTALES
2	CÁLCULO DE VARIACIONES Y ECUACIONES DE LAGRANGE
3	PROBLEMA DE DOS CUERPOS
4	CUERPO RÍGIDO
5	OSCILACIONES PEQUEÑAS
6	RELATIVIDAD ESPECIAL
7	ECUACIONES DE HAMILTON
8	TRANSFORMACIONES CANÓNICAS
9	ECUACIONES DE HAMILTON-JACOBI
10	TEORÍA DE PERTURBACIÓN CANÓNICA
11	SISTEMAS CONTINUOS

### TEMARIO

- 1 **PRINCIPIOS ELEMENTALES**
- 1.1 Mecánica de una y varias partículas
- 1.2 Constricciones
- 1.3 Principio de D'Alembert y ecuaciones de Lagrange



- 1.4 Potenciales dependientes de la velocidad
- 2. CALCULO DE VARIACIONES Y ECUACIONES DE LAGRANGE**
- 2.1 Técnicas de cálculo de variaciones
- 2.2 Derivación de las ecuaciones de Lagrange a partir del principio de Hamilton
- 3. PROBLEMA DE DOS CUERPOS**
- 3.1 Problema equivalente unidimensional
- 3.2 Ecuación de movimiento y primeras integrales
- 3.3 El problema de Kepler
- 3.4 Vector de Laplace-Runge-Lenz
- 3.5 Dispersión en un campo de fuerza central
- 3.6 Transformación entre coordenadas de laboratorio y de centro de masa
- 4. CUERPO RIGIDO**
- 4.1 Tensor de inercia y momento de inercia
- 4.2 Eigenvalores del tensor de inercia
- 4.3 Angulos de Euler
- 4.4 Ecuaciones de Euler
- 4.5 Trompo Simétrico
- 5. OSCILACIONES PEQUEÑAS**
- 5.1 Ejes principales y eigenvalores
- 5.2 Modos normales
- 6. RELATIVIDAD ESPECIAL**
- 6.1 Transformaciones de Lorenz
- 6.2 Fuerza y energía
- 6.3 Cinemática de colisiones
- 6.4 Formulación Lagrangiana covariante
- 7. ECUACIONES DE HAMILTON**
- 7.1 Transformaciones de Legendre y ecuaciones de Hamilton
- 7.2 Coordenadas cíclicas
- 7.3 Formulación Hamiltoniana de la mecánica relativista
- 8. TRANSFORMACIONES CANONICAS**
- 8.1 Aproximación simpléctica a las transformaciones canónicas
- 8.2 Paréntesis de Poisson y otros invariantes canónicos Teoremas de conservación en la formulación de paréntesis de Poisson utilizando el momento angular
- 8.3 Grupo de simetrías en sistemas mecánicos
- 9. ECUACIONES DE HAMILTON-JACOBI**
- 9.1 Ecuaciones de Hamilton-Jacobi para la función principal de Hamilton
- 9.2 Ecuación de Hamilton-Jacobi para la función característica de Hamilton
- 9.3 Separación de variables en la ecuación de Hamilton-Jacobi

9.4 Variables de ángulo y acción para sistemas completamente separables

**10 TEORIA DE PERTURBACIÓN CANONICA**

10.1 Perturbaciones dependientes e independiente del tiempo

10.2 Invariantes adiabáticos

**11 SISTEMAS CONTINUOS**

11.1 Transición de un sistema discreto a uno continuo

11.2 Formulación Lagrangiana de sistemas continuos

11.3 Tensor de esfuerzos-energía

11.4 Formulación Hamiltoniana

11.5 Elementos de Teoría de campos relativistas

**BIBLIOGRAFIA**

- ☐ H. Goldstein Classical Mechanics, Second Edition, Addison-Wesley (PRINCIPAL)
- ☐ V.I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer-Verlag, 1978
- ☐ C. Lanczos, The Variational Principles of Mechanics, Fourth Edition, Dover Publications, 1986
- ☐ E.C.G. Sudarshan y N. Mikanda, Classical Dynamics: A Modern Perspective, Jhon Wiley, 1974.

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
TÓPICOS SELECTOS DE FÍSICA  
ESTADÍSTICA

**ETAPA FORMATIVA:**

No. DE CREDITOS: 10

SEMESTRE RECOMENDADO:

HORAS A LA SEMANA: 5

TEORÍA: 5

PRACTICA:

REQUISITOS:

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**

Posgrado en Ciencias

**JUSTIFICACIÓN:** La física estadística estudia la relación entre las propiedades termodinámicas y las propiedades microscópicas de los sistemas físicos. Estos están constituidos por un número muy grande de componentes microscópicas cuya dinámica está descrita por las ecuaciones de la mecánica clásica o las de la mecánica cuántica.

**OBJETIVO:** Proporcionar al alumno los conocimientos más importantes de la física estadística, ofreciendo una visión amplia y actualizada de esta materia.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Repaso de Termodinámica.
2	Mecánica Estadística Clásica.
3	Mecánica Estadística Cuántica.
4	Sistemas no ideales.
5	Temas Opcionales.

#### TEMARIO

- 1 Repaso de Termodinámica (2 semanas)
  - 1.1 Teoría de representaciones, principios extremales, estabilidad.
2. Mecánica Estadística Clásica (4 semanas)
  - 2.1 Espacio Fase y Ecuación de Liouville.
  - 2.2 Postulados de la mecánica estadística.
  - 2.3 Teorema ergódico.
  - 2.4 Ensamblés micro canónico, canónico y gran canónico.

- 2.5 Otros ensambles.
- 2.6 Fluctuaciones.
- 2.7 Aplicaciones a sistemas ideales (sin interacción).
- 2.8 Gas ideal.
- 2.9 Gases ideales con grados de libertad internos.
- 2.10 Cristales.
- 2.11 Sólido de Einstein y de Debye.
- 2.12 Paramagnetismo.
  
- 3 Mecánica Estadística Cuántica (4 semanas)
  - 3.1 Estadísticas cuánticas
  - 3.2 Fermiones y bosones.
  - 3.3 Estadística de Bose-Einstein.
  - 3.4 Estadística de Fermi-Dirac
  - 3.5 Gas cuántico ideal.
  - 3.6 Condensación de Bose-Einstein.
  - 3.7 Límite clásico.
  - 3.8 Matriz de densidad.
  - 3.9 Gas de Fermi degenerado
  - 3.10 Paramagnetismo de Pauli.
  - 3.11 Diamagnetismo de Landau
  - 3.12 Gas de fotones; radiación de cuerpo negro
  - 3.13 Fonones.
  - 3.14 Magnones
  
- 4 Sistemas no ideales (4 semanas)
  - 4.1 Gases imperfectos.
  - 4.2 Desarrollo virial.
  - 4.3 Funciones de Mayer.
  - 4.4 Teorías de campo medio.
  - 4.5 Modelo de Ising en una dimensión.
  - 4.6 Ferromagnetismo.
  - 4.7 Campo molecular de Weiss.
  - 4.8 Fluido de van der Waals.
  
- 5 Temas opcionales (2 semanas)
  - 5.1 Teoría de Líquidos.
  - 5.2 Métodos Estocásticos y Teoría cinética.

## BIBLIOGRAFIA

- Callen H. B., Thermodynamics, Wiley, 1985.
- Carrington G., Basic thermodynamics, Oxford University Press, 1994.
- Chandler D., Introduction to modern statistical mechanics. Oxford University Press, Oxford, 1987.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MÉXICO

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- ☐ Hill T. L., Statistical mechanics, Dover, 1981.
- ☐ Huang K., Statistical mechanics, John Wiley, New York, 1987.
- ☐ Kadanoff L. P., Statistical physics, World Scientific, Singapore, 2000.
- ☐ McQuarrie D. A., Statistical mechanics, Harper and Row, New York, 1976. ID Morandi G., Statistical mechanics, World Scientific, Oxford, 1995.
- ☐ Plischke M. y Bergersen B., Equilibrium statistical mechanics, World Scientific, Singapore, 1994.
- ☐ Grainer W. y y Otros, Thermodynamics and Statistical Mechanics, Springer, 1994.

**U.A.E.M.**



**SECRETARIA  
GENERAL**

Página 264 de 359

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
SEMICONDUCTORES

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:**  
**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:**

### CONTENIDO TEMATICO

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Teoría elemental de la conductancia y efecto Hall                      |
| 2 | Fundamentos de la teoría de las bandas de semiconductores              |
| 3 | Estadística de electrones y huecos en semiconductores                  |
| 4 | Mecanismos de dispersión de portadores de carga en los semiconductores |
| 5 | Fenómenos cinéticos en los semiconductores                             |
| 6 | Generación y recombinación de portadores de carga en desequilibrio     |

### TEMARIO

- |     |  |
|-----|--|
| 1   | Teoría elemental de la conductancia y efecto Hall (2 semanas)                          |
| 1.1 | Clasificación de las sustancias por la magnitud de la conductancia                     |
| 1.2 | Representaciones modeladas de los mecanismos de la conductancia de los semiconductores |
| 1.3 | Conducción de un semiconductor   |
| 1.4 | Efecto Hall  |
| 1.6 | Efecto Hall para un semiconductor de conductancia mixta                                |
| 2.  | Fundamentos de la teoría de las bandas de semiconductores (3 semanas)                  |
| 2.1 | Ecuación de Schroedinger para el cristal   |
| 2.2 | Aproximación adiabática y aproximación de valencia                                     |
| 2.3 | Aproximación monoeléctronica   |
| 2.4 | Aproximación de electrones fuertemente ligados   |
| 2.5 | Números de estados en la banda permisible.   |
| 2.6 | Zona de Brillouin  |
| 2.7 | Dependencia de la energía de los electrones del vector de onda                         |

**U.A.E.M.**

Página 265 de 359



**SECRETARIA  
GENERAL**





- 2.8 Movimiento en presencia de campo eléctrico externo
- 2.9 Masa efectiva
- 2.10 Estructura de banda de algunos semiconductores
- 2.11 Teoría elemental de los niveles locales
  
- 3 Estadística de electrones y huecos en semiconductores (2 semanas)
  - 3.1 Densidad de estados cuánticos
  - 3.2 Función de distribución de Fermi-Dirac
  - 3.3 Grado de llenado de los niveles de impurezas
  - 3.4 Concentración de electrones y huecos
  - 3.5 Semiconductor extrínseco e intrínseco
  - 3.6 Nivel de Fermi de un semiconductor no degenerado
  - 3.7 Bandas de impurezas
- 4 Mecanismos de dispersión de portadores de carga en los semiconductores (3 semanas)
  - 4.1 Ecuación cinética de Boltzmann
  - 4.2 Estado de equilibrio
  - 4.3 Tiempo de relajación
  - 4.4 Sección eficaz. Tipos de centros de dispersión.
  - 4.5 Dispersión por iones
  - 4.6 Dispersión por átomos de impurezas y dislocaciones
  - 4.7 Oscilaciones térmicas de átomos en una red unidimensional.
  - 4.8 Estadística de fonones
  - 4.9 Dispersión por fonones
  
- 5 Fenómenos cinéticos en los semiconductores (3 semanas)
  - 5.1 Electroconductividad de los semiconductores
  - 5.2 Movilidad de los portadores de carga en función de la temperatura
  - 5.3 Fenómenos termoeléctricos
  - 5.4 Fenómenos de transporte en campos eléctricos intensos
  
- 6 Generación y recombinación de portadores de carga en desequilibrio (3 semanas)
  - 6.1 Portadores de carga en equilibrio y desequilibrio
  - 6.2 Generación luminosa bipolar de portadores de carga
  - 6.3 Generación luminosa monopolar
  - 6.4 Tipos de recombinación
  - 6.5 Recombinación con radiación entre bandas
  - 6.6 Recombinación con trampas
  - 6.7 Dependencia de la temperatura del tiempo de vida
  - 6.8 Centros de adherencia y centros de recombinación.

*BIBLIOGRAFIA*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- ☐ K.V. Shamilova. Física de Semiconductores. Editorial Mir.
- ☐ S. J. Vlaev and L.M. Gaggero-Sager. Some Contemporary Problems of Condensed Matter Physics. Editorial Nova Science. E. L. Nagaev. Physics of Magnetic Semiconductors. Editorial Mir.

**U.A.E.M.**  
  
**SECRETARIA  
GENERAL**



# MAESTRÍA EN CIENCIAS



**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA  
ESPECTRAL

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:**  
**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Proporcionar al estudiante un panorama de la teoría de espectral, particularmente sobre el análisis de operadores integrales sobre espacios de dimensión infinita.

La influencia de la teoría de ecuaciones diferenciales sobre la física sería difícil de exagerar, y una de sus facetas más relevantes en particular para la mecánica cuántica es la teoría espectral.

**Perfil de Egreso:** Al finalizar el curso el alumno conocerá los conceptos básicos de la teoría espectral así como su alcance como herramienta de análisis en sistemas físicos.

## CONTENIDO TEMATICO

NUMERO:	TEMA:
1	Conceptos fundamentales.
2	El teorema espectral.
3	Operadores invariantes bajo traslación.
4	El método variacional.
5	Resultados espectrales adicionales.
6	Condiciones de frontera de Dirichlet.
7	Condiciones de frontera de Neumann.
8	Operadores de Schrodinger.

- 1 Conceptos fundamentales. (6 semanas)
- 1.1 Operadores lineales no acotados.
- 1.2 Autoadjunticidad.
- 1.3 Operadores de multiplicación.
- 1.4 Perturbaciones relativamente acotadas
- 2. El teorema espectral. (4 semanas)





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 2.1 Introducción.
- 2.2 La fórmula de Helffer-Sjostrand.
- 2.3 El primer teorema espectral.
- 2.4 Subespacios invariantes y cíclicos.
- 2.5 La representación espectral  $L^2$ .
- 2.6 Convergencia resolvente normal
- 4 El método variacional. (3 semanas)
- 4.1 Clasificación del espectro.
- 4.2 Operadores compactos.
- 4.3 Positividad y potencias fraccionarias.
- 4.4 Formas cuadráticas cerradas.
- 4.5 Las fórmulas variacionales.

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL

Página 269 de 359

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES.

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Esta materia proporciona una introducción a algunos temas de procesamiento de imágenes que tienen gran aplicación en múltiples áreas del conocimiento. La primera parte presenta al estudiante los métodos básicos del procesamiento de imágenes, los cuales constituyen normalmente un procesamiento previo a análisis más avanzados. La segunda parte muestra los algoritmos clásicos de reconstrucción tridimensional con cámaras calibradas.

## CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Introducción al procesamiento de imágenes.
2	Visión biológica.
3	Operaciones básicas en el dominio espacial.
4	Operaciones en el dominio de la frecuencia espacial.
5	Segmentación.
6	Geometría de una cámara.
7	Geometría de un par de cámaras.
8	Etapas clásicas de la reconstrucción 3D.

## TEMARIO

- 1 **Introducción al procesamiento de imágenes.**
  - 1.1 Representación de una imagen y características básicas.
  - 1.2 Aplicaciones del procesamiento de imágenes.
  - 1.3 Teorema de muestreo, fórmula de Shannon.
  - 1.4 La convolución. (2 semanas)



- 2. Visión biológica.
  - 2.1 El ojo humano.
  - 2.2 Inhibición lateral.
  - 2.3 Procesamiento en la corteza.
  - 2.4 La percepción del color. (2 semanas)
  
- 3. Operaciones básicas en el dominio espacial.
  - 3.1 Descripción de la imagen.
  - 3.2 Modificación del histograma.
  - 3.3 Filtrado lineal.
  - 3.4 Filtrado no lineal – adaptativo.
  - 3.5 Pseudocoloración. (2 semanas)
  
- 4. Operaciones en el dominio de la frecuencia espacial.
  - 4.1 Análisis de señales en dos dimensiones.
  - 4.2 La transformada discreta de Fourier bidimensional.
  - 4.3 Propiedades de la transformada discreta de Fourier bidimensional.
  - 4.4 La transformada rápida de Fourier bidimensional.
  - 4.5 Filtrado en frecuencia. (2 semanas)
  
- 5. **Segmentación.**
  - 5.1 Introducción a la segmentación de imágenes.
  - 5.2 Recorte con un umbral.
  - 5.3 Segmentación orientada a regiones.
  - 5.4 Segmentación orientada a contornos.
  - 5.5 Procesamiento morfológico de imágenes.
  - 5.6 Contornos activos. (2 semanas)
  
- 6. **Geometría de una cámara.**
  - 6.1 Modelo pinhole de una cámara.
  - 6.2 Transformación perspectiva.
  - 6.3 La matriz de proyección.
  - 6.4 (2 semanas)
  
- 7. **Geometría de un par de cámaras.**
  - 7.1 Geometría epipolar.
  - 7.2 La matriz fundamental (2 semanas)
  
- 8. **Etapas clásicas de la reconstrucción 3D.**
  - 8.1 La restricción epipolar.
  - 8.2 Emparejamiento de puntos o características.
  - 8.3 Obtención de la información tridimensional. (2 semanas)



*BIBLIOGRAFIA*

Richard Hartley, Andrew Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press; 2 edition (March 25, 2004)

Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka, S. Shankar Sastry. An Invitation to 3-D Vision (Hardcover), Publisher: Springer; 1 edition (November 14, 2003)

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
PROGRAMACIÓN AVANZADA.

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria.  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORÍA:** 3  
**PRACTICA:** 2  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Introducir al estudiante a los conceptos básicos de la programación estructurada. Se pretende que el estudiante sea capaz de abstraer un problema, traduciéndolo a algoritmos que puedan ser implementados en algún lenguaje de programación.

**Perfil de Egreso:** Al finalizar el curso el estudiante será capaz de resolver problemas de diferentes áreas utilizando algoritmos que sean fácilmente traducibles a algún lenguaje de programación de utilidad para su área. Así mismo conocerá las herramientas básicas de la programación para la solución de problemas y será capaz de implementar estas para su uso en sistemas de cómputo.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 | Representación de soluciones.   |
| 2 | Estructuras principales.        |
| 3 | Tipos de datos.                 |
| 4 | Funciones.                      |
| 5 | Estructuras de datos.           |
| 6 | Estructuras de datos avanzados. |

#### TEMARIO

- |          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | <b>Representación de soluciones. (2 semanas)</b> |
| 1.1      | Diagrama de flujo.                               |
| 1.2      | Algoritmos.                                      |
| 1.3      | Características principales de un algoritmo.     |
| 1.4      | Programación estructurada y no estructurada.     |
| <b>2</b> | <b>Estructuras principales. (3 semanas)</b>      |
| 2.1      | Estructuras de control repetitivas.              |
| 2.2      | Estructuras de control condicionales.            |
| 2.3      | Estructuras de control secuenciales.             |



- 2.4 Diagramas de flujo.
- 3 **Tipos de datos. (3 semanas)**
  - 3.1 Arreglos.
  - 3.2 Cadenas.
  - 3.3 Manejo de memoria.
- 4 **Funciones. (2 semanas)**
  - 4.1 Funciones.
  - 4.2 Recursividad.
- 5 **Estructuras de datos. (3 semanas)**
  - 5.1 Pilas.
  - 5.2 Colas.
  - 5.3 Listas.
- 6 **Estructuras de datos avanzadas. (3 semanas)**
  - 6.1 Árboles binarios.
  - 6.2 Árboles balanceados AVL.
  - 6.3 BTrees.
  - 6.4 Grafos

#### BIBLIOGRAFIA

- Tucker A. B. Fundamentals of Computing I: Logic, Problem solving, programs and computers. Mc Graw-Hill (1994).
- Alfred V. Aho, Jeffrey D. Ullman, John E. Hopcroft. Data Structures and Algorithms. 3 Ed. Addison-Wesley (1983).
- Schildt H. C++. The Complete Reference. Osborne- Mc. Graw Hill. (1998).
- Schildt H. C: Manual de referencia. Osborne- Mc. Graw Hill. (1995).
- Data structures in C, A. M. Tenenbaum, Y. Langsam, M Augenstein. Prentice Hall.
- Estructura de datos y algoritmos. Aho, Hopcrof y Ullman. 1988 Addison Wesley Iberoamericana.
- Weiss, Mark Allen. Estructuras de Datos y Algoritmos. Addison-Wesley, 1995.
- Data structure and program design in C. Robert L. Cruse, Clovis L. Tondo, Bruce P. Leung, Prentice Hall.

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL.

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:**  
**No. DE CREDITOS: 10**  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**HORAS A LA SEMANA: 5**  
**TEORÍA: 5**  
**PRACTICA: 0**  
**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:** Introducir al alumno a los conceptos fundamentales y técnicas de la inteligencia artificial. El alumno conocerá las diferencias fundamentales en las principales escuelas de pensamiento de la Inteligencia Artificial, así mismo el alumno podrá relacionar la evolución de estas escuelas con respecto a los descubrimientos y escuelas de las ciencias cognitivas.

**Perfil de Egreso:** El alumno podrá hacer una clara distinción entre la antigua escuela de inteligencia artificial, conocida como GOFAL y basada en la manipulación de símbolos no cimentados y las nuevas escuelas tales como la robótica cognitiva. Al mismo tiempo, el alumno conocerá las técnicas básicas utilizadas para representar el conocimiento. Al finalizar el curso, el alumno conocerá las razones que justifican el uso de agentes artificiales autónomos para el estudio y comprensión de la cognición humana.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Fundamentos de la inteligencia artificial.
2	Representación del conocimiento.
3	Búsqueda avanzada.
4	Maquinas de aprendizaje.
5	Agentes autónomos artificiales.

#### TEMARIO

- 1 **Problemas Fundamentales de la Inteligencia Artificial. (3 semanas)**
  - 1.1 El test de Turing.
  - 1.2 El cuarto chino de Searle.
  - 1.3 El problema de la cimentación de símbolos.
  - 1.4 El problema de la relevancia (*The frame problem*).
  - 1.5 Máquinas de Turing, Godel y la IA.

2. **Representación del conocimiento. (3 semanas)**
  - 2.1 Lógica proposicional y de predicados
  - 2.2 Razonamiento Probabilístico.
  - 2.3 Teorema de Bayes. Definición del teorema de Bayes, aplicación del teorema de Bayes en problemas prácticos.
  
- 3 **Búsqueda avanzada. (2 semanas)**
  - 3.1 Algoritmos genéticos. Definición de los algoritmos genéticos, recombinación y mutación, programación genética.
  - 3.2 Recocido simulado.
  - 3.3 Búsqueda local. Búsqueda A\*.
- 4 **Máquinas de aprendizaje. (4 semanas)**
  - 4.1 Definición y ejemplos de máquinas de aprendizaje.
  - 4.2 Aprendizaje supervisado. Redes de aprendizaje neural. El perceptrón. Perceptrón multicapa. Propagación del error.
  - 4.3 Aprendizaje no supervisado. Mapas de Kohonen.
  - 4.4 Algoritmo del vecino más cercano.
  
- 5 **Agentes Autónomos Artificiales. (4 semanas)**
  - 5.1 Definición de agentes. Vehículos Braitenberg. Principios de diseño de agentes.
  - 5.2 Cognición embebida. Fundamentos históricos.
  - 5.3 Robótica evolutiva. Casos de estudio.
  - 5.4 Robótica cognitiva. Casos de estudio.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Nils J. Nilsson. Inteligencia artificial. Una nueva síntesis. McGrawHill, 2001.
2. Stuart Russell. Inteligencia Artificial, un enfoque moderno. Pearson Educación. Segunda edición, 2004.
3. Patrick Henry Winston. Inteligencia Artificial. Addison-Wesley. Ibero Americana. Tercera Edición.
4. Rolf Pfeifer and Christian Scheier. Understanding Intelligence. MIT Press, Cambridge, MA, 1999.
5. Hamad, S. The Symbol Grounding Problem. Physica D 42: 335-346. (1990).
6. Margaret Wilson. Six views of embodied cognition. Psychonomic Bulletin & Review, 9(4):625-636, 2002.
7. Tom Ziemke. Rethinking grounding. In A. Riegler, M. Peschl, and A. von Stein, editors, Understanding Representation in the Cognitive Sciences, pages 177-190. Kluwer Academic Publishers, New York, 1999.
8. Dennett, Daniel Clement. "Cognitive wheels: The frame problem in artificial intelligence". C. Hookway, Minds, Machines and Evolution (Cambridge: Cambridge University Press): 129—151.
9. John Haugeland (Editor). Mind Design II: Philosophy, Psychology, and Artificial Intelligence. The MIT Press: Revised edition (March 1, 1997).

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**

**CLAVE:**

ALGORÍTMICA AVANZADA

**ETAPA FORMATIVA:**

**ASIGNATURA:**

**No. DE CREDITOS: 10**

**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**

**SEMESTRE RECOMENDADO:**

Posgrado en Ciencias

**HORAS A LA SEMANA: 5**

**TEORÍA: 5**

**PRACTICA: 0**

**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:**

Este curso tendrá como eje rector los algoritmos de mayor relevancia para la exploración y explotación de grandes bases de datos. Tales datos pueden representar diferentes estructuras. Por ejemplo datos personales, como en un censo; gráficas (grafos), como en el caso de la web; matrices, como en problemas de optimización en gran escala.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

**NUMERO:**

**TEMA**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Material Preliminar                              |
| 2 | Algoritmos de Clasificación                      |
| 3 | Algoritmos de agrupamiento en cúmulos (Clusters) |
| 4 | Algoritmos de análisis de gráficas               |
| 5 | Otros algoritmos                                 |
| 6 | Aprendizaje colectivo                            |

#### TEMARIO

1. Material Preliminar (3 semanas)
  - a. Elementos de probabilidad y estadística.
  - b. Métodos de búsqueda directa en optimización
  - c. Gráficas (grafos)
  - d. Algunos temas de combinatoria.
2. Algoritmos de Clasificación (4 semanas)
  - a. Clasificación de acuerdo al k-ésimo vecino más cercano
  - b. Clasificador de Bayes
  - c. Árboles de decisión y su aplicación en los algoritmos ID3 y C4.5
  - d. Árboles de Clasificación y Regresión
3. Algoritmos de agrupamiento en cúmulos (Clusters) (3 semanas)
  - a. El enfoque clásico de estadística paramétrica

U.A.E.M

Página 277 de 359

- b. Algoritmo de las K-medias
4. Algoritmos de análisis de gráficas (4 semanas)
  - a. Estimación del diámetro de una gráfica
  - b. Detección de leyes de potencia
  - c. Estimación de medidas de cohesión de una gráfica
  - d. Algoritmo de Google para ordenamiento de páginas
5. Otros algoritmos (2 semanas)
  - a. Máquinas de soporte vectorial
  - b. El algoritmo A priori
  - c. Estimación de máxima verosimilitud para modelos de mezclas
6. Aprendizaje colectivo, (2 semanas)
  - a. El algoritmo AdaBoost

#### BIBLIOGRAFIA

1. Quinlan JR (1979) Discovering rules by induction from large collections of examples. In: Michie D (ed), Expert systems in the micro electronic age. Edinburgh University Press, Edinburgh
2. Jain AK, Dubes RC (1988) Algorithms for clustering data. Prentice-Hall, Englewood Cliffs
3. Vapnik V (1995) The nature of statistical learning theory. Springer, New York
4. Agrawal R, Srikant R (1994) Fast algorithms for mining association rules. In: Proceedings of the 20th VLDB conference, pp 487-499
5. Brin S, Page L (1998) The anatomy of a large-scale hypertextual Web Search Engine. Comput Networks 30(1-7):107-117
6. Tan P-N, Steinbach M, Kumar V (2006) Introduction to data mining. Pearson Addison-Wesley
7. Dietterich TG (1997) Machine learning: Four current directions. AI Mag 18(4):97-13
8. Domingos P, Pazzani M (1997) On the optimality of the simple Bayesian classifier under zero-one loss. Mach Learn 29:103-13
9. Breiman L, Friedman JH, Olshen RA, Stone CJ (1984) Classification and regression trees. Wadsworth, Belmont

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**

Taller de Cómputo

**ETAPA FORMATIVA: Disciplinaria**

**No. DE CREDITOS: 10**

**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**HORAS A LA SEMANA: 5**

**TEORIA: 5**

**PRACTICA:**

**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**

Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El objetivo de este curso es profundizar en los conocimientos de la programación a través de un lenguaje de alto nivel (python), con la finalidad de solucionar problemas prácticos con algoritmos

Durante el curso se trabajará de la siguiente manera:

Cada tema se verá

Teoría y problemas

Solución de problemas prácticos que el alumno deberá resolver

Proyecto pequeños

**TEMARIO**

1. Algoritmos

1.1.- ¿Qué es un algoritmo?

1.2.- Problemas y algoritmos

1.3.- Introducción a la complejidad computacional: temporal y espacial

2. Introducción a Python

2.1.- Definición y tipos de datos

2.2.- Expresiones aritméticas

2.3.- Variables y asignación

2.4.- Funciones predefinidas

3. Programas sencillos en Python

3.1.- Ejecución de programas

3.2.- Datos de entrada y salida

3.3.- Manejo de datos

4. Estructuras de control

4.1.- Expresiones lógicas

4.2.- Sentencias condicionales

4.3.- Sentencias iterativas

5. Tipos estructurados

5.1.- Cadenas

5.2.- Listas

5.3.- Matrices

6. Funciones

6.1.- Definición de función y uso

- 6.2.- Variables locales y globales
- 6.3.- Mecanismo de las llamadas a función
- 6.4.- Recursión
- 6.5.- Módulos

*BIBLIOGRAFIA*

- ① Python Programming: An Introduction to Computer Science, John Zelle, Franklin Beedle and Associates

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
TEORÍA DE LA ESTRUCTURA  
ELECTRÓNICA

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:**  
**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El alumno deberá manejar los conceptos básicos de la física cuántica y conocer los elementos de la teoría de estructura electrónica de átomos y moléculas. El estudiante deberá manejar los diferentes niveles de teoría en la descripción de sistemas electrónicos como átomos, moléculas y sólidos.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	ÁTOMOS MONOELECTRÓNICOS
2	ÁTOMOS MULTIELECTRÓNICOS Y ESTADOS EXCITADOS
3	INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MOLECULAR
4	INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS CRISTALINOS

#### TEMARIO

1. ÁTOMOS MONOELECTRÓNICOS
  - 1.1 La ecuación de Schrodinger para átomos de hidrogenoides
  - 1.2 Niveles de energía, momento angular orbital y espín
  - 1.3 Estructura hiperfina y efecto Lamb
2. ÁTOMOS MULTIELECTRÓNICOS Y ESTADOS EXCITADOS
  - 2.1 El hamiltoniano y el cálculo de la energía total
  - 2.2 Modelos monoeléctricos y el principio de exclusión de Pauli
  - 2.3 Teorías de Campo medio, Hartree-Fock.
    - 2.3.1 Efecto del espín en la energía total.
  - 2.4 Operadores de Coulomb y de intercambio
  - 2.5 Métodos variacionales; Métodos perturbativos
  - 2.6 Particiones del hamiltoniano: Moller-Plesset, Epstein Nesbet, Dyllal, etc
  - 2.7 Configuraciones Electrónicas y Estados excitados
  - 2.8 Paridad
  - 2.9 Acoplamiento de momentos angulares: Efectos de espín-órbita



- 3 INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MOLECULAR
  - 3.1 Estructura electrónica de moléculas.
    - 3.1.1 Aprox de Born-Oppenheimer
    - 3.1.2 Modelos SCF y la aproximación LCAO-HF. Límites de la aproximación. Conceptos básicos de la correlación electrónica.
    - 3.1.3 Algunos métodos ab initio para la descripción de la correlación electrónica
    - 3.1.4 Teoría del funcional de la densidad.
  - 4 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS CRISTALINOS
    - 4.1 La simetría translacional, equivalencia e invariancia, sistemas periódicos
    - 4.2 infinitos.  
Hamiltonianos monoelectrónicos adaptados a la simetría translacional y
    - 4.3 funciones de Bloch
    - 4.4 Primera zona de Brillouin y bandas de energía  
Métodos autoconsistentes, diferentes espacios variacionales: Bases localizadas
    - 4.5 (método de electrones fuertemente ligados), Ondas Planas.  
Dinámica Molecular y la aproximación de Carr-Parrinello

**BIBLIOGRAFIA**

1. Frank L. Pilar Elementary Quantum Chemistry, McGraw-Hill, 1968
2. Szabo y N. Ostlund, Introduction to Modern Quantum Chemistry, McGraw-Hill, 1998. Donald A. McQuarrie, Quantum Chemistry, University Science Books, 1983.
3. C. Kittel, "Quantum Theory of Solids". John Willey & Sons, New York, 1967.
4. W. A. Harrison, "Electronic Structure and the Properties of Solids". Dover Pub. Inc., New York, 1989.



**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
INTRODUCCIÓN A LAS REDES  
NEURONALES

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:**  
**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Introducir al alumno a los conceptos fundamentales y técnicas de las redes neuronales. Este curso pretende dar al alumno un panorama de las principales técnicas que se han desarrollado tomando como inspiración el funcionamiento de las neuronas biológicas.

**Perfil de Egreso:** Al finalizar el curso el alumno conocerá las bases matemáticas de funcionamiento de las principales arquitecturas y topologías de redes neuronales. Así mismo será capaz de implementar estas para su uso en sistemas de cómputo.

## CONTENIDO TEMATICO

NUMERO:	TEMA:
1	Introducción.
2	Perceptrones.
3	Perceptrones multicapa recurrentes.
4	Modelos con aprendizaje sin supervisión.
5	Introducción a los modelos dinámicos

## TEMARIO

- 1 Introducción. (2 semanas)
- 1.1 Neurona biológica.
- 1.2 Neurona Artificial.
- 1.3 Modelos de aprendizaje. Aprendizaje Hebbiano, supervisado, no supervisado, competitivo.
- 1.4 Funciones de activación

- 2. Perceptrones. (4 semanas)
  - 2.1 Modelo de un perceptron, capacidades y limitaciones.
  - 2.2 Redes Multi-capa de perceptrones.
  - 2.3 Aprendizaje de retropropagación del error.
  - 2.4 Variantes de retropropagación.
  
- 3 Perceptrones multicapa recurrentes. (4 semanas)
  - 3.1 Arquitecturas de Elman.
  - 3.2 Aprendizaje para redes recurrentes.
  
- 4 Modelos con aprendizaje sin supervisión. (4 semanas)
  - 4.1 Mapas auto-organizables.
  - 4.2 Mapas de Kohonen.
  - 4.3 Aprendizaje competitivo
  
- 5 Introducción a los modelos dinámicos. (2 semanas)
  - 5.1 Modelo de Hopfield.
  - 5.2 Modelo FitzHugh-Nagumo.
  - 5.3 Implementaciones de modelos dinámicos

#### BIBLIOGRAFIA

- ☐ Raul Rojas. Neural Networks. A systematic Introduction. Springer. 1996.
- ☐ Simon Haykin. Neural Networks. A comprehensive Foundation. Prentice Hall. 1999.
- ☐ Andrzej Cichocki, R. Unbehauen. Neural Networks for Optimization and Signal Processing. Wiley. 1993.

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
TEORÍA AVANZADA DE  
REPRESENTACIONES DE GRUPOS

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:**  
**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Se pretende impartir la teoría de representaciones de grupos y su uso en el desarrollo de métodos y algoritmos eficientes para manipular y resolver ecuaciones matriciales y tensoriales. Se hará particular hincapié en las aplicaciones relacionadas con la estructura electrónica de materiales y moléculas.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | PROPIEDADES BÁSICAS DE LOS GRUPOS ABSTRACTOS                                       |
| 2 | REPRESENTACIONES LINEALES DE GRUPOS  |
| 3 | GENERACIÓN DE REPRESENTACIONES MEDIANTE PRODUCTOS                                  |
| 4 | PRODUCTOS  |
| 5 | REPRESENTACIONES DE GRUPOS ESPACIALES. SISTEMAS CRISTALINOS                        |
| 6 | GRUPOS DE LIE. ALGEBRA Y REPRESENTACIONES LOCALIZACION Y EQUIVALENCIA POR SIMETRÍA |

#### TEMARIO

- |     |   |
|-----|---|
| 1   | PROPIEDADES BÁSICAS DE LOS GRUPOS ABSTRACTOS (1.5 semanas)                                |
| 1.1 | Propiedades generales de los grupos abstractos  |
| 1.2 | Subgrupos, Teorema de Cayley  |
| 1.3 | Clases de conjugación, Subgrupos invariantes, Clases de residuos y el teorema de Lagrange |
| 1.4 | Grupos Cocientes. Homomorfismos y grupos cocientes, Grupos producto                       |
| 2.  | REPRESENTACIONES LINEALES DE GRUPOS (3.5 semanas)   |
| 2.1 | Definición, Representaciones equivalentes (isomorfas), Representaciones Unitarias         |
| 2.2 |   |

- Subespacios estables o invariantes bajo representaciones lineales,
- 2.3 Homomorfismos de representaciones, Lemas de Schur, Teorema de Wigner
- 2.4 Primer Teorema de la Ortogonalidad, Ortogonalidad horizontal para caracteres.
- 2.5 Análisis de representaciones.  
La representación regular, Los caracteres de Dirac y el álgebra del grupo,
- 2.6 Ortogonalidad vertical para caracteres
- 2.7 Bases de representaciones irreducibles y bases adaptadas a la simetría.  
Ejemplo: Modos normales de un sistema de tres cuerpos interactuantes.
- 3 GENERACIÓN DE REPRESENTACIONES MEDIANTE PRODUCTOS (2 semanas)
- 3.1 Producto tensorial (directo) de representaciones, Coeficientes de Clebsch-Gordan, Reglas de selección, Potencia de representaciones
- 3.2 Conexiones entre representaciones irreducibles de grupos y subgrupos: Subducción de representaciones, Inducción de representaciones. El método del Grupo Chico para la generación de representaciones irreducibles
- 4 REPRESENTACIONES DE GRUPOS ESPACIALES. SISTEMAS PERIÓDICOS (2.5 semanas)
- 4.1 Grupo de las traslaciones y sus representaciones irreducibles. Vectores de Bloch y zonas de Brillouin
- 4.2 Grupos espaciales, aplicación de la teoría de los grupos chicos para encontrar sus representaciones irreducibles.
4. Objetos translacionalmente equivalentes: vectores y funciones de Wannier. Funciones de Wannier adaptadas a la simetría.
- 5 GRUPOS DE LIE ALGEBRA Y REPRESENTACIONES (3.5 semanas)
- 5.1 Grupos infinitos continuos y derivables. Variedades diferenciables y espacios tangentes
- 5.2 Grupos y álgebras de Lie. Los grupos  $O(n)$  y  $U(n)$ . Ejemplos
- 6 CÓMPUTO, LOCALIZACIÓN Y EQUIVALENCIA POR SIMETRÍA. (3 semanas)
- 6.1 Lógica, cómputo y teoría. Localización y equivalencia en general
- 6.2 Localización en sistemas extendidos y simetría espacial. Bases adaptadas a la simetría en general.
- 6.3 Métodos variacionales localizados y transformaciones unitarias de bases adaptadas a la simetría en general.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Hamermesh Group Theory and its application to physical problems, Addison
- [2] Wesley, Reading (Massachussets), 1962.
- [3] Lax Symmetry principles in Solid State and Molecular Physics, John Wiley & Sons, New York, 1974.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 📖 R. A. Evarestov, V. P. Smirnov Site Symmetry in Crystals. Theory and Applications. (second enlarged edition). Springer, Berlin, 1992.
- 📖 C. D. H. Chisholm Group Theoretical Techniques in Quantum Chemistry, Academic Press, London, 1973.
- 📖 Helne, Volker Group Theory in Quantum Mechanics. An Introduction to its Present Usage  
Dover Publications, Inc. 1993
- 📖 Weyl, Hermann., and Robertson, H.P. The Theory of Groups and Quantum Mechanics  
Dover Publications, 1 ne. 1950

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE JUEGOS.

**CLAVE:**

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria.  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Introducir al alumno a los conceptos fundamentales y técnicas de las redes neuronales. Este curso pretende dar al alumno un panorama de las principales técnicas que se han desarrollado tomando como inspiración el funcionamiento de las neuronas biológicas.

Proporcionar al estudiante un panorama actual de la teoría de juegos y su uso como herramienta de modelado de sistemas heterogeneos que presentan comportamiento cooperativo y/o competitivo, así como sus posibles aplicaciones a problemas de física y matemáticas aplicadas.

**Perfil de Egreso:** Al finalizar el curso el alumno conocerá las bases teóricas y posibles campo de aplicación de la teoría de juegos actual, así como los paradigmas clásicos de la misma.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Introducción a la teoría de juegos.
2	Juegos de minoría.
3	La dinámica del juego de minoría.
4	Juegos con información imperfecta.

#### TEMARIO

- 1 **Introducción a la teoría de juegos. (6 semanas)**
  - 1.1 Qué es una teoría de juegos.
  - 1.2 La teoría de la elección racional.
  - 1.3 Juegos con información perfecta, equilibrio de Nash.
2. **Juegos de minoría. (4 semanas)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 2.1 Razonamiento inductivo.
- 2.2 Juego de minoría estandar.
- 2.3 Definición del juego de minoría generalizado.
- 2.4 Escalas de tiempo y la naturaleza de las fluctuaciones microscópicas.
  
- 3 **La dinámica del juego de minoría. (3 semanas)**
  - 3.1 Comportamiento genérico del juego de minoría.
  - 3.2 Enfoques analíticos.
  
- 4 **Juegos con información imperfecta. (3 semanas)**
  - 4.1 Juegos Bayesianos.
  - 4.2 Juegos continuos y discretos.

### BIBLIOGRAFIA

- 📖 The mathematical theory of minority games, statistical mechanics of interacting agents. Coolen A. C. C. Oxford university press. 2005.
- 📖 An introduction to game theory. Martin J. Osborne. Oxford university press. 2003.
- 📖 Minority Games. Challet D., Marsili M., Zhang Yi-Cheng. Oxford university press. 2005.

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL



**PROGRAMA DE LA MATERIA:**

MÉTODOS DE ESTADÍSTICA CUÁNTICA

**ETAPA FORMATIVA:**

**Nº. DE CREDITOS:** 10

**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**HORAS A LA SEMANA:** 5

**TEORIA:** 5

**PRACTICA:**

**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**

Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El estudiante debe conocer algunos de los métodos principales de la teoría cuántica de campos aplicados a la física estadística, así como diversos ejemplos de su empleo, fundamentos en la teoría de la materia condensada.

**CONTENIDO TEMATICO**

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |   |
|---|---|
| 1 | El formalismo de la segunda cuantificación                          |
| 2 | Funciones de Green a $T=0$  |
| 3 | Derivación microscópica de la teoría del líquido de Fermi de Landau |
| 4 | Landau  |
| 5 | Funciones de Green a $T \neq 0$ . Formalismo de Matsubara           |
| 6 | Métodos funcionales   |
|   | Otros esquemas y formulaciones                                      |

**TEMARIO**

- 1 **El Formalismo de la Segunda Cuantificación (2 Semanas).**
  - 1.1 Ejemplo introductorio. El oscilador armónico unidimensional
  - 1.2 Representación del número de ocupación para la función de onda y los operadores de los sistemas de partículas idénticas. Sistemas bosónicos y sistemas fermiónicos. Formalismo de electrones y huecos para los fermiones.
  - 1.3 Operadores de las magnitudes físicas en la representación del número de ocupación.  
Operadores de campo.
2. **Funciones de Green a  $T=0$  (3 Semanas)**

**U.A.E.M.**



**SECRETARIA  
GENERAL**



- 2.1 Representaciones de Schrödinger, Heisenberg y de Interacción. Operador de evolución temporal.
- 2.2 La matriz S.
- 2.3 Funciones de Green para electrones y fonones.
- 2.4 Teorema de Wick. Diagramas de Feynman. Polarización del vacío. Ecuación de Dyson.
- 2.5 Dyson.
- 2.6 Reglas para la construcción de diagramas. Operador de polarización y operador de masa.  
Derivación microscópica de la teoría del líquido de Fermi de Landau.
- 3 Funciones de Green a  $T \neq 0$ . Formalismo de Matsubara (3 Semanas).
  - 3.1 Las funciones de Green de Matsubara.
  - 3.2 Funciones de Green adelantadas y retardadas. Teorema de Abrikosov-Gorkov-Dzyalozhinskii-Fradkin.
  - 3.3 Desarrollo de la matriz S. Ecuación de Dyson.
  - 3.4 Suma por las frecuencias.
  - 3.5 Interacción electrón-fonón. El problema del polarón.
- 4 Métodos Funcionales (3 Semanas).
  - 4.1 Mecánica cuántica de una partícula. Integrales de trayectoria.
  - 4.2 La integral continua para bosones.
  - 4.3 La integral continua para fermiones.
  - 4.4 Construcción de la función de partición y cálculo de la energía libre.
  - 4.5 El ejemplo de la teoría RPA de un gas de Coulomb. Función de Green y operador de Polarización.
  - 4.6 Aplicaciones en la teoría del campo medio. Superfluidez y superconductividad
- 5 **Otros esquemas y formulaciones (5 Semanas).**
  - 5.1 Formalismo de Martin y Schwinger para las funciones de Green a T finita.
  - 5.2 Funciones de Green bitemporales. Formalismo de Zubarev.
  - 5.3 El método de desarrollo en cumulantes para la matriz densidad. Teoría del campo medio. Teoría del campo medio extendida. El modelo de Ising en 2D.

#### BIBLIOGRAFIA

- 📖 G. D. Mahan "Many Particle Physics".
- 📖 Abrikosov, L. Gorkov, I. Dzyalozhinskii "Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics"
- 📖 Altland, B. Simons "Condensed Matter Field Theory (2<sup>nd</sup>. Ed.)"
- 📖 H. Kleinert "Path Integrals in Quantum Mechanics, Statistics and Polymer Physics"
- 📖 J. W. Negele, H. Orland "Quantum Many-Particle Systems".
- 📖 T. Tanaka "Methods of Statistical Physics"



**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
TEORÍA DEL SÓLIDO

**CLAVE:**  
**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria.  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:** 0  
**REQUISITOS:**

**ASIGNATURA:**  
**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** El estudiante debe comprender los fundamentos de la teoría del estado sólido, así como desenvolverse en problemas propios de las distintas áreas de esta disciplina.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Los fonones en los cristales moleculares, covalentes e iónicos
2	Ondas de plasma y de espín
3	Interacción electrón-fonón
4	Propiedades ópticas en los cristales
5	Fenómenos de transporte clásico en los sólidos
6	Superconductividad

#### TEMARIO

- 1 Los Fonones en los Cristales Moleculares, Covalentes e Iónicos (2 Semanas).
  - 1.1 Los fonones en un cristal unidimensional con uno y dos átomos por celda elemental.
  - 1.2 Los fonones en un cristal tridimensional.
  - 1.3 Interacción entre los fonones. Capacidad calorífica fonónica de los sólidos.
  - 1.4 Teoría macroscópica de las ramas ópticas de oscilaciones.
  - 1.5 Teoría de las ramas de oscilación piezoeléctricas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 1.6 Teorías macroscópica y cuántica de los polaritones.  
1.7 Teoría de la interacción de la luz con los polaritones.
- 2. Ondas de Plasma y de Espin (2 Semanas).**  
2.1 Ondas de plasma en los sólidos.  
2.2 Ondas de espin en los ferromagnéticos. Magnones  
2.3 Interacción magnón-fonón.  
2.4 Interacción magnón-magnón.  
2.5 Capacidad calorífica del gas de magnones.  
2.6 Ondas de espin en los antiferromagnéticos.
- 3 Interacción Electrón-Fonón (2 Semanas).**  
3.1 Método del potencial de deformación en los cristales covalentes.  
3.2 Interacción electrón-fonones piezoelectrónicos.  
3.3 Interacción electrón-fonón en los cristales iónicos. El problema del polarón.  
3.4 Método de las transformaciones canónicas en la teoría de la interacción electrón-fonón.  
3.5 Superconductividad.
- 4 Propiedades Ópticas en los Cristales (4 Semanas).**  
4.1 Teoría cuántica de la respuesta del cristal a una acción externa. Matriz densidad.  
4.2 Absorción intrínseca de la luz en los semiconductores.  
4.3 Excitones de Wannier-Mott. Propiedades. Absorción de la luz relacionada con excitones.  
4.4 Luminiscencia excitónica de los cristales.  
4.5 Interacción excitón-fonón en los cristales iónicos. Dispersión Raman resonante.  
4.6 Transiciones ópticas en los cristales magnetoordenados.  
4.7 Paso de la luz a través de los cristales. Permitividad del cristal.  
4.8 Variación temporal forzada del campo electromagnético en el cristal.  
4.9 Campo electromagnético en el cristal en ausencia y en presencia de dispersión espacial.  
4.10 Teoría cuántico-estadística de la propagación de la luz en los cristales.
- 5 Fenómenos de Transporte Clásico en los Sólidos (3 Semanas).**  
5.1 La ecuación de Boltzmann para los electrones.  
5.2 Conductividad y fenómenos termoeléctricos.  
5.3 Transporte de energía.  
5.4 Impurezas neutras e ionizadas.  
5.5 Dispersión electrón-electrón.  
5.6 Dispersión electrón-fonón.  
5.7 Efectos termomagnéticos y galvanomagnéticos en los cristales.  
Magnetorresistencia en campos magnéticos débiles, medios y fuertes. Efecto Shubnikov-de Haas.  
5.8 Electrones calientes en semiconductores.  
5.9 Ionización por impacto.
- 6 Superconductividad (3 Semanas).**  
6.1 Propiedades generales.

U.A.E.M.



SECRETARÍA  
GENERAL










UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 6.2 Superconductores de tipo I.
- 6.3 Superconductores de tipo II. Propiedades magnéticas.
- 6.4 Teoría microscópica.
- 6.5 Teoría de Ginzburg-Landau. Vórtices de Abrikosov.
- 6.6 Efecto Josephson. Tunelamiento
- 6.7 Superconductividad mesoscópica. Teoría de Bogoliubov-de Gennes.

### BIBLIOGRAFIA

-  O. Madelung "Introduction to Solid State Physics".
-  Ch. Kittel "Quantum Theory of Solids"
-  A. Davydov "Teoría del Sólido".
-  B. K. Ridley "Quantum Processes in Semiconductors".
-  H. Haug, S. W. Koch "Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors"
-  A. Altland, B. Simons "Concepts of Theoretical Solid State Physics"
-  Yu. M. Galperin "Introduction to Modern Solid State Physics"

**U.A.E.M.**



**SECRETARIA  
GENERAL**

**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
**MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS:**  
FORTRAN90/C++

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria  
**No. DE CREDITOS:** 10  
**SEMESTRE RECOMENDADO:**  
**HORAS A LA SEMANA:** 5  
**TEORIA:** 5  
**PRACTICA:**  
**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADÉMICOS:**  
Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Este curso da una introducción a la programación de métodos numéricos. El lenguaje de programación sería Fortran90 o C++ depende en el acuerdo entre el profesor y los alumnos. El curso dedica un tercio del tiempo en la sintaxis del lenguaje, buen estilo de programación y dos tercios a los métodos numéricos. Habrán seis tareas acompañando cada capítulo que consisten en las ecuaciones relevantes, un pseudocódigo, y un código funcional con ejemplo. A parte de las tareas, cada alumno va a llevar a cabo un proyecto relacionado al temario del curso. Se promoverá el empleo de lenguajes adicionales como MATLAB, Mathematica, Python en los pseudocódigos.

#### CONTENIDO TEMÁTICO

NUMERO:	TEMA:
1	Introducción.
2	Introducción a Fortran 90/C++.
3	Buen estilo de programación.
4	Solución de Ecuación Lineales y No lineales.
5	Interpolación y Ajuste de Curvas.
6	Diferenciación e Integración Numérica.
7	Optimización Numérica.
8	Problema Propio.

#### TEMARIO

- 1 **Introducción. (1.5 semanas)**
  - 1.1 Presentación de números digitales.
  - 1.2 Análisis de error computacional
2. **Introducción a Fortran 90/C++ (2 semanas)**
  - 2.1 Número entero, real, complejo, caracter.
  - 2.2 Vector y arreglo.
  - 2.3 Operaciones matemáticas para número, caracter y arreglo.
  - 2.4 Estructura de ciclo y condición booleana..
- 3 **Buen estilo de programación (2 semanas)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



- 3.1 Función y Subrutina
- 3.2 Módulo
  
- 4 Solución de las ecuaciones lineales y no lineales (2 semanas)**
  - 4.1 Método iterativo.
  - 4.2 Eliminación de Gauss. Factorización LU, Choleski
  - 4.3 Bisección, Secante, Regla falsa, Newton-Raphson,
  - 4.4 Interpolación Cuadrática Inversa, Brent
  
- 5 Interpolación y Ajuste de Curvas (2 semanas)**
  - 5.1 Polinomio de Newton.
  - 5.2 Polinomio de Lagrange
  - 5.3 Aproximación de Padé.
  - 5.4 Función de Spline (Trazador cúbico).
  
- 6 Diferenciación e Integración Numérica (4 semanas)**
  - 6.1 Diferenciación Numérica.
  - 6.2 Extrapolación de Richardson.
  - 6.3 Integración de Romberg.
  - 6.4 Método adaptativos de cuadratura.
  
- 7 Optimización Numérica (2 semanas)**
  - 7.1 Método de Descenso más Pronunciado
  - 7.2 Método de Gradiente Conjugado
  - 7.3 Método de BFGS
  
- 8 Problema Propio (3 semanas)**
  - 8.1 Método de Jacobi
  - 8.2 Método de Householder/QR
  - 8.3 Método de Lanczos/Jacobi-Davidson

### BIBLIOGRAFIA

#### Biblioteca de UAEM

- (1) William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky and William T. Vetterling.  
*Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing*,  
Cambridge University Press; 2 edition (September 25, 1992)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



### Biblioteca de ICF

- ☞ Daoqi Yang, *C++ and Object-Oriented Numeric Computing for Scientists and Engineers*, Springer; 1 edition (October 23, 2000)
- ☞ D. M. Etter, *Fortran 77: With Numerical Methods for Engineers and Scientists*, Benjamin-Cummings Pub Co; 2nd edition edition (February 1992)
- ☞ John R. Berryhill, *C++ Scientific Programming : Computational Recipes at a Higher Level*, Wiley-Interscience; 1 edition (September 19, 2001)
- ☞ Stephen Chapman, *Fortran 90/95 for Scientists and Engineers*, McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 2 edition (July 31, 2003)

### Biblioteca de IMATE

- ☞ R. Snieder, *A Guided Tour of Mathematical Methods: For the Physical Sciences*, Cambridge University Press; 2 edition (April 9, 2009)
- ☞ John H. Mathews, *Numerical Methods For Mathematics, Science, and Engineering*, Prentice Hall College Div; 2 Sub edition (January 30, 1992)

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## MAESTRÍA EN CIENCIAS



**PROGRAMA DE LA MATERIA:**  
ANÁLISIS DE IMÁGENES CON  
CONTORNOS ACTIVOS DE CONJUNTOS DE  
NIVEL

**ETAPA FORMATIVA:** Disciplinaria

**No. DE CREDITOS:** 10

**SEMESTRE RECOMENDADO:**

**HORAS A LA SEMANA:** 5

**TEORIA:** 5

**PRACTICA:**

**REQUISITOS:**

**PROGRAMAS ACADEMICOS:**

Posgrado en Ciencias

**OBJETIVO:** Que el alumno pueda utilizar los contornos activos geodésicos para la segmentación de imágenes que contienen objetos cuyo borde no está bien definido y que por lo tanto no puede ser encontrado con métodos tradicionales de detección de contornos.

**Perfil de Egreso:** El alumno contará con una base sólida para trabajar en el análisis de imágenes digitales utilizando los contornos activos basados en conjuntos de nivel.

### CONTENIDO TEMATICO

**NUMERO:**

**TEMA:**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Introducción                                 |
| 2 | Contornos activos paramétricos (snakes)      |
| 3 | Método de conjuntos de nivel                 |
| 4 | Implementación numérica: diferencias finitas |
| 5 | Reducción del costo computacional            |
| 6 | Multifase y multiresolución                  |

### TEMARIO

- |     |   |
|-----|---|
| 1   | Introducción (2 semanas)                            |
| 1.1 | Splines   |
| 1.2 | Nociones del cálculo de variaciones.                |
| 2.  | Contornos activos paramétricos (snakes) (2 semanas) |
| 2.1 | Energía interna: componentes locales y globales.    |
| 2.2 | Energía externa: de contorno, de línea, de esquina. |
| 2.3 | Fuerza de globo.                                    |
| 2.4 | Implementación numérica                             |







U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL

- 3 Métodos de conjunto de nivel (5 semanas)
- 3.1 Función envolvente de la curva.
- 3.2 Actualización de la función envolvente para mover la curva con una velocidad  $F$ .
- 3.3 Implementación numérica explícita.
- 3.4 Contornos activos geodésicos.
- 3.5 Regiones activas geodésicas.
- 3.6 Contornos activos ad-hoc.
  
- 4 Reducción del costo computacional (4 semanas)
- 4.1 Método de banda estrecha
- 4.2 Implementación semi-implícita
- 4.3 Método de caminata rápida
- 4.4 Método de barrido
- 5 Multifase y multiresolución (3 semanas)
- 5.1 Implementación multifase
- 5.2 Definición de funcionales donde las fases cooperen o compitan
- 5.3 Pirámide gaussiana
- 5.4 Evolución autorresolución

#### BIBLIOGRAFIA

-  Geometric Partial Differential Equations and Image Analysis. Guillermo Sapiro. Cambridge University Press
-  Level Set Methods and Fast Marching Methods. J. A. Sethian. Cambridge University Press
-  Geodesic Active Regions an Level Set Methods: Contributions and Applications in Artificial Vision. Nikos K. Paragios. PhD Thesis, January 2000
-  Geodesic Active Contours. Vicent Caselles and Ron Kimmel and Guillermo Sapiro. International Journal of Computer Vision. Vol. 22 1995 pp. 61-79.
-  Snakes: Active Contour Models. Michael Kass Andrew Witkin and Demetri Terzopoulos. International Journal of Computer Vision. Vol. 1. No. 4. (January 1988) pp. 321-331.
-  A fast sweeping method for eikonal equations. Hongkai Zhao. Mathematics of computation. Vol. 74. No. 250, pp. 603-623. 2004.