



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Matrices aleatorias: teoría y aplicaciones	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante aprenderá los principales conjuntos clásicos y cuánticos, la estadística de los eigenvalores y vectores, los conjuntos para matrices de dispersión y las aplicaciones en física nuclear, caos cuántico, transporte mesoscópico, series de tiempo e información cuántica. Aprenderá tanto técnicas numéricas para el análisis estadístico como técnicas analíticas.

OBJETIVO GENERAL: Conocer y saber utilizar los diferentes conjuntos de matrices aleatorias más comunes. Conocer diferentes áreas donde se utilizan matrices aleatorias y entender para que se sirvan. Aprender algunas técnicas para calcular promedios sobre los diferentes conjuntos.

Contenido temático

- 1. Ensembles clásicos (Dyson's 3-fold way) para Hamiltonianos (GOE, GUE, GSE) y mapeos cuánticos (COE, CUE, CSE).**
 - 1.1 Variables aleatorias, variables aleatorias con distribución Gaussiana
 - 1.2 Matrices aleatorias con elementos de distribución Gaussiana
 - 1.3 GOE, GUE GSE (Gaussian orthogonal, unitary, or symplectic ensemble)
 - 1.4 Métodos numéricos de calcular eigenvalores y eigenvectores
 - 1.5 COE, CUE, CSE (Circular orthogonal, unitary, or symplectic ensemble)
- 2. Estadística de eigenvalores y de eigenvectores.**
 - 2.1 Distribución en conjunta de eigenvalores para las matrices GOE, GUE, y GSE
 - 2.2 Distribución en conjunta de eigenvalores para las matrices COE, CUE, y CSE
 - 2.3 Distribución de eigenvectores
- 3. Ensembles para matrices de dispersión (S-matrix).**
 - 3.1 Modelo basado en un Hamiltoniano efectivo
 - 3.2 Ensemble de matrices de dispersión por el principio de máxima entropía
 - 3.3 Correlaciones entre los elementos de la matriz S
- 4. Aplicaciones en física nuclear, caos cuántico, transporte mesoscópico, series de tiempo, información cuántica.**
 - 4.1 Ensembles embebidos
 - 4.2 Teoría semiclassical, y superposición aleatoria de ondas planas
 - 4.3 Transporte cuántico
 - 4.3.1 Conductancia a través de alambres cuánticos con desorden
 - 4.3.2 Localización de Anderson
 - 4.4 Ensembles de Wishart
 - 4.5 Aplicaciones en información cuántica
- 5. Técnicas numéricas para el análisis estadístico.**
 - 5.1 Ley de Weyl para la densidad de niveles
 - 5.2 Desdoblamiento del espectro de matrices Hamiltonianas



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

5.3 Rutinas computacionales para calcular medidas estadísticas como

- 5.3.1 Distribución de distancias entre niveles vecinos
- 5.3.2 Factor de forma de 2 puntos,
- 5.3.4 Varianza de la cantidad de niveles en un intervalo dado,
- 5.3.5 Otros.

6. Técnicas analíticas.

- 6.1 Para eigenvalores
 - 6.1.1 Método del gas de Coulomb para la densidad de niveles
 - 6.1.2 Método de polinomios ortogonales
 - 6.1.3 Replica trick
 - 6.1.4 Método de supersimetría
- 6.2 Para eigenvectores
 - 6.2.1 Integración directa
 - 6.2.2 Utilizando teoría de grupos

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.



Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Thomas Gorin

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA

- Fritz Haake, "Quantum signatures of chaos", 3rd edition (Springer, 2010).
- Madan L. Mehta, "Random matrices", 3rd edition (Elsevier, 2004).
- T. A. Brody, et al., "Random-matrix physics: spectrum and strength fluctuations", Rev. Mod. Phys. 53, 385 (1981).
- T. Guhr, A. Mueller-Groeling, H. A. Weidenmueller, "Random-matrix theories in quantum physics: common concepts", Phys. Rep. 299, 189 (1998).
- J. J. M. Verbaarschot, H. A. Weidenmueller, M. R. Zirnbauer, "Grassmann integration in stochastic quantum physics: the case of compound-nucleus scattering", Phys. Rep. 129, 367 (1985).
- P. A. Mello, N. Kumar, "Quantum transport in mesoscopic systems: complexity and statistical fluctuations: a maximum-entropy viewpoint", (Oxford Univ. Press, 2004).



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Sistemas cuánticos abiertos	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Recordar la diferencia entre estados cuánticos puros y mixtos y su relación con la dinámica del sistema reducido. Aprender a resolver ecuaciones maestras de tipo de Lindblad y comprender canales y procesos cuánticos Markovianos y no-Markovianos y sus aplicaciones.

OBJETIVO GENERAL: Conocer y estudiar métodos para describir sistemas cuánticos abiertos. Poder resolver ecuaciones maestras cuánticas de diferentes tipos. Determinar el efecto del medio ambiente en un sistema cuántico.

Contenido temático

1. Cinemática: Estados mixtos.

- 1.1 Interpretación estadística de la mecánica cuántica
- 1.2 Mediciones proyectivas
- 1.3 Estados mixtos y matrices de densidad

2. Dinámica reducida.

- 2.1 Dinámica reducida y canal cuántico
- 2.2 Operadores de Kraus
- 2.2 Mediciones generalizadas (POVM)

3. Ecuaciones maestras cuánticas, tipo Lindblad.

- 3.1 Derivación microscópica de la ecuación maestra cuántica (aproximación Born-Markov)
- 3.2 Semi grupo de la dinámica cuántica
- 3.3 Operadores de Lindblad, Ecuaciones maestras tipo Lindblad
- 3.4 Ecuación maestra en óptica cuántica.
- 3.5 Ecuaciones maestras para movimiento Browniano.

4. Canales y procesos cuánticos, Markovianos y no-Markovianos.

- 4.1 Canales y procesos cuánticos
 - 4.2 Diferentes representaciones (super-operador, Choi, base de Pauli)
 - 4.3 Markovianidad y non-Markovianidad de procesos estocásticos clásicos
 - 4.4 Markovianidad y no-Markovianidad cuántica.
 - 4.5 Enfoque de Nakajima-Zwanzig
- Operadores de proyección.
 - Sistemas cuánticos de dos niveles y ecuación maestra.

5. Temas selectos y aplicaciones.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- Decoherencia.
- Procesos estocásticos (clásicos y cuánticos).
- Sistemas cuánticos abiertos en la óptica cuántica.
- Modelo de Caldeira-Leggett
- Electrodinámica cuántica abierta.
- Modelo dinámico para una medición cuántica.
- Oscilador armónico amortiguado cuántico.
- Sistemas de espín entero (bosones).

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Thomas Gorin

Profesores que participaron en la revisión del programa:



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BIBLIOGRAFÍA

- Heinz-Peter Breuer, Francesco Petruccione, “The theory of open quantum systems” (Oxford Univ. Press, 2002).
- Alick R, and Fannes M, “Quantum Dynamical Systems”, (Oxford University Press, 2001).
- Blum K., “Density Matrix Theory and Applications”, (Plenum Press N.Y., 1981).
- Davies, E.B., “quantum Theory of Open Systems”, (Academic Press, London, 1976).



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Relatividad General	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado II	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudia el principio del extremo para las ecuaciones de Einstein, campo gravitatorio con simetría esférica, agujeros negros, la aproximación del campo gravitacional débil. También los Fundamentos de cosmología relativista.

OBJETIVO GENERAL: Presentar los principios fundamentales de la relatividad general y deducir las soluciones más importantes de las ecuaciones de Einstein, en particular tales de los agujeros negros, de la cosmología relativista y de las ondas gravitacionales. Dar una sinopsis del problema de cuantización del espacio-tiempo.

Contenido temático

1. Principio de mínima acción y las ecuaciones de Einstein

- 1.2 El acercamiento de Palatini. Las ecuaciones de Einstein.
- 1.3 El principio de correspondencia entre la relatividad general y la teoría newtoniana: las ecuaciones mecánicas y las ecuaciones del campo.
- 1.4 Propiedades generales de las ecuaciones de Einstein. El campo gravitatorio intrínseco como la curvatura conforme de Weyl y las ecuaciones correspondientes.
- 1.5 El movimiento de patriculas de prueba en el campo gravitatorio. Las ecuaciones de la geodésica y de su desviación.

2. Campo gravitatorio con simetría esférica

- 2.1 El cálculo de los concomitantes de la métrica, utilizando las formas de Cartan.
- 2.2 Deducción de la solución de Schwarzschild.
- 2.3 Propiedades de esta solución: la singularidad y el horizonte. Movimiento de las partículas de prueba en el espacio tiempo de Schwarzschild.
- 2.4 La caída radial de una partícula de prueba sobre el centro de Schwarzschild, penetrando a través del horizonte. Coordenadas sincronas.
- 2.5 Efectos de la precesión del perihelio de un planeta y de la desviación de los rayos de la luz en el campo gravitatorio del sol.

3. Agujeros negros

- 3.1 El concepto del agujero negro en general. El papel de este objeto en la estructura del universo.
- 3.2 Deducción de la solución de Reissner-Nordström, un agujero negro cargado eléctricamente. Sus propiedades generales.
- 3.3 Deducción de la solución de Kerr, un agujero negro en rotación. Las propiedades de la congruencia de Kerr.
- 3.4 El fenómeno del arrastre y los efectos gravitomagnéticos.
- 3.5 Los diagramas de Penrose de los espacios-tiempos más completos formados por los agujeros negros.
- 3.6 Propiedades cuánticas de los agujeros negros. Termodinámica de los agujeros negros. Entropía y temperatura del agujero negro. La radiación de Hawking.



4. Aproximación del campo gravitacional débil

- 4.1 El pseudotensor de Papapetrou de energía-impulso en el formalismo bimétrico y las ecuaciones de Einstein en la aproximación del campo débil.
- 4.2 Ondas gravitacionales débiles: transversalidad y número de grados de libertad.
- 4.3 El flujo de energía de las ondas gravitacionales.
- 4.4 El problema de la detección de las ondas gravitacionales.

5. Fundamentos de cosmología relativista

- 5.1 El principio cosmológico (fuerte y débil). Evolución de cosmología: pre-newtoniana, newtoniana y relativista. Grupos de Bianchi y la homogeneidad espacial. El universo homogéneo lleno del polvo y la solución de Friedmann.
- 5.2 Los principios de la cosmología (newtoniana y relativista). Desplazamiento hacia el rojo cosmológico, el horizonte cosmológico y la singularidad inicial. Tres tipos de modelos posibles. La constante cosmológica, el problema de energía oscura y materia oscura.

6. Sinopsis de los problemas de la relatividad general relacionados con física clásica y cuántica

- 6.1 La importancia del problema pendiente de cuantización del campo gravitatorio.
- 6.2 El papel de la relatividad en la astrofísica moderna, incluso los efectos cuánticos en las etapas tempranas como también en las regiones de escalas de Planck. Información cuántica, su papel en creación de la teoría cuántica de gravitación. Gravitación como fenómeno emergente.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:	Profesores que participaron en la revisión del programa:
---	--

Bibliografía

- C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, Gravitation. San Francisco: W.H. Freeman, 1973.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, Teoría del campo. Moscú: Nauka, 1973.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, Teoría clásica de los campos. Barcelona: Editorial Reverté, 1973.
- S. Chandrasekhar, The mathematical theory of black holes. Oxford: Clarendon Press, 1992.
- M. P. Ryan and L. C. Shepley, Homogeneous relativistic cosmologies. Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1975.
- J. A. Peacock, Cosmological physics. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1999.
- R. M. Wald, General relativity. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1984.
- R.J.A. Lambourne, RELATIVITY, GRAVITATION AND COSMOLOGY Cambridge Univ. Press, 2010
- W. Rindler, RELATIVITY: SPECIAL, GENERAL, AND COSMOLOGICAL, Oxford Univ. Press, 2006
- F. Scheck, Classical Field Theory: On Electrodynamics, Non-Abelian GaugeTheories and Gravitation, Springer-Verlag, 2012.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Teoría de campo de gauge	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudiar los campos clásicos, la teoría clásica de campo de gauge, ruptura espontánea de la simetría y objetos topológicos en la teoría de campo de gauge.

OBJETIVO GENERAL: Aprender los principios y bases de la teoría de campo de gauge. Ser capaz de manejar diversas técnicas de teoría de campo de gauge.

Contenido temático

1. Campos clásicos.

- 1.1. Campo escalar.
- 1.2. Ecuaciones de Klein-Gordon y Dirac.
- 1.3. Spinors de Dirac.
- 1.4. Álgebra de las matrices gama.
- 1.5. Campo electromagnético.
- 1.6. Ecuaciones de Maxwell y la geometría diferencial.

2. Teoría clásica de campos de norma.

- 2.1. Principios variacionales y el teorema de Noether.
- 2.2. Simetría local en la teoría del campo.
- 2.3. Campos escalares complejos y campos electromagnéticos.
- 2.4. Topología y vacío: Efecto de Aharonov-Bohm.
- 2.5. Campos de Yang-Mills.
- 2.6. Geometría de campos de norma.

3. Ruptura espontánea de la simetría.

- 3.1. El teorema de Goldstone: simetría discreta y continua.
- 3.2. El mecanismo de Higgs.
- 3.3. Concepto del vacío.
- 3.4. Modelo de Weinberg-Salam.

4. Objetos topológicos en a teoría de campos de norma.

- 4.1. Kink de Sine-Gordon.
- 4.2. Líneas vortiginosas.
- 4.3. Solitones.
- 4.4. Monopolo de Dirac.
- 4.5. Monopolo de t'Hooft-Polyakov.
- 4.6. Instantones.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Alexander Nesterov

Profesores que participaron en la revisión del programa:



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BIBLIOGRAFÍA

- L.H. Ryder, Quantum field theory. Cambridge Univ. 1985.
 - K. Moriyasi, An elementary primer for gauge theory. World Scientific, 1983.
 - K. Huang, Quark, Leptons and Gauge Fields, World Scientific, 1992.
 - T.P. Cheng and L.F. Li, Gauge theory of Elementary Particle Physics. Oxford, Clarendon Press, 1984.
 - A.A. Sokolov, I.M. Ternov, V. Ch. Zhukovski and A.V. Borisov, Gauge Fields, Moscow, Moscow University, 1986.
 - W. Greiner and G. Reinhardt, Field Quantization, N.Y., Springer-Verlag, 1996.
 - A.S. Shwartz, Quantum field theory and Topology, Moscow, Nauk, 1989.
- J. Madore, Geometric methods in Classical field Theory, Phys Rep. 75,3.125-204, 1981



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Teoría de campo	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudiar las ecuaciones relativistas de ondas, principios generales de la teoría de campo, cuantización canónica e interpretación en términos de partículas, integrales funcionales y mecánica cuántica y cuantización a través del método de integrales funcionales y reglas de Feynman.

OBJETIVO GENERAL: Aprender los principios y bases de la teoría de campos. Ser capaz de Ser capaz de manejar diversas técnicas de teoría de campo.

Contenido temático

1. Ecuaciones relativistas de ondas

- 1.1 Ecuación de Klein-Gordon.
- 1.2 Ecuación de Dirac.
- 1.3 Matrices de Dirac, álgebra matrices de Dirac. Límite no relativista.
- 1.4 El grupo de Poincaré: los operadores del espín y límite de la masa nula.
- 1.5 Ecuaciones de Maxwell y Proca.

2. Principios generales de la teoría de campo

- 2.1. Principios varacionales, funcional de acción.
- 2.2. Ecuaciones de campo.
- 2.3. Formalismo de Hamilton en la teoría de campo.
- 2.4. Teorema de Noether y las leyes de conservación.
- 2.5. Campo escalar (real y complejo).
- 2.6. Campo electromagnético.
- 2.7. Campo gravitatorio.
- 2.8. Campo de Yang-Mills.

3. Cuantización canónica e interpretación en términos de partículas

- 3.1. Campo escalar real de Klein-Gordon.
- 3.2. Campo escalar complejo de Klein-Gordon.
- 3.3. Campo electromagnético.
- 3.4. Campo de Dirac.
- 3.5. Campo vectorial con masa.

4. Integrales funcionales y mecánica cuántica

- 4.1. Integrales funcionales - formulación de la mecánica cuántica.
- 4.2. Teoría de perturbaciones y S-matriz.
- 4.3. Dispersión de Coulomb.
- 4.4. Conceptos básicos del cálculo funcional.

5. Cuantización a través del método de integrales funcionales y reglas de Feynman

- 5.1. Funciones de Green atrasadas y avanzadas.
- 5.2. Ejemplo de campo escalar.
- 5.3. Representaciones integrales.
- 5.4. Simetrías de funciones de Green.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- 5.5. Propagador de Feynman. Series y las fórmulas asintóticas.
- 5.6. Funcional generatriz para campos escalares.
- 5.7. Integración funcional. Función de Green de partículas libres.
- 5.8. S-matriz, problemas de dispersión. Los ejemplos simples.
- 5.9. Problemas de cuantización de campo gravitatorio.
- 5.10. Conceptos básicos de campos de norma.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Alexander Nesterov

Profesores que participaron en la revisión del programa:



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Bibliografía

- L.D. Landau y E.M. Lifshitz, Teoría clásica de los campos. S.A.: Reverté, 1973.
- L. Ryder, Quantum field theory. Cambridge Univ. 1985.
 - N.N. Bogolyubov and D.V. Shirkov, Introduction to the Theory of Quantum Fields, Moscow: Nauka, 1984.
 - S. Weinberg, The Quantum Theory of Fields, Vol I, Cambridge, Univ. Press, 1995.
 - S. Weinberg, The Quantum Theory of Fields, Vol II, Cambridge, Univ. Press, 1996.
 - M. Kaku, Quantum Field Theory: A Modern Introduction, N.Y., Oxford Univ. Press, 1993.
 - W. Greiner and G. Reinhardt, Field Quantization, N.Y., Springer-Verlag, 1996.
 - N.V. Mitskievich, Campos físicos en la relatividad general. M.: Nauka. 1969.
 - P. Ramond, Field theory: a modern primer. Benjamin/Cummings Publishing, 1984.
 - K. Moriyasi, An elementary primer for gauge theory. World Scientific, 1983



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Métodos de óptica cuántica	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudia la cinemática y dinámica de sistemas atómicos, la cinemática y dinámica del campo electromagnético cuantizado, el modelo de Jaynes-Cummings, las interacciones colectivas, modelos con disipación.

OBJETIVO GENERAL: Dominar los conceptos principales y métodos avanzados de la óptica cuántica.

Contenido temático

1. Cinemática y dinámica de sistemas atómicos.

- 1.1 Cinemática de un átomo con dos niveles de energía.
- 1.2 Sistemas atómicos colectivos. Estados de Dicke.
- 1.3 Estados coherentes atómicos.
- 1.4 Estados atómicos comprimidos.
- 1.5 Sistemas atómicos con varios niveles de energía.
- 1.6 Dinámica de un átomo en campo electromagnético clásico
- 1.7 Dinámica de sistemas atómicos colectivos en campo electromagnético clásico

2. Cinemática y dinámica del campo electromagnético cuantizado.

- 2.1. Campo electromagnético cuantizado.
- 2.2. Estados coherentes, comprimidos, térmicos.
- 2.3. Operador y distribución de fase
- 2.4. Cuasidistribuciones.
- 2.5. Dinámica del Amplificador paramétrico degenerado y no degenerado
- 2.6. Evolución en el medio de Kerr.

3. Modelo de Jaynes-Cummings.

- 3.1 Espectro y evolución de la función de onda.
- 3.2. Operador de evolución.
- 3.3. Diagonalización del Hamiltoniano.
- 3.4. Colapsos y resurgimientos de la inversión atómica.
- 3.5. Estados atrapados y Factorización de la función de onda.

4. Interacciones colectivas.

- 4.1. Modelo de Dicke. Hamiltoniano de interacción.
- 4.2. Metodo perturbativo.
- 4.3. Caso del campo débil.
- 4.4. Caso del campo fuerte. Límite semiclásico. Aproximación cuasi lineal.
- 4.5. Modelo de Dicke en el límite dispersivo.
- 4.6 Dinámica en el espacio de fase.

5. Modelos con disipación.

- 5.1. Características generales de sistemas con disipación.
- 5.2. Forma de Linblad. Propiedades.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- 5.3. Propiedades generales de disipación en sistemas con espectro equidistante.
- 5.4. Disipación del campo cuántico. Efecto del campo de bombeo.
- 5.5. Disipación en sistemas atómicos.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Andrei Klimov

Profesores que participaron en la revisión del programa:



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Bibliografía

- M.O. Scully, M.S.Zubairy, Quantum optics, Cambridge Univ.Press, 1997
- W.Louisell, Quantum statistical properties of radiation, Wiley, 1974
- G.Walls, Quantum optics, Springer, 1987
- C. Carmichel, Statistical methods in quantum optics, Springer, 1998
- G. Agarwal Quantum optics, Cambridge Univ. Press, 2013
- A.B. Klimov, S.M. Chumakov , “Algebraic methods in quantum optics” (Wiley VCH, 2009)



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Métodos asintóticos	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Desarrollo asintótico, ecuaciones algebraicas con parámetros pequeños, asintótica integrales, funciones especiales y sus asintóticas, asintóticas de series, ecuaciones diferenciales ordinarias: asintóticas de soluciones

OBJETIVO GENERAL: Dominar los métodos principales de la teoría de aproximaciones asintóticas y sus aplicaciones.

Contenido temático

1. Desarrollo asintótico.

- 1.1 Funciones semejantes. Símbolos de orden.
- 1.2 Estimaciones asintóticas elementales.
- 1.3 Concepto de series asintóticas. Propiedades.

2. Ecuaciones algebraicas con parámetros pequeños.

- 2.1. Ecuaciones cuadráticas y cúbicas.
- 2.2. Ecuaciones de órdenes superiores.
- 2.3. Ecuaciones transcendentales.

3. Asintóticas de integrales.

- 3.1. Integrales con una singularidad débil.
- 3.2. Método de integración por partes.
- 3.3. Método de Laplace.
- 3.4. Método de fase estacionaria.
- 3.5. Singularidades logarítmicas.

4. Funciones especiales y sus asintóticas.

- 4.1. Funciones integrales.
- 4.2. Polinomios ortogonales.
- 4.3. Funciones de Bessel.
- 4.4. Función de Riemann.

5. Asintóticas de series.

- 5.1 Formula de sumación de Euler-Mac-Loren y sus aplicaciones.
- 5.2. Sumación por partes.
- 5.3. Formula de sumación de Poisson y sus aplicaciones.
- 5.4. Formula de sumación de Abel-Plana. Regularización de series.

6. Ecuaciones diferenciales ordinarias: asintóticas de soluciones.

- 6.1. Transformación de Louiville.
- 6.2. Aproximación de Louiville-Green (método WKB).
- 6.3. Puntos de retorno.
- 6.3. Ecuaciones diferenciales con una no linealidad débil
- 6.4. Método de promedios.



- 6.5. Ecuación de Duffing.
- 6.6. Ecuación de Mathieu.
- 6.7. Problemas con una perturbación singular.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Andrei Klimov

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- F.W. Olver, Asymptotics and special functions, Academic Press, 1974
- A.M.Naifeh, Introduction to perturbations methods, Wiley, 1981
- G.Andrews, R.Askey, R.Roy, Special functions, Cambrige Univ..Press, 1999.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Teoría de espacio fase y sus aplicaciones	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudiar los elementos de grupos y álgebras de Lie, estados coherentes para diferentes grupos de Lie, la cuantización y funciones de cuasidistribución.

OBJETIVO GENERAL: Dominar los métodos de cuantización y la teoría de las funciones de cuasidistribución y sus aplicaciones en la cinemática y dinámica cuántica

Contenido temático

1. Elementos de grupos y álgebras de Lie

- 1.1 Concepto de grupo de Lie y sus representaciones
- 1.2 Concepto de álgebra de Lie y sus representaciones
- 1.3 Espacios homogéneos.
- 1.3 Ejemplos: Grupo de Heisenberg-Weil $H(1)$, Grupo $SU(2)$, Grupo $SU(1,1)$

2. Estados coherentes para diferentes grupos de Lie.

- 2.1 Definición y propiedades de los estados coherentes.
- 2.2. Ejemplos: Grupo de Heisenberg-Weil $H(1)$, Grupo $SU(2)$, Grupo $SU(1,1)$
- 2.3 Espacio de fase. Ejemplos.
- 2.3 Aplicaciones físicas

3. Cuantización y funciones de cuasidistribución

- 3.1 Cuantización de Weyl
- 3.2 Decuantización y funciones de cuasidistribución s-ordenados
- 3.3 El acercamiento de Moyal.
- 3.4 Concepto de producto estrella. Dinámica cuántica en el espacio de fase.
- 3.5 Ejemplos: Grupo de Heisenberg-Weil $H(1)$, Grupo $SU(2)$
- 3.6 Límite semiclásico
- 3.6 Aplicaciones

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Andrei Klimov

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- A.Perelomov, Generalized coherent states and their applications, Springer-Verlag, 1984.
- J.Klauder, S.Skaderstam, Coherent states: applications in physics and mathematical physics, World Scientific, 1985
- W.Greiner, B.Muller, Quantum mechanics. Symmetries, Springer, 1992.
- A.B. Klimov, S.M. Chumakov , “Algebraic methods in quantum optics” (Wiley VCH, 2009)



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Sistemas cuánticos discretos	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudiar los elementos de teoría de campos finitos, espacio de fase discreto y aplicaciones físicas.

OBJETIVO GENERAL: Conocer la teoría sistemas cuánticos discretos y sus aplicaciones físicas

Contenido temático

1. Elementos de teoría de campos finitos

- 1.1 Concepto de campos finitos
- 1.2 Campos finitos de dimensión prima.
- 1.3 Campos finitos de dimensión potencia de prima (caso impar)
- 1.4 Campos finitos de dimensión potencia de prima (caso par)
- 1.5 Grupo generalizado de Pauli
- 1.6 Grupo de Clifford

2. Espacio de fase discreto

- 2.1 Construcción y estructura del espacio de fase discreto (dimensión prima)
- 2.2 Construcción y estructura del espacio de fase discreto (dimensión potencia de prima)
- 2.3 Operaciones en el espacio de fase.
- 2.4 Funciones de cuasi-distribución (dimensión prima).
- 2.5 Funciones de cuasi-distribución (dimensión potencia de prima).
- 2.6 Ejemplos

3. Aplicaciones físicas

- 3.1 Bases mutuamente imparciales
- 3.2 Tomografía cuántica
- 3.3 Estados generalizados de Bell.
- 3.3. Estados coherentes y comprimidos discretos
- 3.4. Cuadrados latinos.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global



Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Andrei Klimov

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- R. Lidl, H. Niederreiter, 'Finite fields' (Cambridge Univ. Press Cambridge, 1997)
- A. Vourdas, 'Quantum systems with finite Hilbert space', Rep. Prog. Phys. **67**, 267-320 (2004)
- "On mutually unbiased bases" T. Durt, B-G. Englert, I. Bengtsson, K. Życzkowski, arXiv:1004.3348v2 [*Int. J. Quantum Inform.* **08**, 535 (2010)]
- "On discrete structures in finite Hilbert spaces", I. Bengtsson, K. Życzkowski, arXiv:1701.07902.
- I. Bengtsson and K. Życzkowski. *Geometry of Quantum States. An Introduction to Quantum Entanglement*. Cambridge University Press, 2006. Second Edition, CUP, 2017.
- G. Bjork, A.B. Klimov and L.L. Sanchez-Soto "Discrete Wigner function", Prog. Opt, **51** 470 (2008).



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Computación e información cuántica	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudiar los principales algoritmos cuánticos, las bases de la información cuántica

OBJETIVO GENERAL: Conocer la teoría sistemas computacionales cuánticos y la teoría de la información cuántica.

Contenido temático

1. Introducción

- 1.1 MOSFETS y ley de Moore.
- 1.2 Compuertas lógicas irreversibles y reversibles.
- 1.3 Universalidad de compuertas irreversibles e irreversibles.
- 1.4 Comparación de Computación Clásica Digital (bit) y Computación Cuántica (qubit)
- 1.5 Linealidad de la Mecánica Cuántica, superposición, y paralelismo computacional..
- 1.6 Circuitos cuánticos.
- 1.7 Compuertas cuánticas universales.
- 1.8 Tiempo de relajación cuántica y tiempo operacional del sistema cuántico.
 - 1.13 Sistemas cuánticos óptimos para la realización de una computadora cuántica.
 - 1.14 Ejemplos físicos de computadoras cuánticas.
 1. Concepto de estados entrelazados.
 2. Criptografía e encriptación, sistemas de 1 y 2 llaves.

2. Algoritmos cuánticos

- 2.1 Algoritmo de Deutsch-Jozsa
- 2.2 Algoritmo de Simon
- 2.3 Algoritmo de Grover .
- 2.4 Algoritmo Transformada de Fourier.
- 2.5 Algoritmo de Shor.
- 2.6 Algoritmos de corrección de errores.
- 2.7 Algoritmo de teleportación.
- 2.8 Algoritmo de Bernstein-Vazirani
- 2.9 Algoritmos de subgrupos cuánticos ocultos.
- 2.10 Parámetros de Pureza, Fidelidad, Concordia como medidas
- 2.11 Matriz de densidad y ecuación de von Neumann.

3. Información cuántica I

- 3.1 Decoherencia cuántica y ecuación de Lindblad.
- 3.2 Caracterización de estados entrelazados de registros de n-qubits.
- 3.3 Entropía de von Neuman.
- 3.4 Sistemas compuestos.



- 3.5 Medida de entrelazamiento.
- 3.6 Teoría de comunicación cuántica.
- 3.7 Algebra geométrica en procesamiento de la información cuántica.
- 3.8 Protocolos de purificación multi-partita.
- 3.9 Corrección de errores cuántico.
- 3.10 Entropía relativa, entropía cuántica.

4. Información cuántica II

- 4.1 Información mutua, privada,coherente,
- 4.2 Lema de empaquetamiento.
- 4.3 Teorema de compresión de datos.
- 4.4 Concentración de entrelazamiento.
- 4.5 Información de Helevo
- 4.6 Teorema de no-clonación y capacidad cuántica.
- 4.7 Teorema de no-comunicación.
- 4.8 Capacidad cuántica.
- 4.9 Entropía Shanon con y sin ruido.
- 4.10 Sistemas cuánticos con ruido compuestos y no compuestos.
- 4.11 Comunicación coherente.
 - 1. Fidelidad de un canal cuántico con ruido.
 - 2. Comunicación en canales clásicos y cuánticos con ruido.
 - 3. Teorema de Schumacher.
 - 4. Criptografía cuántica.
- 4.16 Ejercicios

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Thomas Gorin

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- M.A. Nielsen and I.L. Chuang, Quantum Information and Quantum Computation, Cambridge University Press, 2000.
- D. J. C. MacKay, "Information Theory, Inference, and Learning Algorithms", CUP 2003, available online: <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/itila/book.html>
- M. M. Wilde, "From Classical to Quantum Shannon Theory", CUP; <http://arxiv.org/abs/1106.1445>.
- J. Preskill, Chapter 5 of his lecture notes: Lecture notes on Quantum Information Theory <http://www.theory.caltech.edu/~preskill/ph229/#lecture>.
- M.M. Wilde, "Quantum Information Theory", Cambridge University Press, 2013.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Física de materiales	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-Laboratorio	Requisitos: ninguna	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO: Estudiar la estructura cristalina y enlaces, imperfecciones estructurales, difusión, diagramas de Fase en equilibrio, teoría del Electrón Libre, propiedades eléctricas y magnéticas de sólidos

OBJETIVO GENERAL: Aprender los modelos físicos que permiten la descripción de las propiedades de los diferentes tipos de materiales

Contenido temático

1. Estructura cristalina y enlaces.

- 1.1. Estructura Cristalina, redes de Bravais.
- 1.2. Indices de Miller.
- 1.3. Difracción de rayos X por cristales. Ley de Bragg.
- 1.4 Reflexiones extinguidas.
- 1.5 Simetría y grupos espaciales.
- 1.6 Red Reciproca
- 1.7 Zonas de Brillouin
- 1.8 Enlaces interatómicos.
- 1.9 Enlace metálico.
- 1.10 Enlaces iónicos, covalentes y de Van de Waals.

2. Imperfecciones estructurales.

- 2.1 Defectos Frenkel y Schottky.
- 2.2 Transformaciones orden-desorden.
- 2.3 Sólidos no-estequiométricos.
- 2.4 Deformación plástica y dislocaciones.
- 2.5 Interacción entre dislocaciones. Fuente de Frank-Read.

3 Difusión.

- 3.1 Difusión por movimiento de vacantes.
- 3.2 Movimiento de largo alcance.
- 3.3 Leyes de Fick.
- 3.4 Difusión como un proceso térmicamente activado.
- 3.5 Dependencia de las impurezas en la difusión.

4. Diagramas de Fase en equilibrio.

- 4.1 Regla de fase de Gibbs.
- 4.2 Diagramas de fase de un componente.
- 4.3 Métodos de determinación de diagramas de fase..
- 4.4 Diagramas eutécticos. Fusión incongruente.
- 4.5 Soluciones sólidas.



4.6 Diagramas complejos.

5. Teoría del Electrón Libre en Metales.

- 5.1. Niveles de Energía
- 5.2. Distribución de Fermi-Dirac
- 5.3. El Gas de Electrones Libres
- 5.4. Capacidad Calorífica del Gas de Electrones
- 5.5. Conductividad Eléctrica y Ley de Ohm
- 5.6. Efecto Hall.
- 5.7. Origen del Energy gap.
- 5.8. Funciones de Bloch.

6. Propiedades Eléctricas.

- 6.1 Tipos de portadores de carga.
- 6.2 Números de transferencia.
- 6.3 Conducción iónica en cristales.
- 6.4 Transportadores rápidos de iones.
- 6.5 Conductividad mixta.
- 6.6 Concentración y movilidad de agujeros-electrones.
- 6.7 Propiedades de Materiales dieléctricos y ferroeléctricos.
 - 6.7.1 Constante dieléctrica y polarizabilidad.
 - 6.7.2 Cristales ferroeléctricos y su clasificación.
 - 6.7.3 Transiciones displasivas.
 - 6.7.4 Teoría de Landau de transiciones de fase.
 - 6.7.5 Antiferroelectricidad.
 - 6.7.6 Dominios ferroeléctricos
 - 6.7.7 Piezoelectricidad.
- 6.8 Superconductividad.

7. Propiedades Magnéticas de Sólidos

- 7.1 Paramagnetismo.
- 7.2 Teoría cuántica del paramagnetismo.
- 7.3 Reglas de Hund.
- 7.4 Orden Ferromagnético.
- 7.5 Temperatura de Curie.
- 7.6 Ferrimagnetismo.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global



Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- Callister W.D. Materials Science and Engineering. An Introduction. 7th Ed. 2007, J. Wiley, New York.
- Rohrer, Gregory S. Structure and Bonding in Crystalline Materials, 2001, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gründler P. Chemical Sensors: An Introduction for Scientists and Engineers, 2007 Springer, Berlin.
- Wells A.F. Structural Inorganic Chemistry, 2012, Oxford, London.
- Hummel, Electronic Properties of Materials, 2nd Ed. 1993, Springer-Verlag, Berlin.
- Kittel Ch. Introduction to Solid State Physics. 7th Ed. 1996, John Wiley & Sons, New York.
- McKelvey, J.P. Física del Estado Sólido y Semiconductores, Tercera Ed., 1989, Limusa, México.
- Shewmon P. Diffusion in Solids. 1989, 2nd Ed. TMMS, New York.
- Swalin R.A. Thermodynamics of Solids. 1972, John Wiley and Sons New York.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Métodos de caracterización de materiales	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudiará y pondrá en práctica los métodos de difracción de rayos X., microscopías electrónicas, espectroscopias ópticas, análisis térmico, determinación de propiedades eléctricas de sólidos, determinación de propiedades mecánicas de sólidos.

OBJETIVO GENERAL: Aprender los fundamentos de las técnicas de caracterización y su aplicación práctica en el estudio de los materiales.

Contenido temático

1. Difracción de rayos X

1.1 Conceptos fundamentales.

1.1.1 Definiciones: Celda unitaria, sistemas cristalinos, simetría, redes de Bravais.

1.1.2 Principios básicos de difracción (interferencia constructiva).

1.1.3 Ley de Bragg.

1.2 Difracción de rayos X de polvo.

1.3 Difracción de rayos X simultánea con incremento de temperatura (termodifractometría).

1.4 Difracción de rayos X de monocristal.

1.5 Difracción de electrones.

1.6 Aplicaciones

1.6.1 Identificación de fases cristalinas usando bases de datos.

1.6.2 Determinación de tamaño de cristal (cristallite).

1.7. Práctica de laboratorio de difracción de rayos X en polvo de muestras inorgánicas comunes.

2. Microscopías electrónicas

2.1 Introducción: Microscopía óptica.

2.2 Microscopía Electrónica

2.2.1 Microscopía Electrónica de barrido (SEM: Scanning Electron Microscopy).

2.2.2 Microscopía Electrónica de transmisión (TEM: Transmission Electron Microscopy).

2.2.3 Microscopía de tunelaje (STM: Scanning Tunneling Microscopy).

2.3 Aplicaciones y ejemplos.

2.3.1 Morfología y tamaño de partícula.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- 2.3.2 Identificación de fases con diferente número atómico (Z), pureza y homogeneidad.
- 2.3.3 Defectos en cristales, transiciones de fase
- 2.3.4 Análisis mediante espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (microanálisis).

2.4 Práctica de laboratorio de Microscopía Electrónica de barrido

3. Espectroscopias ópticas

- 3.1 Espectroscopía vibracional: IR y Raman.
- 3.2 Espectroscopía visible y ultravioleta.
- 3.3 Resonancia magnética nuclear.
- 3.4 Espectroscopías de rayos X (X-ray photoelectron spectroscopy)
- 3.5 Aplicaciones y ejemplos.
- 3.6 Práctica de laboratorio de espectroscopía UV-vis de pigmentos y otras sustancias comunes

4. Análisis Térmico

- 4.1 Análisis térmico diferencial.
- 4.2 Análisis termogravimétrico.
- 4.3 Aplicaciones y ejemplos.
 - 4.3.1 Estudio de transiciones de fase.
 - 4.3.2 Estudio de reacciones de descomposición.
 - 4.3.3 Determinación de diagramas de fase.

5. Determinación de propiedades eléctricas de sólidos

- 5.1 Métodos para la determinación de la conductividad eléctrica
- 5.2 Espectroscopía de impedancia
- 5.3 Efecto Hall y determinación de portadores de carga
- 5.4 Fotoconductividad

6. Determinación de propiedades mecánicas de sólidos

- 6.1 Determinación experimental del módulo de Young
- 6.2 Técnicas de indentación (Vickers, Rockwell, Brinell, etc), nanoindentación
- 6.3 Determinación de parámetros de fatiga en materiales

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global



Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- Leng, Y. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2013, Wiley-VCH.
- Seeck O.H., Bridget M., X-Ray Diffraction: Modern Experimental Techniques, 2015, CRC Press (Taylor and Francis).
- Perkowitz, S., Optical Characterization of Semiconductors: Infrared, Raman, and Photoluminescence Spectroscopy, 2012, Academic Press.
- Schroder D.K. Semiconductor Material and Device Characterization, 3rd Ed., 2008, Wiley-IEEE Press.
- Evans Ch., Brundle R., Wilson, Encyclopedia of Materials Characterization, 1992, Butterworth-Heinemann.
- M.F. Ashby, H. Shercliff , D. Cebon, Materials: Engineering, Science, Processing and Design , 2013, Butterworth-Heinemann.
- Loehman R.L. Characterization of ceramics. Materials Characterization Series. Surfaces, Interfaces and Thin films, 1993, Butterworth-Heinemann.
- Cahn R.W., Lifshin E. Eds. Concise Encyclopedia of Materials Characterization, 1986, Pergamon Press.
- Carpinteri, M. De Freitas, A. Spagno, Biaxial/Multiaxial Fatigue and Fracture, Volume 31, 1st Edition, 2003, Elsevier



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Física de dispositivos semiconductores	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-Laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudiaron las propiedades eléctricas de sólidos, así como las propiedades y aplicaciones de semiconductores.

OBJETIVO GENERAL: Entender los fundamentos físicos que rigen el funcionamiento de los dispositivos semiconductores.

Contenido temático

1. Propiedades eléctricas de sólidos

- 1.1 Estructura del átomo
- 1.2 Electrones ligados al núcleo
- 1.3 Electrones de valencia y de conducción
- 1.4 Materiales conductores (metales)
- 1.5 Materiales aislantes
- 1.6 Materiales semiconductores

2. Propiedades de semiconductores

- 2.1 Teoría de bandas
- 2.2 Banda de Valencia
- 2.3 Banda de Conducción
- 2.4 Semiconductores intrínsecos
- 2.5 Semiconductores extrínsecos

3. Aplicaciones de semiconductores

- 3.1 Diodo
- 3.2 Curvas características (curvas de polarización)
- 3.3 Diodos de unión p-n
- 3.4 Diodos Zener
- 3.5 Aplicaciones del diodo
- 3.6 Transistor bipolar y tiristores
- 3.7 Barreras de Schottky
- 3.8 Celdas solares



Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:	Profesores que participaron en la revisión del programa:
---	--

Bibliografía

- Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics, 2001, Wiley, New York.
- Sze S.M., Ng K.K., Physics of Semiconductor Devices, 2006, 3rd Ed. Wiley-Interscience.
- Bracco G., Holst B., 2013, Surface Science Techniques, Springer.
- Dalven R. Introduction to Applied Solid State Physics: Topics in the Applications of Semiconductors, Superconductors, Ferromagnetism, and the Nonlinear Optical Properties of Solids, 1990, 2nd Ed. Springer.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- Perkowitz, S., Optical Characterization of Semiconductors: Infrared, Raman, and Photoluminescence Spectroscopy, 2012, Academic Press.
- Schroder D.K. Semiconductor Material and Device Characterization, 3rd Ed., 2008, Wiley-IEEE Press.
- Evans Ch., Brundle R., Wilson, Encyclopedia of Materials Characterization, 1992, Butterworth-Heinemann.
- Henrich V.E., Cox P.A. The Surface Science of Metal Oxides, 1994, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bube R.H. Electrons in Solids: An Introductory Survey, 1988, 2th Ed. Academic Press.
- Brophy J.J. Basic Electronics for Scientists, 1985, McGraw-Hill.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Espectroscopía	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-Laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudiaron los conceptos básicos de espectroscopia. Así como las técnicas de espectroscopias ópticas y electrónicas, entre otras

OBJETIVO GENERAL: Que el alumno conozca los fundamentos de las diferentes espectroscopias, así como la potencialidad de su utilización.

Contenido temático

1. Conceptos básicos de espectroscopia.

- 1.1 Los orígenes de la espectroscopia
- 1.2 El espectro electromagnético
- 1.3 La dualidad onda-partícula
- 1.4 Forma y ancho de línea
- 1.5 Resolución y respuesta espectral
- 1.6 Clasificación de las espectroscopias.

2. Espectroscopias ópticas (UV-Vis-NIR).

- 2.1 Absorción y Reflexión óptica
- 2.2 Luminiscencia
 - 2.2.1 Fotoluminiscencia
 - 2.2.1 Cátodo-luminiscencia
 - 2.2.1 Electroluminiscencia
 - 2.2.1 Quimioluminiscencia
 - 2.2.1 Bioluminiscencia
 - 2.2.1 Termoluminiscencia
- 2.3 Dispersión Raman
- 2.4 Reflectancia y transmitancia moduladas

3. Espectroscopias electrónicas.

- 3.1 Espectroscopia de fotoelectrones
 - 3.1.1 Generados por rayos X (XPS)
 - 3.1.2 Generados por UV (UPS)
- 3.2 Espectroscopia de electrones Auger (AES)

4. Otras espectroscopias.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- 4.1 Fluorescencia de rayos X (EDS, XFS)
- 4.2 Espectroscopia de neutrones
- 4.3 Espectroscopia de retrodispersión
- 4.4 Espectroscopias de masas (MS, SIMS)
- 4.5 Espectroscopia Mössbauer

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Bibliografía

- J. García Solé, L.E. Bausá, D. Jaque, "An Introduction to the Optical Spectroscopy of Inorganic Solids", John Wiley & Sons Inc (2005, Sussex, England) ISBN: 0-470-86886-4
- B. K. Sharma "Spectroscopy" 20th Edition, Goel Publishing House (2007, Meerut, India) ISBN: 81-8283-018-4
- D.Q. Ball, "The basics of spectroscopy", SPIE (2001, Washington, USA) ISBN: 0-8194-4104-X
- D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz, J.R. Vyvyan, "Introduction to spectroscopy", 5th Edition, Cengage Learning (2009, Connecticut, USA) ISBN: 1-285-46012-X
- G. Gauglitz, T. Vo-Dinh (Editores), "Handbook of spectroscopy", Wiley-VCH (2003, Weinheim, Deutschland) ISBN: 3-527-29782-0



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Física de láseres	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-Laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudiar la radiación atómica, los esonadores ópticos y la amplificación y oscilación laser, así como diferentes tipos de láseres y una introducción a la teoría cuántica del laser

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar los principios y métodos propios de la Física del LASER

Contenido temático

1. Radiación atómica

- 1.1 Introducción
- 1.2 Interacción entre radiación y materia
- 1.3 Coeficientes de Einstein
- 1.4 Una introducción a ecuaciones de balance
- 1.5 Amplificadores y osciladores ópticos
- 1.6 Ensanchamiento de línea doppler
- 1.7 Ensanchamiento de línea colisional.

2. Resonadores ópticos

- 2.1. Introducción
- 2.2. Óptica matricial
- 2.3. Aproximación paraxial de un resonador
- 2.4. Modos transversales de oscilación
- 2.5. Haces Gaussianos en resonadores estables
- 2.6. Aplicación de la ley ABCD a cavidades

3. Amplificación y oscilación laser

- 3.1. Introducción
- 3.2. Condiciones de umbral para oscilación
- 3.3. Amplificación y oscilación laser
- 3.4. Ganancia y saturación en un amplificador laser
- 3.5. Ecuaciones de balance y ecuaciones de stats-De Mars
- 3.6. Efectos transientes
- 3.7. Efectos de multimodos (Mode-Locking)
- 3.8. Efectos de dispersión



4. Laser de semiconductores

- 4.1. Una introducción a la teoría elemental de semiconductores
- 4.2. Absorción y ganancia en un semiconductor
- 4.3. Inversión de población en un láser de semiconductor
- 4.4. El diodo laser
- 4.5. Modulación de un láser de semiconductor

5. Otros tipos de laser

- 5.1. Laser de tres y cuatro niveles de excitación
- 5.2. Laser de bombeo óptico
- 5.3. Laser Dye (soluciones líquidas orgánicas)
- 5.4. Laser de descargas de gases
- 5.5. Laser de recombinación en plasma
- 5.6. Laser excimero
- 5.7. Laser de electrones libres.

6. Tópicos avanzados del laser

- 6.1. Resonadores inestables
- 6.2. Ecuaciones integrales un acercamiento a cavidades
- 6.3. Cavidades de semiconductores

7. Una introducción a la teoría cuántica del laser

- 7.1. Punto de vista cuántico de la interacción de un átomo con un campo clásico
- 7.2. Derivación de los coeficientes de Einstein
- 7.3. Poblaciones dependientes del tiempo
- 7.4. La matriz de densidad

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global



Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- J.T. Verdeyen; Laser electronics; Prentice-Hall International Inc.
- O. Svelto; Principles of lasers; Plenum pres
- M. Sargent, M. Sculli and w. lamb; Laser Physics; Addison Wesley
- C.S. Willet; introduction to Gas Lasers; Pergamon Pres
- V. Aboites; Laseres una introduccion; Centro de mimbestigaciones en optica A.C.
- A.L. Bloom; Gas Lasers; Wiley
- J.E. Harry; Industrial Lasers and their Aplications; McGraw-Hill



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Laboratorio de microscopía electrónica	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudian los fundamentos de microscopía electrónica. Aplicaciones y ejemplos. Y las técnicas de preparación de muestras

OBJETIVO GENERAL: Que el alumno adquiera los conocimientos y capacidades fundamentales para comprender y aplicar las técnicas de microscopía electrónica.

Contenido temático

1. Fundamentos de microscopía electrónica.

- 1.1 Microscopía óptica. Teoría ondulatoria
- 1.2 Microscopía electrónica
 - 1.2.1 TEM. Transmission Electron Microscopy
 - 1.2.2 SEM. Scanning Electron Microscopy
 - 1.2.3 STM. Scanning Tunneling Microscopy

2. Aplicaciones y ejemplos.

- 2.1 Morfología y tamaño de partícula.
- 2.2 Identificación de fases, pureza y homogeneidad.
- 2.3 Defectos en cristales, transiciones de fase
- 2.4 Análisis de energía dispersiva de rayos X complementarios

3. Técnicas de preparación de muestras

- 3.1 Muestras para TEM
- 3.2 Muestras para SEM
- 3.3 Materiales sensibles a radiación de electrones



Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- Manuales de microscopía electrónica
- Barrett Ch. & Massalski T.B. Structure of Metals. Pergamon Press (1980).
- Callister W.D. Materials Science and Engineering. An Introduction. 4th Ed. J. Wiley and Sons. (1997).
- Hench L.L. , West J.K. Principles of Electronic Ceramics. Wiley Interscience. New York (1990). - Ibach H. , Lüth H. Solid State Physics. An Introduction to Principles of Materials Science. 2nd Edition. Springer. Berlin (1996).
- Kittel, Charles. Introduction to Solid State Physics. 7th Edition Wiley (1996).
- Rohrer G. S. Structure and Bonding in Crystalline Materials. Cambridge University Press (2001)



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Tecnología del vacío y sus aplicaciones	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-Laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Introducción a la tecnología del vacío. Bombas de vacío de rango medio y de rango alto. Medidas de presión. Detección de fugas en sistemas de vacío. Aspectos en la construcción de sistemas de vacío.. Aplicaciones de los sistemas de vacío

OBJETIVO GENERAL: Comprender los principios básicos del funcionamiento de equipos de vacío y sus aplicaciones en actividades de investigación y equipos de laboratorio.

Contenido temático

1. Métodos de preparación (métodos físicos y químicos)

- 1.1 Reacción en estado sólido.
 - 1.1.1 Principios generales.
 - 1.1.2 Procedimiento experimental.
 - 1.1.3 Utilización de precursores (óxidos, carbonatos, etc.).
- 1.2 Cristalización de soluciones, fundidos, vidrios y geles.
- 1.3 Métodos de transporte en fase gaseosa.
- 1.4 Modificación de estructuras por intercambio iónico y reacciones de Intercalación.
- 1.5 Métodos electroquímicos.
- 1.6 Crecimiento de monocristales.
- 1.7 Métodos de alta presión e hidrotermales.
- 1.8 Ejemplos y aplicaciones

2. Preparación de películas delgadas.

- 2.1. Métodos Físicos
- 2.2. Métodos Físico-químicos
 - 2.2.1 Métodos Químicos en Fase Gaseosa
 - 2.2.1 Métodos Químicos en Fase Líquida
- 2.3. Evaporación
- 2.4 Epitaxia por haces moleculares (MBE)
- 2.5. Crecimiento de las películas

3. Procesamiento de materiales.



- 3.1. Fundición de metales
- 3.2. Sintetización de materiales cerámicos
- 3.3. Soldadura
- 3.4. Tratamiento de superficies mediante láser

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Carlos Rafael Michel Uribe

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- M.F. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon, Materials: Engineering, Science, Processing and Design, 2013, Butterworth-Heinemann.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- Lorraine F.F. Materials Processing: A Unified Approach to Processing of Metals, Ceramics and Polymers 1st Ed., 2016, Academic Press.
- A.E. Tekkaya, J.M. Allwood, Eds. Journal of Materials Processing Technology, Elsevier.
- West. A.R. Solid State Chemistry and its applications, 1987, John Wiley & Sons.
- Smart L., Moore E. Solid State Chemistry, an Introduction, 1992, Chapman and Hall.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Síntesis y procesamiento de materiales	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85	Horas de actividades de manera independiente: 123	Horas Totales: 208
Tipo: Curso-Laboratorio	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

.Métodos de preparación (métodos físicos y químicos), preparación de películas delgadas. Y procesamiento de materiales.

OBJETIVO GENERAL: Entender y desarrollar diferentes métodos para la obtención y el mejoramiento de los materiales.

Contenido temático

1. Introducción a la tecnología del vacío

- 1.1. Flujo de gases bajo condiciones de vacío
- 1.2. Características de un sistema de vacío
- 1.3. Diseño de un sistema de vacío

2. Bombas de vacío de rango medio

- 2.1. Características de una bomba de vacío
- 2.2. Bombas de rotor y su funcionamiento

3. Bombas de vacío de rango alto

- 3.1. Bombas de difusión
- 3.2. Bombas turbomoleculares
- 3.3. Bombas de adsorción
- 3.4. Bombas de iones
- 3.5. Bombas cryogénicas

4. Medidas de presión

- 4.1. Métodos directos para medir presión
- 4.2. Métodos indirectos para medir presión
- 4.3. Medidas parciales de presión

5. Detección de fugas en sistemas de vacío

- 5.1. Métodos de detección de fugas
- 5.2. Detector de fugas de halógeno



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- 5.3. Detector de fugas utilizando helio
- 5.4. Aspectos prácticos de la detección de fugas de vacío

6. Aspectos en la construcción de sistemas de vacío

- 6.1. Materiales y su fabricación
- 6.2. Limpieza de materiales
- 6.3. Componentes de los sistemas de vacío

7. Aplicaciones de los sistemas de vacío

- 7.1. Depósitos de películas delgadas
- 7.2. Sistemas de vacío en la industria de semiconductores
- 7.3. Tecnología de vacío en procesos metalúrgicos
- 7.4. Tecnología de vacío en la industria química

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación.
- 50% examen final global

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

- A.Roth, Vacuum technology, Elsevier Science Publishers
- D. Huchnall, Vacuum Technology and Applications, Butterworth Heinemann
- O'Hanlon J. F., A User's Guide to Vacuum Technology, Wiley-Interscience



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Cosmología	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se estudiará el universo homogéneo, la historia térmica del universo, y la inflación, la formación de estructuras y las condiciones cuánticas iniciales

OBJETIVO GENERAL: El estudiante aprenderá sobre cosmología moderna. Basándose en elementos básicos formales y contemporáneos; además, de leyes y modelos de la cosmología para entender la concepción moderna que se tiene de la composición y evolución del universo. Al final del curso el alumno será capaz de resolver problemas de cosmología utilizando las herramientas teóricas y numéricas del curso.

Contenido temático

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Universo Homogéneo

- 1.1 Conceptos básicos: principio cosmológico; Ley de Hubble; corrimiento al rojo
- 1.2 Geometría: métrica Friedmann–Lemaître–Robertson–Walker (FLRW)
- 1.3 Dinámica: fuentes de materia; ecuaciones de Einstein; ecuaciones de Friedmann; edad y tamaño del universo.
- 1.4 Rompecabezas del universo temprano

2. Historia térmica del universo

- 2.1 El paradigma Hot Big Bang: equilibrio térmico de un universo en expansión; historia térmica del universo
- 2.2 Más allá del equilibrio: ecuación de Boltzmann; remanentes cosmológicos, proceso de nucleosíntesis cosmológica.
- 2.3 Radiación del Fondo Cósmico (RCF)

3. Inflación

- 3.1 Soluciones a problemas del modelo estándar de cosmología
- 3.2 La física de Inflación: dinámica del campo escalar; soluciones tipo slow-roll; recalentamiento del universo

4. Teoría de Perturbaciones Cosmológicas

- 4.1 Perturbaciones de la métrica
- 4.2 Perturbaciones de la materia
- 4.3 Condiciones iniciales



5. Formación de Estructuras

- 5.1 Inestabilidad gravitacional: caso Newtoniano; caso Relativista; mecanismo de Jeans
- 5.2 Oscilaciones acústicas
- 5.3 Anisotropías del RCF

6. Condiciones Cuánticas Iniciales

- 6.1 Fluctuaciones clásicas de inflación
- 6.2 Oscilador armónico cuántico
- 6.3 Fluctuaciones cuánticas de inflación
- 6.4 Perturbaciones de la curvatura
- 6.5 Ondas gravitacionales primordiales
- 6.6 Soluciones analíticas
- 6.7 Soluciones numéricas

7. Tópicos avanzados

- 7.1 El sector oscuro
- 7.2 Recalentamiento e inflación tibia (warm inflation)
- 7.3 Teorías alternativas a la Relatividad General

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de programas por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 60% Exámenes
- 40% tareas.

Competencia a desarrollar

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dra. Claudia Moreno González

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía:

- Scott Dodelson. Modern Cosmology. Academic Press, 2000.
- Andrew R. Liddle. Introduction to Modern Cosmology. Wiley, 2004.
- D. Baumann and H. V. Peiris. Cosmological Inflation: Theory and Observations. Adv. Sci. Lett. 2, 105 (2009) doi:10.1166/asl.2009.1019 [arXiv:0810.3022 [astro-ph]].
- Daniel Baumann. TASI Lectures on Inflation. doi:10.1142/9789814327183_0010, [arXiv:0907.5424 [hep-th]].
- Edward Kolb y Michael S. Turner. The early Universe. Freeman, 1990.
- Andrew R. Liddle. Introduction to Modern Cosmology. Wiley, 2004.
- Mar Bastero-Gil, Arjun Berera. Warm inflation model building. Int. J. Mod. Phys. A 24, 2207 (2009) [arXiv:0902.0521 [hep-ph]].



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Astrofísica Extra galáctica	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Se hace un repaso de la astrofísica extragaláctica básica. Se estudian las galaxias normales, las estrellas en galaxias y la dinámica estelar

OBJETIVO GENERAL: Manejar los conceptos principales de la astrofísica extragaláctica

Contenido temático

1. Galaxias normales

- 1.1 Secuencia de Hubble
- 1.2 Galaxias espirales e irregulares
- 1.3 Características rotacionales
- 1.4 Características estructurales
- 1.5 Relación de Tully-Fisher
- 1.6 Metalicidad
- 1.7 Ondas de densidad y estructura espiral
- 1.8 Tipo Galaxias elípticas
- 1.9 Función de luminosidad
- 1.10 Contribución de "materia oscura"
- 1.11 Galaxias "fantasmas"

2 Estrellas en Galaxias

- 2.1 Distribución local de las estrellas
 - 2.1.1 Recuentos estelares
 - 2.1.2 Función de densidad estelar
 - 2.1.3 Función de luminosidad estelar
 - 2.1.4 Función de masa inicial
- 2.2 Cinemática local
 - 2.2.1 Velocidades 3 D
 - 2.2.2 Movimiento solar
 - 2.2.3 Movimiento del LSR, movimiento propio de Sagitario A*
 - 2.2.4 Elipsoides de velocidad
 - 2.2.5 Velocidades residuales



- 2.2.6 Estrellas de alta velocidad
- 2.3 Rotación galáctica
 - 2.3.1 Formulación general, constantes de Oort
 - 2.3.2 Curva de rotación
- 2.4 Estructura a gran escala de la galaxia
 - 2.4.1 Distribución de las estrellas
 - 2.4.2 Distribución del gas y de las regiones de formación estelar
 - 2.4.3 Evidencias de la estructura espiral
- 2.5 Propiedades estructurales globales
 - 2.5.1 El núcleo
 - 2.5.2 El bulbo
 - 2.5.3 El disco
 - 2.5.4 El halo
- 2.6 La galaxia en el contexto cosmológico
 - 2.6.1 Subestructura en el halo galáctico
 - 2.6.2 Teorías de formación y evolución de la galaxia
- 2.7 Galaxias normales
 - 2.7.1 Propiedades globales de galaxias
 - 2.7.2 Función de luminosidad de las galaxias
 - 2.7.3 Lentes gravitacionales
 - 2.7.4 Síntesis de poblaciones estelares
- 2.8 Evolución química
 - 2.8.1 En la vecindad solar
 - 2.8.2 En la galaxia
 - 2.8.3 En otras galaxias
- 3. Dinámica Estelar**
 - 3.1 Dinámica de sistemas de masa puntuales
 - 3.1.1 El problema de dos y tres cuerpos
 - 3.1.2 El problema de muchos cuerpos
 - 3.2 Distribuciones extendidas de masa
 - 3.2.1 Potenciales esféricos
 - 3.2.2 Potenciales con simetría axial
 - 3.2.3 Potenciales triaxiales
 - 3.2.4 Potenciales galácticos
 - 3.2.5 Modelos de la galaxia
 - 3.3 Órbitas
 - 3.4 Dinámica de sistemas continuos no colisionales
 - 3.4.1 La ecuación de Boltzmann no-colisional
 - 3.4.2 Teorema de Jeans
 - 3.4.3 Ecuaciones de Jeans



- 3.4.4 Soluciones de la ecuación de Boltzmann
- 3.5 Dinámica de sistemas colisionales
- 3.6 Dinámica de discos
 - 3.6.1 Descripción dinámica de nuestra galaxia: Bulbo, disco y halo
 - 3.6.2 La rotación del disco galáctico
 - 3.6.3 Algunas aplicaciones de las ecuaciones de Jeans
 - 3.6.4 Los brazos espirales y barras
 - 3.6.5 El papel del Gas
- 3.7 Interacciones dinámicas
 - 3.7.1 Conceptos básicos
 - 3.7.2 Fricción dinámica
 - 3.7.3 Fuerzas de marea (parte estática): Truncamiento
 - 3.7.4 Fuerzas de marea (parte variable en el tiempo): Choques
 - 3.7.5 Colisiones entre galaxias
 - 3.7.6 Límites adiabático e impulsivo
 - 3.7.7 Efectos de Spin: Encuentros prógrados y retrógrados
 - 3.7.8 Colas de marea y cascarones
 - 3.7.9 Halos oscuros y su influencia en las interacciones galácticas.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y realización de ejercicios por parte del estudiante

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% tareas y trabajo de investigación
- 50% exámenes

Competencia a desarrollar



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Genéricas:

Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.

Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.

Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).

Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).

Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación en temas relacionados.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Gerardo Ramos Larios

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía:

- Galaxies in the Universe, Sparke & Gallagher, Cambridge UP, 2006
- Galaxy Formation and Evolution, Mo, Van den Bosch & White, Cambridge, 2011
- Extragalactic Astronomy and Cosmology, Schneider, Springer, 2006



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre: Astrofísica Interestelar	Número de créditos: 13	Departamento de adscripción: Física
Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68	Horas de actividades de manera independiente: 140	Horas Totales: 208
Tipo: Curso	Requisitos: Ninguno	Nivel: formación optativa abierta

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Estudio de temas relacionados a las observaciones infrarrojas, así como el estudio de los mecanismos de emisión del infrarrojo y los distintos tipos de detectores y métodos de detección utilizados en esta área

OBJETIVO GENERAL: Revisar los términos, fenómenos, conceptos y procesos físicos respecto del material que llena el espacio entre las estrellas, compuesto principalmente de gas y polvo en regiones de muy baja densidad.

Contenido temático

Capítulo 1.

- 1.1. Generalidades
- 1.2. Introducción
- 1.3. Tipos de Nebulosas
- 1.4. Supernovas
- 1.5. Rayos cósmicos

Capítulo 2.

- 2.1. Gas interestelar neutro
- 2.2. Gas atómico neutro
- 2.3. La línea de 21cm del hidrógeno atómico
- 2.4. Líneas de absorción interestelares
- 2.5. El componente molecular
- 2.6. Transiciones electrónicas
- 2.7. Transiciones vibracionales
- 2.8. Transiciones rotacionales

Capítulo 3.

- 3.1. Gas interestelar ionizado
- 3.2. Regiones HII
- 3.3. La esfera de Strömgren
- 3.4. Emisión de continuo
- 3.5. Líneas de recombinación
- 3.6. Líneas prohibidas
- 3.7. Determinación de abundancias en regiones HII
- 3.8. Gas caliente
- 3.9. Emisión de líneas de Rayos-X

Capítulo 4.



- 4.1. Polvo interestelar
- 4.2. Enrojecimiento interestelar
- 4.3. Extinción
- 4.4. Granos en equilibrio térmico
- 4.5. Bandas de emisión aromáticas en el infrarrojo medio

Capítulo 5.

- 5.1. Regiones de fotodisociación
- 5.2. Procesos de calentamiento
- 5.3. Procesos de enfriamiento
- 5.4. Modelos estacionarios

Capítulo 6.

- 6.1. Nubes Moleculares
- 6.2. Mecanismos de formación
- 6.3. La molécula de CO
- 6.4. La molécula de NH₃

Capítulo 7.

- 7.1. Formación estelar
- 7.2. Teorema virial
- 7.3. La masa de Jeans
- 7.4. Colapso y fragmentación
- 7.5. Tiempo de caída libre
- 7.6. Formación estelar
- 7.7. Función inicial de masa

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo dando a conocer el estado del arte de manera global. Resolver problemas a un nivel avanzado. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y resolución de problemas por el estudiante.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% exámenes parciales
- 50% tareas y trabajo de investigación

Competencia a desarrollar

Genéricas:

- Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.
- Modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para autogestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

El campo de aplicación profesional de los conocimientos que promueve el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en la impartición de cursos e investigación en el área de su especialidad, además de tener formación profesional en física o carreras afines, lo cual le permita una visión amplia de la estructura conceptual y metodológica de toda la física.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. Gerardo Ramos Larios

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía:

- Norbert S. Schulz, *From dust to stars*, Springer, 2005
- James Lequeux, *The interstellar medium*, Springer, 2005
- Robert Estalella & Guillem Anglada, *Introducción a la física del medio interestelar*, Edicions Universitat de Barcelona, 1996