



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Tomo II

Programas de las actividades académicas
Plan de Estudios de la Maestría en Astrofísica



1 Contenido

Astrofísica Estelar.....	5
Astronomía Extragaláctica y Cosmología	10
Dinámica y Estructura de Galaxias.....	13
Materia Interestelar	16
Seminario de Graduación	20
Seminario de Investigación I.....	23
Seminario de Investigación II.....	25
Instrumentación Astronómica y Telescopios	27
Instrumentos y Técnicas Astronómicas.....	30
Seminario de Investigación III.....	34
Seminario de Investigación IV.....	36
Temas Selectos de Astrofísica.....	38
Radioastronomía.....	41
Astrobiología - Fundamentos Astrofísicos y Geológicos	45
Astrobiología - Fundamentos Biológicos y Estrategias de Búsqueda de Vida	48
Cosmoquímica	51
Dinámica de Gases en Astrofísica	53
La Física de la Astrofísica	55
Problemas Contemporáneos de Astrobiología.....	58
Problemas Contemporáneos de Astrofísica Estelar	60
Problemas Contemporáneos de Astrofísica de Objetos Compactos	62
Problemas Contemporáneos de Astronomía Extragaláctica	64
Problemas Contemporáneos de Astrofísica de Altas Energías.....	66
Problemas Contemporáneos de Astrofísica Computacional	68
Problemas Contemporáneos de Cosmología	70
Problemas Contemporáneos de Dinámica y Estructura de Galaxias	72
Problemas Contemporáneos de Materia Interestelar	74
Procesos Radiativos en Astrofísica.....	76
Problemas Contemporáneos de Dinámica de Gases en Astrofísica	79
Sistemas Planetarios	81

Astronomía Observacional	85
Problemas Contemporáneos de Astronomía Multifrecuencia.....	87
Astrofísica Nuclear	90
Interacciones de Partículas en Ambientes Astrofísicos.....	92
Neutrinos Astrofísicos	95
Plasmas Astrofísicos	98
Rayos Cósmicos Ultra Energéticos	101
Relatividad General Avanzada y Aplicaciones Astrofísicas.....	104
Temas Selectos de Cosmología Relativista.....	107
Temas Selectos de Física de Astropartículas	109
Temas Selectos de Electrónica en la Instrumentación Astronómica	115
Temas Selectos de Mecánica en la Instrumentación Astronómica	117
Temas Selectos de Óptica en la Instrumentación Astronómica	119

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS
PARA LOS CUATRO CAMPOS DE
CONOCIMIENTO**

Astrofísica Estelar

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: ASTROFÍSICA ESTELAR			
Clave:	Semestre(s): 1, 2	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas	
Carácter: Obligatorio		Horas	Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 5	Práctica: 0
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	
No. Créditos: 10			
Horas al Semestre 80			

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno aprenderá y dominará la física necesaria para entender la estructura y evolución de las estrellas, así como el espectro de radiación emitida por ellas.
Objetivos específicos: El alumno entenderá las bases teóricas de los siguientes temas y conceptos: Conceptos físicos básicos: Transferencia de radiación, equilibrio termodinámico, equilibrio virial y equilibrio hidrostático. Procesos físicos en los interiores estelares: Ecuaciones de estado, reacciones nucleares, transporte de energía. Estructura Estelar: Secuencias homólogas y soluciones politrópicas. Evolución Estelar: Formación de estrellas, la secuencia principal, etapas tardías, la muerte de las estrellas e interacción en sistemas binarios. Atmósferas Estelares: Opacidades, equilibrio termodinámico local, formación de líneas y vientos estelares.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	FÍSICA BÁSICA Y PROCESOS RADIATIVOS	14	0
2	ATMÓSFERAS ESTELARES	30	0
3	ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN ESTELAR	36	0
Total de horas:		80	0
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	FÍSICA BÁSICA Y PROCESOS RADIATIVOS 1.1 El campo de radiación 1.1.1 Los tres niveles de descripción (macroscópico, electromagnético y cuántico) 1.1.2 La intensidad específica y sus momentos 1.2 Conceptos básicos de la transferencia radiativa: En ésta parte del curso, se introducen los conceptos de TR que son necesarios para las demás partes de los procesos. 1.2.1 Interacción de la radiación con la materia (emisión y absorción /dispersión)

	<p>1.2.2 Opacidad, emisividad, función fuente, profundidad óptica</p> <p>1.2.3 Derivación de la ecuación de transporte a lo largo de un rayo y su solución formal</p> <p>1.2.4 El equilibrio radiativo</p> <p>1.3 Aplicaciones sencillas de la transferencia radiativa</p> <p>1.3.1 Pura absorción-extinción por polvo</p> <p>1.3.2 Emisión ópticamente delgada</p> <p>1.3.3 La aproximación de difusión</p> <p>1.4 Equilibrio termodinámico local</p> <p>1.4.1 Excitación de los niveles (distribución de Boltzmann)</p> <p>1.4.2 Principio de correspondencia</p> <p>1.4.3 Estado de ionización (ecuación de Saha)</p> <p>1.4.4 Distribución de Maxwell-Boltzmann</p> <p>1.4.5 Ecuación de estado del gas ideal</p> <p>1.4.6 Gas de fotones, radiación de cuerpo negro</p> <p>1.4.7 Definición de ETL y Contraste con ET</p> <p>1.4.8 Coeficientes de Einstein y relaciones de Einstein (y Einstein Milne)</p> <p>1.4.9 Ley de Kirchhoff</p>
2	<p>ATMÓSFERAS ESTELARES</p> <p>2.1 Introducción a las atmósferas estelares</p> <p>2.1.1 Terminología básica</p> <p>2.1.2 Las diferentes regiones de una atmósfera</p> <p>2.1.3 El problema básico de la atmósfera: el acoplamiento entre la radiación y el gas</p> <p>2.1.4 Observaciones fundamentales de atmósferas (colores y líneas)</p> <p>2.1.5 Elementos de la astronomía observacional</p> <p>2.1.5.1 Espectroscopía, fotometría, medición de líneas, etc.</p> <p>2.1.6 Clasificación espectral, diagrama de Hertzsprung-Russell</p> <p>2.2 La transferencia radiativa en geometría plano-paralela</p> <p>2.2.1 La ecuación de transporte y su solución formal en geometría plano-paralela</p> <p>2.2.2 Momentos de la ecuación de transporte y las ecuaciones de Schwarzschild-Milne</p> <p>2.2.3 La conservación de flujo como consecuencia del equilibrio radiativo</p> <p>2.2.4 La relación Eddington-Barbier</p> <p>2.2.5 La atmósfera gris en la aproximación Eddington</p> <p>2.2.6 Estructura de temperatura en ETL y ER</p> <p>2.2.7 Oscurecimiento al limbo</p> <p>2.2.8 Otros contextos para la transferencia radiativa: nubes moleculares, discos de acreción, líneas de resonancia en regiones HII y galaxias</p> <p>2.3 Opacidades</p> <p>2.3.1 Fuentes de opacidad atmosférica</p> <p>2.3.2 Las variedades de opacidades promedio</p> <p>2.4 Cómo calcular un modelo de una atmósfera</p> <p>2.4.1 Equilibrio hidrostático: $P(p, z)$</p> <p>2.4.2 Transporte radiativo, ETL, ER: $T(T)$, $T(k, z)$</p> <p>2.4.3 Opacidad: $k(p, T)$</p> <p>2.4.4 Ecuación de estado: $P(p, T)$</p> <p>2.5 Aplicaciones sencillas de Atmósferas I</p> <p>2.5.1 Dependencia del espectro en temperatura y presión</p> <p>2.5.1.1 Dependencia de salto de Balmer</p> <p>2.6 Introducción a la formación de líneas</p> <p>2.6.1 Perfiles observados y ancho equivalente</p> <p>2.6.2 Teoría clásica de transferencia en líneas</p> <p>2.6.3 Diferencia entre los límites Wien y Rayleigh-Jeans</p> <p>2.6.4 Las curvas del crecimiento</p> <p>2.6.5 Incorporación de líneas en modelos ETL</p> <p>2.6.6 Efecto de líneas en Modelos ETL</p> <p>2.7 Aplicaciones sencillas de atmósferas II</p> <p>2.7.1 Dependencia del espectro en temperatura y presión</p> <p>2.7.1.1 Líneas de Balmer</p> <p>2.7.1.2 Líneas representativas de metales</p> <p>2.8 Atmósferas NLTE</p> <p>2.8.1 Tasas de transiciones fuera de ETL</p> <p>2.8.2 Reconsideración de la aproximación ETL</p> <p>2.8.2.1 Criterios para recuperar equilibrio termodinámico</p> <p>2.8.2.2 Límites de alta y baja densidad</p> <p>2.8.3 Atmósferas de estrellas masivas</p> <p>2.8.4 La cromósfera y corona</p> <p>2.9 Vientos estelares</p> <p>2.9.1 Parámetros empíricos y diagnósticos básicos</p> <p>2.9.1.1 Tasa de pérdida de masa</p> <p>2.9.1.2 Velocidad terminal</p>

	<ul style="list-style-type: none"> 2.9.1.3 Ley de velocidad 2.9.1.4 Perfiles P Cisne 2.9.1.5 Diagnósticos de dM/dt y V inf 2.9.2 Teoría básica de la aceleración de vientos 2.9.2.1 Hidrodinámica del viento isotérmico 2.9.2.2 Fuerzas adicionales $\sim r^{-2}$ y $\sim v dv/dr$ 2.9.2.3 Vientos impulsados por polvo 2.9.2.4 Vientos impulsados por líneas de resonancia
3	<p>ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN ESTELAR</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Conceptos básicos de interiores estelares <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1 Equilibrio hidrostático 3.1.2 Ecuación de estado <ul style="list-style-type: none"> 3.1.2.1 Gas perfecto 3.1.2.2 Gas degenerado 3.1.3 Equilibrio virial 3.1.4 Calores específicos 3.1.5 Fuentes de energía estelares 3.1.6 Escalas de tiempo <ul style="list-style-type: none"> 3.1.6.1 Dinámica (caída libre) 3.1.6.2 Térmica 3.1.6.3 Nuclear 3.1.6.4 Pérdida de masa 3.1.7 Modos de transporte de energía 3.1.8 Ecuaciones de estructura estelar 3.2 Transporte de energía por la radiación <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1 Revisión de la aproximación de difusión 3.2.2 Fuentes de opacidad importantes 3.2.3 Opacidades Rosseland como función de (ρ, T) 3.3 Transporte de energía por convección <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1 Gradiente de temperatura radiativa y adiabática 3.3.2 Inestabilidad a la convección 3.3.3 La frecuencia Brunt-Väisälä 3.3.4 Longitud de mezcla 3.3.5 Convección en núcleos de estrellas masivas 3.3.6 Convección en envolventes de estrellas frías 3.4 Reacciones nucleares <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1 Tasas de reacción <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1.1 Túnel cuántico 3.4.1.2 Sección eficaz de colisión 3.4.1.3 Pico de Gamow 3.4.1.4 Resonancias 3.4.2 Leyes de conservación 3.4.3 Los ciclos de combustión termonucleares <ul style="list-style-type: none"> 3.4.3.1 Ciclo del hidrógeno (PP y CNO) 3.4.3.2 Combustión del helio 3.4.3.3 Combustión de elementos pesados 3.4.4 Weak reactions y emisión de neutrinos 3.5 Modelos sencillos de estructura estelar <ul style="list-style-type: none"> 3.5.1 Modelos homólogos 3.5.2 Polítropos 3.6 Teoría de la secuencia principal <ul style="list-style-type: none"> 3.6.1 Relación masa-luminosidad 3.6.2 Relación $teff$ -luminosidad 3.6.3 Estructura interna como función de masa 3.6.4 Evolución durante la secuencia principal 3.7 La etapa pre-secuencia principal <ul style="list-style-type: none"> 3.7.1 Combustión de Deuterio 3.7.2 Línea de nacimiento 3.7.3 Fase pre-secuencia principal <ul style="list-style-type: none"> 3.7.3.1 Traza de Hayashi 3.7.3.2 Traza de Henyey 3.7.3.3 Estrellas T Tauri y Herbig Ae/Be 3.8 Evolución pos-secuencia principal <ul style="list-style-type: none"> 3.8.1 Agotamiento de hidrógeno en el centro <ul style="list-style-type: none"> 3.8.1.1 Estrellas de masa intermedia - inestabilidad de Schönberg- Chandrasekhar. 3.8.1.2 Estrellas de baja masa - flash de helio 3.8.2 Formación de gigantes rojas 3.8.3 Combustión nuclear de helio - rama horizontal 3.8.4 Estrellas AGB

<ul style="list-style-type: none"> 3.8.4.1 Combustión en cáscaras 3.8.4.2 Pulsos térmicos 3.8.4.3 Nebulosas planetarias 3.8.5 Estrellas masivas 3.8.5.1 Límite de Eddington 3.8.5.2 Pérdida de masa 3.8.5.3 Efectos de rotación 3.8.5.4 Fase Wolf-Rayet 3.8.5.5 Colapso del núcleo 3.8.5.5.1 Supernova tipo II 3.8.5.5.2 GRB largos 3.8.5.5.3 Hoyos negros estelares 3.8.6 Nucleosíntesis 3.9 Estrellas compactas 3.9.1 Transporte de energía por la conducción 3.9.2 Enanas blancas 3.9.3 Estrellas de neutrones 3.9.3.1 Pulsares 3.10 Pulsación de estrellas 3.10.1 Descripción sencilla de mecanismos de pulsación 3.10.2 Ejemplos de estrellas pulsantes 3.10.3 La franja de inestabilidad 3.11 Evolución en sistemas binarios 3.11.1 Puntos de Lagrange 3.11.2 Lóbulo de Roche 3.11.3 Clasificación de binarios 3.11.4 Escenarios para la evolución de la órbita 3.11.5 Discos de acreción 3.11.6 Variables cataclísmicas 3.11.7 Binario de rayos-X 3.11.8 Supernova tipo Ia
--

Bibliografía Básica:

Mihalas, D., *Stellar Atmospheres*, 2nd Edition (Freeman). 1978.

Carrol, B. W. & Ostlie, D. A., *An Introduction to Modern Astrophysics*, 2nd Edition (Cummings). 2006.

Prialnik, D. *An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution*, 2nd Edition (Cambridge University Press). 2009.

Hansen, Carl J., Kawaler, Steven D., & Trimble, Virginia, *Stellar Interiors - Physical Principles, Structure, and Evolution* (Springer). 2004.

W. K. Rose. *Advanced Stellar Astrophysics*. Cambridge University Press, 1998.

Bibliografía Complementaria:

Rybicki, George B., & Lightman, Alan P., *Radiative Processes in Astrophysics* (Wiley). 1985.

Stahler, S. W., & Palla, F. *The Formation of Stars* (Wiley). 2005.

Kippenhahn, Rudolf & Weigert, Alfred, *Stellar Structure and Evolution* (Springer). 1996.

Ryan, S. G., *Stellar Evolution and Nucleosynthesis* (Cambridge University Press). 2010.

LeBlanc, Francis, *An Introduction to Stellar Astrophysics* (Wiley). 2010.

Gray, David F., *The Observation and Analysis of Stellar Photospheres* (Cambridge Astrophysics).

Padmanabhan, T., 2001, *Theoretical Astrophysics: Volume 2, Stars and Stellar Systems* (Cambridge University Press).1992.

<p>Estrategias didácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios () Lecturas obligatorias () Trabajo de Investigación () Prácticas de taller o laboratorio () Prácticas de campo () Otros: () 	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase () Asistencia () Seminario () Otras: ()
--	---

Perfil profesiográfico:	
El profesor que impartirá la actividad académica de Astrofísica Estelar deberá tener el grado maestro o de doctor en Astrofísica o Astronomía en el campo de Astrofísica Teórica, o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.	

Astronomía Extragaláctica y Cosmología

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: ASTRONOMÍA EXTRAGALÁCTICA Y COSMOLOGÍA				
Clave:	Semestre(s): 1,2	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica, Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 10
Carácter: Obligatorio		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 5	Práctica: 0	5
Modalidad: Curso			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()				
Actividad académica antecedente: Ninguna				
Actividad académica subsecuente: Ninguna				
Objetivo general: El alumno entenderá claramente la física que determina los procesos de evolución cosmológica.				
Objetivos específicos: El alumno dominará los principios de relatividad general, esquemas cosmológicos de FRW, física del universo temprano, inflación, nucleosíntesis, generación y física de la evolución del CMB, escenario de formación de estructuras cosmológicas, y pruebas observacionales de los escenarios resultantes, morfología y física de galaxias activas y cúmulos de galaxias.				

Índice Temático				
Unidad	Tema	Horas		
		Teóricas	Prácticas	
1	ASTRONOMÍA EXTRAGALÁCTICA	40	0	
2	COSMOLOGÍA	40	0	
Total de horas:		80	0	
Suma total de horas:		80		

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	ASTRONOMÍA EXTRAGALÁCTICA 1.1 Electromagnetismo clásico 1.1.1 Descripción electromagnética del campo radiativo 1.1.2 Radiación de cargas aceleradas 1.1.3 Efectos relativistas 1.2 Procesos radiativos de altas energía 1.2.1 Radiación sincrotrónica 1.2.2 Compton y compton inverso 1.2.3 Rayos cósmicos 1.3 Núcleos activos de galaxias 1.3.1 Galaxias huéspedes de núcleos activos 1.3.2 El núcleo de la galaxia 1.3.3 Starburst y ULIRGs 1.3.4 Perspectiva histórica 1.3.5 Propiedades observacionales y taxonomía 1.3.6 Paradigma del agujero negro 1.3.7 Mecanismos de emisión 1.3.8 Modelos físicos para núcleos activos de galaxias 1.3.9 Medio ambiente 1.3.10 Núcleos activos en el contexto cosmológico 1.3.11 Corrección K

	<ul style="list-style-type: none"> 1.3.12 Función de luminosidad 1.3.13 Procesos evolutivos 1.3.14 Historia de acrecimiento y procesos de retroalimentación 1.4 Grupos y cúmulos de galaxias <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 El grupo local 1.4.2 Propiedades de grupos y cúmulos 1.4.3 Función de luminosidad 1.4.4 Dinámica de cúmulos 1.4.5 Medio intracúmulo 1.4.6 Emisión X de cúmulos de galaxias 1.4.7 Relaciones de escalamiento para cúmulos 1.4.8 Cúmulos como lentes gravitacionales 1.4.9 Evolución 1.5 Universo a alto redshift <ul style="list-style-type: none"> 1.5.1 Escala de distancias extra galácticas 1.5.2 Cinemática del universo local 1.5.3 Lyman alpha 1.5.4 Galaxias a mediano y alto redshift 1.5.5 Nuevos tipos de galaxias 1.5.6 Brotes de rayos gamma 1.5.7 Estructura a gran escala (SLOAN surveys, etc.)
2	<p>COSMOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Introducción a la relatividad general <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1 Elementos de relatividad especial 2.1.2 Elementos de relatividad general 2.1.3 Principio de equivalencia 2.1.4 Ecuaciones de campo de Einstein 2.1.5 Métricas 2.1.6 Soluciones de la ecuación de FRW 2.2 Historia térmica del universo <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Termodinámica en equilibrio 2.2.2 Concepto de entropía 2.2.3 Igualdad materia-radiación 2.2.4 Desacoplamiento de la materia de la radiación 2.2.5 Producción de núcleos de los elementos ligeros 2.2.6 Abundancia observada 2.3 Inflación <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1 Problemas de condiciones iniciales 2.3.2 Espectro de potencias primigenio 2.4 Fluctuaciones de densidad en el régimen lineal <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1 Amortiguamiento de Silk y de corriente libre 2.4.2 Crecimiento de las perturbaciones 2.5 Modelo del colapso esférico 2.6 Formación jerárquica de las estructuras: CDM <ul style="list-style-type: none"> 2.6.1 Materia oscura: candidatos 2.6.2 Estructura filamentaria del universo 2.6.3 Condiciones iniciales 2.6.4 Simulaciones de N cuerpos 2.7 Formación de galaxias <ul style="list-style-type: none"> 2.7.1 Colapso disipativo: tiempo dinámico y tiempo de enfriamiento 2.7.2 Simulación con gas y materia oscura 2.7.3 Formación y retroalimentación estelar 2.7.4 Métodos semianalíticos 2.8 Radiación cósmica de fondo <ul style="list-style-type: none"> 2.8.1 COBE y el cuerpo negro 2.8.2 Espectro de potencia angular 2.8.3 Restricciones a los parámetros cosmológicos 2.9 Bosque de Lyman alfa como un diagnóstico cosmológico <ul style="list-style-type: none"> 2.9.1 Determinación del deuterio primordial 2.9.2 Espectro de potencias 2.10 Cosmología a escala galáctica <ul style="list-style-type: none"> 2.10.1 El problema de la subestructura 2.10.2 Curvas de rotación 2.10.3 El problema del perfil de densidad empinado

Bibliografía Básica:

P.J.E. Peebles. *Principles of Physical Cosmology*. Princeton Series in Physics (1993).

Edward W. Kolb and Michael S. Turner. *The Early Universe*. Addison Wesley (1999).

J. A. Peacock. *Cosmological Physics*. Cambridge University Press (2002).

L.S. Sparke y J. Gallagher. *Galaxies in the Universe. An Introduction*. Cambridge University Press, 2000.

J. Binney y S. Tremaine. *Galactic Astronomy*. Princeton University Press, 1998.

G. Gilmore, I.R. King, P.C. van der Kruit y R. Buser. *The Milky Way as a galaxy*. University Science Books, 1990.

F. Combes, P. Boissé, A. Mazure y A. Blanchard. *Galaxies and Cosmology*. Springer Berlin Heidelberg, 2002.

R.C. Kennicutt Jr., F. Schweizer y J. E. Barnes. *Galaxies: Interactions and Induced Star Formation*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998.

Bibliografía Complementaria:

Malcolm S. Longair. *High Energy Astrophysics*. Cambridge University Press (1994).

Malcolm S. Longair. *Galaxy Formation*. Springer (1998)

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	()
Trabajo de Investigación	()
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	

Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	()
Asistencia	()
Seminario	()
Otras:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.

Dinámica y Estructura de Galaxias

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: DINÁMICA Y ESTRUCTURA DE GALAXIAS				
Clave:	Semestre(s): 1,2	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica, Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 10
Carácter: Obligatorio		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 5	Práctica: 0	Horas al Semestre 80
Modalidad: Curso			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()				
Actividad académica antecedente: Ninguna				
Actividad académica subsecuente: Ninguna				
Objetivo general: El alumno entenderá claramente los conceptos de modelaje físico de la dinámica interna de sistemas galácticos, obtendrá conocimiento de la morfología básica de estos sistemas, y entenderá los escenarios de evolución galáctica.				
Objetivos específicos: El alumno dominará la física de la gravedad newtoniana en términos de: pares potencial-densidad, órbitas de partículas de prueba, configuraciones de equilibrio y criterios de estabilidad, todo en sistemas con simetría esférica y axial. Entenderá los procesos termodinámicos e hidrodinámicos del gas en sistemas galácticos, y su conexión con los aspectos gravitacionales, esencialmente principios básicos de formación estelar y evolución química en un contexto galáctico.				

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	DINÁMICA ESTELAR	42	0
2	ASTRONOMÍA GALÁCTICA	38	0
Total de horas:		80	0
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	DINÁMICA ESTELAR 1.1 Dinámica de sistemas de masa puntuales 1.1.1 El problema de dos y tres cuerpos 1.1.2. El problema de muchos cuerpos (CAOS) 1.2 Distribuciones extendidas de masa 1.2.1 Potenciales esféricos 1.2.2 Potenciales con simetría axial (con y sin rotación) 1.2.3 Potenciales triaxiales 1.2.4 Potenciales galácticos 1.2.5 Modelos de la galaxia 1.3 Órbitas 1.4 Dinámica de sistemas continuos no colisionales 1.4.1 La ecuación de Boltzmann no-colisional 1.4.2 Teorema de Jeans 1.4.3 Ecuaciones de Jeans 1.4.4 Soluciones de la ecuación de Boltzmann 1.5 Dinámica de sistemas colisionales 1.6 Dinámica de discos

	<p>1.6.1 Una descripción dinámica de nuestra galaxia: Bulbo, disco y halo</p> <p>1.6.2 La rotación del disco galáctico</p> <p>1.6.3 Algunas aplicaciones de las ecuaciones de Jeans</p> <p>1.6.4 Los brazos espirales y barras</p> <p>1.6.5 El papel del Gas</p> <p>1.7 Interacciones dinámicas</p> <p>1.7.1 Conceptos básicos</p> <p>1.7.2 Fricción dinámica</p> <p>1.7.3 Fuerzas de marea (parte estática): Truncamiento</p> <p>1.7.4 Fuerzas de marea (parte variable en el tiempo): Choques</p> <p>1.7.5 Colisionales entre galaxias</p> <p>1.7.6 Límites adiabático e impulsivo</p> <p>1.7.7 Efectos de Spin: Encuentros prógrados y retrógrados</p> <p>1.7.8 Colas de marea y cascarones</p> <p>1.7.9 Halos oscuros y su influencia en las interacciones galácticas</p>
2	<p>ASTRONOMÍA GALÁCTICA</p> <p>2.1 Distribución local de las estrellas</p> <p>2.1.1 Recuentos estelares (incluyendo Hipparcos)</p> <p>2.1.2 Función de densidad estelar</p> <p>2.1.3 Función de luminosidad estelar</p> <p>2.1.4 Función de masa inicial</p> <p>2.2 Cinemática local</p> <p>2.2.1 Velocidades 3 D</p> <p>2.2.2 Movimiento solar</p> <p>2.2.3 Movimiento del LSR, movimiento propio de Sag A*</p> <p>2.2.4 Elipsoides de velocidad</p> <p>2.2.5 Velocidades residuales</p> <p>2.2.6 Estrellas de alta velocidad</p> <p>2.3 Rotación galáctica</p> <p>2.3.1 Formulación general, constantes de Oort</p> <p>2.3.2 Curva de rotación</p> <p>2.4 Estructura a gran escala de la galaxia</p> <p>2.4.1 Distribución de las estrellas (COBE)</p> <p>2.4.2 Distribución del gas y de las regiones de formación estelar</p> <p>2.4.3 Evidencias de la estructura espiral</p> <p>2.5 Propiedades estructurales globales</p> <p>2.5.1 El núcleo</p> <p>2.5.2 El bulbo</p> <p>2.5.3 El disco</p> <p>2.5.4 El halo (incluyendo microlentes gravitacionales)</p> <p>2.6 La galaxia en el contexto cosmológico</p> <p>2.6.1 Subestructura en el halo galáctico</p> <p>2.6.2 Teorías de formación y evolución de la galaxia</p> <p>2.7 Galaxias normales</p> <p>2.7.1 Propiedades globales del zoológico de galaxias</p> <p>2.7.2 Función de luminosidad de las galaxias</p> <p>2.7.3 Lentes gravitacionales</p> <p>2.7.4 Síntesis de poblaciones estelares</p> <p>2.8 Evolución química</p> <p>2.8.1 En la vecindad solar</p> <p>2.8.2 En la galaxia</p> <p>2.8.3 En otras galaxias</p>

Bibliografía Básica:

Malcolm S. Longair. *Galaxy Formation*. Springer (1998)

Linda S. Sparke and John S. Gallagher. *Galaxies in The Universe*. Cambridge University Press (2000).

J.A. Peacock. *Cosmological Physics*. Cambridge University Press (2002).

Bibliografía Complementaria:

Malcolm S. Longair. *High Energy Astrophysics*. Cambridge University Press (1994).

Estrategias didácticas:

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Lecturas obligatorias	<input type="checkbox"/>
Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Otros:	

Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Examen final escrito	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición de seminarios por los alumnos	<input checked="" type="checkbox"/>
Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia	<input type="checkbox"/>
Seminario	<input type="checkbox"/>
Otras:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Materia Interestelar

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: MATERIA INTERESTELAR				
Clave:	Semestre(s): 1,2	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica, Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 10
Carácter: Obligatorio		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 5	Práctica: 0	Horas al Semestre
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El estudiante aprenderá la teoría básica sobre los procesos físicos en el medio interestelar.
Objetivos específicos: El estudiante se familiarizará con las observaciones que han dado lugar a la idea actual de la estructura y las propiedades del medio interestelar. Obtendrá las herramientas teóricas para estudiar los distintos fenómenos del medio interestelar.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROCESOS RADIATIVOS	18	0
2	MEDIO INTERESTELAR	62	0
Total de horas:		80	0
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	PROCESOS RADIATIVOS 1.1 Física I: atómica/molecular 1.1.1 Átomo de un electrón 1.1.2 Átomo multi electrónico 1.1.3 Notación espectroscópica 1.1.4 Moléculas 1.2 Transiciones atómicas/moleculares 1.2.1 Transiciones radiativas espontáneas y estimuladas 1.2.1.1 Teoría semi-clásica 1.2.1.2 Teoría cuántica 1.2.1.3 Reglas de selección 1.2.1.4 Valores f 1.2.2 Transiciones colisionales 1.2.3 Máseres 1.2.4 Mecanismos de ensanchamiento de líneas 1.2.4.1 Natural 1.2.4.2 Doppler 1.2.4.3 Presión 1.2.4.4 El perfil Voigt 1.2.5 Transiciones en el continuo y colisionales 1.2.5.1 Fotoionización y recombinación radiativa

	<ul style="list-style-type: none"> 1.2.5.2 Autoionización y recombinación dielectrónica 1.2.5.3 Ionización colisional y recombinación de tres cuerpos 1.2.5.4 Intercambio de carga 1.2.5.5 Asociación y disociación 1.2.5.6 Bremsstrahlung 1.3 Equilibrio estadístico fuera de equilibrio termodinámico 1.3.1 Ecuaciones de tasas completas 1.3.2 Aplicaciones sencillas 1.3.2.1 Cascada de recombinación 1.3.2.2 Equilibrio estadístico para la ionización 1.3.2.2.1 Equilibrio de ionización colisional 1.3.2.2.2 Equilibrio de fotoionización nebular
2	<p>MEDIO INTERESTELAR</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Componentes del MIE (observaciones) <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1 Condiciones físicas (densidad, temperatura y presión) <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1.1 Gas caliente 2.1.1.2 Gas tibio (ionizado y neutro) 2.1.1.3 Gas frío (atómico y molecular) 2.1.1.4 Polvo 2.1.2 Campo magnético y rayos cósmicos 2.2 Procesos de calentamiento y enfriamiento <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Gas molecular 2.2.2 Gas neutro HI 2.2.3 Regiones fotodisociadas 2.2.4 Regiones fotoionizadas 2.2.5 Regiones ionizadas calientes 2.2.6 Curva de enfriamiento y consecuencias para la presión térmica <ul style="list-style-type: none"> 2.2.6.1 Modelos multifase de varias fases 2.2.3 Desviaciones del equilibrio termodinámico local 2.3 Diagnósticos observacionales <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1 Líneas de emisión y absorción 2.3.2 Observaciones en radio de líneas moleculares 2.3.3 Línea de 21cm de HI 2.3.4 Líneas de absorción ópticas y UV en el gas neutro 2.3.5 Regiones fotoionizadas <ul style="list-style-type: none"> 2.3.5.1 Líneas de recombinación y líneas de excitación colisional 2.3.5.2 Continuo libre-libre en radio 2.3.5.3 Diagnósticos de densidad y temperatura (en óptico y en radio) 2.3.6 Gas caliente <ul style="list-style-type: none"> 2.3.6.1 UV 2.3.6.2 Rayos X 2.3.7 Polvo <ul style="list-style-type: none"> 2.3.7.1 Extinción 2.3.7.2 Emisión 2.3.8 Máseres <ul style="list-style-type: none"> 2.3.8.1 Composición química 2.3.8.2 Cinemática 2.4 Polvo interestelar <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1 Composición (silicatos, grafito, PAHs) 2.4.2 Propiedades físicas (tamaños, calentamiento, enfriamiento y carga) 2.4.3 Formación y destrucción 2.5 Regiones fotoionizadas (regiones HII y nebulosas planetarias) <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1 Esfera de Strömgen 2.5.2 Aproximación "On-The-Spot" 2.5.3 Estructura de ionización 2.5.4 Balance de energía 2.6 Dinámica <ul style="list-style-type: none"> 2.6.1 Ecuaciones hidrodinámicas y magneto hidrodinámicas 2.6.2 Teorema del virial <ul style="list-style-type: none"> 2.6.2.1 Equilibrio virial 2.6.2.2 Criterio de Jeans 2.6.2.3 Solución hidrostática y confinamiento por presión 2.6.2.4 Soporte magnético 2.6.3 Ondas acústicas y compresibilidad 2.6.4 Ondas de choque <ul style="list-style-type: none"> 2.6.4.1 Condiciones de salto 2.6.4.2 Choques adiabáticos 2.6.4.3 Choques isotérmicos 2.6.5 Turbulencia

	<ul style="list-style-type: none"> 2.6.5.1 Teoría de Kolmogorov para turbulencia incompresible 2.6.5.1.1 Espectro y cascada de energía 2.6.5.2 Diferencias entre la teoría de Kolmogorov y la turbulencia interestelar 2.7 Nubes moleculares y formación estelar 2.7.1 Estructura y propiedades estadísticas de nubes moleculares 2.7.2 Relaciones de Larson. Interpretaciones 2.7.2.1 Equilibrio virial 2.7.2.2 Equipartición de energía 2.7.3 Inestabilidad gravitacional 2.7.3.1 Masa de Jeans 2.7.3.2 Fragmentación 2.7.4 Formación de primero y segundo núcleo protoestelar 2.7.5 Fase de acreción de protoestrellas 2.7.5.1 Discos y chorros 2.7.6 Modelos de formación estelar 2.7.6.1 Modelo clásico vs. modelo turbulento 2.7 La formación de las primeras estrellas 2.8 Aplicaciones de la hidrodinámica 2.8.1 Expansión de regiones HII 2.8.1.1 Expansión de frentes de ionización tipo R y tipo D 2.8.2 Remanentes de supernova: análisis dimensional 2.8.2.1 Expansión libre, expansión adiabática (Sedov) y etapas tardías 2.8.3 Burbuja de viento estelar: análisis dimensional 2.8.3.1 Burbuja caliente que impulsa la expansión 2.8.4 Jets y objetos Herbig Haro 2.8.4.1 Superficies de trabajo y balance de momento
--	---

Bibliografía Básica:

- George B. Rybicki & Alan P. Lightman. *Radiative processes in Astrophysics*. John Wiley & Sons, 1985
- J.E. Dyson & D.A. *The Physics of the Interstellar Medium*. Williams John Wiley & Sons, 1997.
- Lyman Spitzer, Jr. *Physical Processes in the Interstellar Medium*. John Wiley & Sons, 1998.
- Donald E. Osterbrock & Gary J. Ferland. *Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei*. University Science Books, 2005.
- Frank Shu, *The Physics of Astrophysics, Vols. 1 y 2*. University Science Books, 1991.
- Bruce T. Draine. *Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium*. Princeton Series in Astrophysics, 2010.
- Michael A. Dopita y Ralph S. Sutherland. *Astrophysics of the Diffuse Universe*. Astronomy and Astrophysics Library, 2003.
- J. Lequeux. *Interstellar Medium*. Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- M. A. Dopita y R. S. Sutherland. *Astrophysics of the Diffuse Universe*. Springer Berlin Heidelberg, 2003.

Bibliografía Complementaria:

- Robert Estalella & Guillem Anglada, *Introducción a la Física del Medio Interestelar*, Ediciones de la Universidad de Barcelona, 1999.
- Lyman Spitzer, *Physics of fully ionized gases*. Second revised edition (Dover books on Physics), 2006.
- Steven N. *Astrophysical Hydrodynamics: An Introduction*. Shore Wiley, 2007.
- Michael J. Thompson, *An Introduction to Astrophysical Fluid Dynamics*. Imperial College Press, 2006.
- Catherine Jane Clarke, *Principles of Astrophysical Fluid Dynamics*. Cambridge University Press, 2007.

<p>Estrategias didácticas:</p> <p>Exposición oral (X)</p> <p>Exposición audiovisual ()</p> <p>Ejercicios dentro de clase (X)</p> <p>Ejercicios fuera del aula (X)</p> <p>Seminarios ()</p> <p>Lecturas obligatorias (X)</p> <p>Trabajo de Investigación ()</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ()</p> <p>Prácticas de campo ()</p> <p>Otros: ()</p>	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> <p>Exámenes Parciales (X)</p> <p>Examen final escrito (X)</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos ()</p> <p>Participación en clase (X)</p> <p>Asistencia ()</p> <p>Seminario ()</p> <p>Otras: Exposición oral ()</p>
<p>Perfil profesiográfico:</p> <p>El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.</p>	

Seminario de Graduación

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: SEMINARIO DE GRADUACIÓN				
Clave:	Semestre(s): 4	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica, Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 0
Carácter: Obligatorio		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre
Modalidad: Tutoría			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno concluirá el trabajo de investigación de acuerdo con la modalidad de graduación elegida por él.
Objetivos específicos: El alumno conocerá las especificaciones de su opción de graduación, con la finalidad de dar seguimiento a la actividad que realiza y que culminará con la presentación del documento escrito final para solicitar la asignación del sínodo para la defensa oral.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Unidad I	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	Unidad I El Seminario de Graduación consiste en reuniones semanales del estudiante con el tutor principal en las que se discutirán y plantearán diferentes aspectos relacionados con la opción de graduación elegida por el alumno. Esta actividad es obligatoria y no tiene valor de créditos. La acreditación de esta actividad se da al presentar ante el Comité Académico el documento escrito del trabajo de investigación.

Bibliografía:
La bibliografía dependerá del tema de investigación y la opción de graduación de cada estudiante.

<p>Estrategias didácticas:</p> <p>Exposición oral ()</p> <p>Exposición audiovisual ()</p> <p>Ejercicios dentro de clase ()</p> <p>Ejercicios fuera del aula (X)</p> <p>Seminarios (X)</p> <p>Lecturas obligatorias (X)</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ()</p> <p>Prácticas de campo ()</p> <p>Otros: ()</p>	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> <p>Exámenes Parciales ()</p> <p>Examen final escrito ()</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos (X)</p> <p>Participación en clase (X)</p> <p>Asistencia (X)</p> <p>Seminario ()</p> <p>Otras: ()</p>
<p>Perfil profesiográfico:</p> <p>El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.</p>	

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN

Seminario de Investigación I

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I				
Clave:	Semestre(s): 2	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 10
Carácter: Obligatorio de elección		Horas		Horas al Semestre
Tipo: Teórica		Teoría: 5	Práctica: 0	5
Modalidad: Seminario		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno planteará el proyecto de investigación que desarrollará a lo largo de la maestría.
Objetivos específicos: El alumno desarrollará el protocolo del documento escrito. Este trabajo estará supervisado por el profesor del seminario.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I	80	0
Total de horas:		80	0
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I El Seminario de Investigación consiste en reuniones semanales del alumno con el profesor del seminario, en las que se discutirán y plantearán diferentes aspectos relacionados con el Trabajo de Investigación que realiza el alumno. El Seminario se evalúa con base en: 1) Una exposición oral que el alumno presentará con los avances alcanzados durante el semestre. 2) Un reporte escrito que incluye el avance semestral en el proyecto de investigación.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema de investigación de cada estudiante.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	()	Exámenes Parciales	()
Exposición audiovisual	()	Examen final escrito	()
Ejercicios dentro de clase	()	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)

Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	(X)
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	()
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras: Reporte escrito del Seminario	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa de grado otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.			

Seminario de Investigación II

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II				
Clave:	Semestre(s): 3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 10
Carácter: Obligatorio de elección		Horas		Horas al Semestre
Tipo: Teórica		Teoría: 5	Práctica: 0	5
Modalidad: Seminario			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno avanzará en el desarrollo del proyecto de investigación con el que se graduará.
Objetivos específicos: El alumno obtendrá datos y analizará la información recabada para diseñar un borrador del documento escrito que presentará para la defensa oral.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II	80	0
Total de horas:		80	0
Suma total de horas:		80	



Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II El Seminario de Investigación consiste en reuniones semanales del alumno con el profesor del seminario, en las que se discutirán y plantearán diferentes aspectos relacionados con el trabajo de investigación que realiza el alumno. El Seminario se evalúa con base en: 1) Una exposición oral que el alumno presentará con los avances alcanzados durante el semestre. 2) Un reporte escrito que incluye el avance semestral en el proyecto de investigación.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema de investigación de cada estudiante
--

<p>Estrategias didácticas:</p> <p>Exposición oral ()</p> <p>Exposición audiovisual ()</p> <p>Ejercicios dentro de clase ()</p> <p>Ejercicios fuera del aula (X)</p> <p>Seminarios (X)</p> <p>Lecturas obligatorias (X)</p> <p>Trabajo de Investigación (X)</p> <p>Prácticas de taller o laboratorio ()</p> <p>Prácticas de campo ()</p> <p>Otros: ()</p>	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> <p>Exámenes Parciales ()</p> <p>Examen final escrito ()</p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula (X)</p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos (X)</p> <p>Participación en clase (X)</p> <p>Asistencia (X)</p> <p>Seminario ()</p> <p>Otras: Reporte escrito del Seminario ()</p>
<p>Perfil profesiográfico:</p> <p>El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa de grado otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.</p>	

Instrumentación Astronómica y Telescopios

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica</p>	
---	--	---

Denominación: INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA Y TELESCOPIOS				
Clave:	Semestre(s): 2	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica	No. Créditos: 10	
Carácter: Obligatorio de elección		Horas	Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórico-Práctica		Teoría: 4	Práctica: 1	5 80
Modalidad: Curso			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El estudiante se familiarizará con los telescopios e instrumentos astronómicos modernos para el visible, infrarrojo y radio. Conocerá las diversas componentes básicas que lo integran.
Objetivos específicos: El alumno conocerá el proceso de observación, desde que la luz es emitida por un objeto astronómico hasta obtener datos científicos en una computadora.

Índice Temático			
Unidad	Tema	HORAS	
		Teóricas	Prácticas
1	RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y EL PROCESO DE OBSERVACIÓN	10	0
2	MEDICIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL	12	2
3	EL TELESCOPIO COMO INSTRUMENTO PRINCIPAL	8	6
4	TELESCOPIOS DE NUEVA TECNOLOGÍA	12	0
5	INSTRUMENTACIÓN PROPIA DEL TELESCOPIO	10	2
6	INTRODUCCIÓN A TÉCNICAS ASTRONÓMICAS	12	6
Total de horas:		64	16
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y EL PROCESO DE OBSERVACIÓN 1.1 Procesos radiativos 1.2 Espectro electromagnético 1.3 Distribución espectral de energía y procesos de emisión 1.4 Proceso de observación en el visible e infrarrojo 1.4.1 Atmósfera: opacidad y turbulencia 1.4.2 Telescopio 1.4.3 Instrumento 1.4.4 Detector 1.4.5 Sistema de control 1.4.6 Sistema de cómputo para despliegue y análisis de datos

2	MEDICIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL 2.1 Concepto de señal y de medida 2.2 Repaso de transformadas de Fourier (unidimensional y multidimensional) 2.3 Señales astronómicas: recepción de señal y fluctuaciones (ruido, razón señal a ruido). 2.4 Concepto de imagen y señal como una convolución de la respuesta impulsional del sistema de medida y la imagen del objeto. Función de transferencia.
3	EL TELESCOPIO COMO INSTRUMENTO PRINCIPAL 3.1 Evolución histórica 3.2 Óptica de telescopios 3.3 Relaciones ópticas fundamentales 3.4 Viñeteo y aberraciones en el plano focal 3.5 Práctica en telescopio
4	TELESCOPIOS DE NUEVA TECNOLOGÍA 4.1 Necesidad del TNT 4.2 Espejos ligeros de gran tamaño 4.3 Materiales y manufactura 4.4 Pulido y pruebas ópticas 4.5 Suspensión activa (óptica activa primera parte) 4.6 Monturas y diseño mecánico 4.7 Movimiento del telescopio 4.8 Espejos secundarios 4.9 Edificios y domos 4.10 Sitio del observatorio
5	INSTRUMENTACIÓN PROPIA DEL TELESCOPIO 5.1 Sistema de control (consola) 5.2 Guiadores y autoguiado 5.3 Adquisidores de campo 5.4 Rotadores de campo 5.5 Estaciones meteorológicas 5.6 Sensores de frente de onda (óptica activa segunda parte)
6	INTRODUCCIÓN A TÉCNICAS ASTRONÓMICAS 6.1 Fotometría 6.2 Espectroscopia 6.3 Interferometría 6.4 Polarimetría 6.5 Astrometría 6.6 Coronografía 6.7 Práctica de laboratorio

Bibliografía Básica:

- H.J. Augensen (author), G. D. Roth (editor), *Compendium of Practical Astronomy: Instrumentation and Reduction Techniques*, Springer-Verlag. Telos, 1994.
- B.W. Ball, *The basics of spectroscopy, Tutorial texts in optical engineering*, Vol. TT 49, SPIE Press, 2001.
- H. Bradt, *Astronomy Methods: A Physical Approach to Astronomical Observations*, Cambridge University Press, 2004.
- C. R. Kitchin, *Astrophysical Techniques*, Taylor & Francis, 2nd edition, 2003.
- P. Lena, *Observational Astrophysics, Astronomy and Astrophysics Library*, Springer; 2nd edition, 1998.
- I.S. McLean, *Electronic and Computer Aided Astronomy, From Eyes to Electronic Sensors*, Halsted Press, 1989 ó John Wiley & Sons Inc; 1995.
- J.M. Rodríguez-Espinosa, A. Herrero, F. Sánchez, *Instrumentation for large Telescopes*, Cambridge Contemporary Astrophysics, Cambridge University Press, 1997.
- G.H. Rieke, *Detection of light: from the ultraviolet to the submillimeter*, Cambridge University Press, 1996.
- M.J. Riedel, *Optical design fundamentals for infrared systems, Tutorial texts in optical engineering*, Vol. TT 20, SPIE Press, 1995.
- F. Roddier (editor), *Adaptive Optics in Astronomy*, Cambridge University Press, 2004.
- K. Rohlfs & T.L. Wilson, *Tools of Radio Astronomy (Astronomy and Astrophysics Library)*, Springer-Verlag, 4th edition,

2006.

A. Richard Thompson, James M. Moran & George W. Swenson. *Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy*, John Wiley & Sons, 2001.

B. H. Walker, *Optical engineering fundamentals, Tutorial texts in optical engineering*, Vol. TT 30, SPIE Press, 1998.

R.N. Wilson, *Reflecting Telescope Optics I: Basic Design Theory and its Historical Development*, Astronomy and Astrophysics Library, Springer; 2nd edition, 2007.

Bibliografía Complementaria:

R.N. Wilson, *Reflecting Telescope Optics II: Manufacture, Testing, Alignment, Modern Techniques*, Astronomy and Astrophysics Library, Springer; 2nd edition 2002.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	(X)
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	(X)
Otras:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Instrumentos y Técnicas Astronómicas

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS ASTRONÓMICAS				
Clave:	Semestre(s): 3	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica		No. Créditos: 10
Carácter: Obligatorio de elección	HORAS		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 3	Práctica: 2	5	80
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El estudiante se familiarizará con las técnicas de instrumentación que utilizan los telescopios e instrumentos astronómicos modernos para el visible, infrarrojo y radio para revisar los diversos componentes básicos que los integran.

Objetivos específicos:

Los estudiantes analizarán el proceso de observación, desde que la luz es emitida por un objeto astronómico hasta obtener datos científicos en una computadora.

Índice Temático			
Unidad	Tema	HORAS	
		Teóricas	Prácticas
1	TÉCNICAS ASTRONÓMICAS	8	4
2	DETECTORES PARA LA ASTRONOMÍA	8	4
3	INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS (VISIBLE E INFRARROJO)	8	9
4	ALTA RESOLUCIÓN ANGULAR (ÓPTICA ADAPTATIVA)	10	5
5	CARACTERIZACIÓN DE SITIOS ASTRONÓMICOS	4	0
6	RADIOTELESCOPIOS Y RADIÓMETROS	6	5
7	PERSPECTIVAS DE LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA	4	5
Total de horas:		48	32
Suma total de horas:		80	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	TÉCNICAS ASTRONÓMICAS 1.1 Proceso de observación astronómica 1.2 Limitaciones de los observadores astronómicos 1.3 Técnicas instrumentistas (fotometría, espectroscopía, interferometría, polarimetría, astrometría, y coronografía).
2	DETECTORES PARA LA ASTRONOMÍA 2.1 Interacción de la radiación con la materia 2.2 Detectores cuánticos 2.3 Eficiencia, linealidad, ruido e intervalo dinámico 2.4 Detección de imágenes en el visible 2.5 Detección de imágenes en el infrarrojo y sub-Mm 2.6 Detección de imágenes en radio

3	INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS (VISIBLE E INFRARROJO) 3.1 Imagen directa y fotometría 3.2 Espectroscopia 3.2.1 Principios básicos de espectroscopia 3.2.2 Espectrógrafos de rejilla 3.2.3 Espectrógrafos Echelle 3.2.4 Espectroscopia multiobjetos (IFU, MOS, FO) 3.3 Interferometría 3.3.1 Principios básicos 3.3.2 Interferómetro Fabry-Perot 3.3.3 Interferómetro de Michelson-Fourier 3.4 Polarimetría 3.5 Instrumentos de gran campo 3.6 Paquetes de reducción de datos 3.7 Revisión de los instrumentos en grandes telescopios
4	ALTA RESOLUCIÓN ANGULAR (ÓPTICA ADAPTATIVA) 4.1 Efectos de la turbulencia atmosférica en imágenes astronómicas 4.2 Componentes de un sistema de óptica adaptativa (OA) 4.3 Detección y reconstrucción del frente de onda 4.4 Función de transferencia de la atmósfera (opacidad y turbulencia) y del telescopio, y función de transferencia del telescopio con OA 4.5 Espejos deformables como dispositivos compensadores del frente de onda 4.6 Limitaciones de los sistemas adaptativos 4.7 Estrella láser de referencia (LGAO) y OA multiconjugada (MCAO, GLAO, MFAO) 4.8 Impacto de la OA en la astrofísica
5	CARACTERIZACIÓN DE SITIOS ASTRONÓMICOS 5.1 Parámetros astro climatológicos 5.2 Instrumentación para caracterización (DIMM, SCIDAR, ...)
6	RADIOTELESCOPIOS Y RADIÓMETROS 6.1 Funcionamiento básico de un radiotelescopio 6.2 Receptores y procesadores de señal, radiómetros 6.3 Radiotelescopios de una antena 6.4 Interferometría en radio y síntesis de apertura 6.5 VLA, VLVI y ALMA 6.6 Espectroscopia y polarimetría en radiofrecuencias
7	PERSPECTIVAS DE LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA 7.1 Telescopios extra grandes (ELT, TMT, ...) 7.2 Grandes retos de la instrumentación para ELTs 7.3 Observatorios orbitales (HST, Spitzer, Chandra, Herschel, JWST, y los futuros). 7.4 Instrumentación espacial 7.5 Observatorios virtuales

Bibliografía Básica:

- H.J. Augensen (author), G. D. Roth (editor), *Compendium of Practical Astronomy: Instrumentation and Reduction Techniques*, Springer-Verlag. Telos, 1994.
- B.W. Ball. *The basics of spectroscopy, Tutorial texts in optical engineering*, Vol. TT 49, SPIE Press, 2001.
- H. Bradt. *Astronomy Methods: A Physical Approach to Astronomical Observations*, Cambridge University Press, 2004.
- C. R. Kitchin. *Astrophysical Techniques*, Taylor & Francis, 2nd edition, 2003.
- P. Lena. *Observational Astrophysics*, Astronomy and Astrophysics Library, Springer; 2nd edition, 1998.
- I.S. McLean. *Electronic and Computer Aided Astronomy, From Eyes to Electronic Sensors*, Halsted Press, 1989 ó John Wiley & Sons Inc; 1995.
- J.M. Rodríguez-Espinosa, A. Herrero, y F. Sánchez. *Instrumentation for large Telescopes*, Cambridge Contemporary Astrophysics, Cambridge University Press, 1997.
- G.H. Rieke. *Detection of light: from the ultraviolet to the submillimeter*, Cambridge University Press, 1996.
- M.J. Riedel. *Optical design fundamentals for infrared systems, Tutorial texts in optical engineering*, Vol. TT 20, SPIE Press, 1995.
- F. Roddier (editor). *Adaptive Optics in Astronomy*, Cambridge University Press, 2004.
- K. Rohlfs & T.L. Wilson. *Tools of Radio Astronomy* (Astronomy and Astrophysics Library), Springer-Verlag, 4th edition, 2006.
- A. Richard Thompson, James M. Moran & George W. Swenson, *Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy*, John Wiley & Sons, 2001.
- B. H. Walker. *Optical engineering fundamentals, Tutorial texts in optical engineering*, Vol. TT 30, SPIE Press, 1998.
- R.N. Wilson. *Reflecting Telescope Optics I: Basic Design Theory and its Historical Development*, Astronomy and Astrophysics Library, Springer; 2nd edition, 2007.

Bibliografía Complementaria:

- R.N. Wilson. *Reflecting Telescope Optics II: Manufacture, Testing, Alignment, Modern Techniques*, (Astronomy and Astrophysics Library), Springer; 2nd edition 2002.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	(X)
Otros:	

Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	(X)
Otras:	


Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS DE ELECCIÓN

**CAMPOS DE CONOCIMIENTO:
ASTROFÍSICA TEÓRICA, ASTROFÍSICA
OBSERVACIONAL, Y ASTROFÍSICA DE CAMPOS Y
PARTÍCULAS**

Seminario de Investigación III

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN III				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas	Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Seminario		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno planteará un proyecto de investigación o en su caso dará continuidad al ya establecido.
Objetivos específicos: El alumno continuará la actividad de investigación que realiza y aplicará los conocimientos adquiridos en la redacción de artículos científicos.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN III	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN III El Seminario de Investigación consiste en reuniones semanales del alumno con el profesor del seminario, en las que se discutirán y plantearán diferentes aspectos relacionados con el trabajo de investigación que realiza el alumno. El Seminario se evalúa con base en: 1) Una exposición oral que el alumno presentará con los avances alcanzados durante el semestre. 2) Un reporte escrito que incluye el avance semestral en el proyecto de investigación.

Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema de investigación de cada estudiante.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	()
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	()
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	()
Examen final escrito	()
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	()
Otras: Reporte escrito del Seminario	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Seminario de Investigación IV

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN IV				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Seminario			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno dará continuidad al desarrollo del proyecto de investigación con el que se graduará.
Objetivos específicos: El alumno terminará la actividad de investigación que realiza y aplicará los conocimientos adquiridos en la redacción de artículos científicos.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN IV	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	



Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN IV El Seminario de Investigación consiste en reuniones semanales del alumno con el profesor del seminario, en las que se discutirán y plantearán diferentes aspectos relacionados con el trabajo de investigación que realiza el alumno. El Seminario se evalúa con base en: 1) Una exposición oral que el alumno presentará con los avances alcanzados durante el semestre. 2) Un reporte escrito que incluye el borrador del documento final con el que obtendrá el grado.

Bibliografía:
La bibliografía dependerá del tema de investigación de cada estudiante.

<p>Estrategias didácticas:</p> <p>Exposición oral <input type="checkbox"/></p> <p>Exposición audiovisual <input type="checkbox"/></p> <p>Ejercicios dentro de clase <input type="checkbox"/></p> <p>Ejercicios fuera del aula <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Seminarios <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Lecturas obligatorias <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Trabajo de Investigación <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Prácticas de taller o laboratorio <input type="checkbox"/></p> <p>Prácticas de campo <input type="checkbox"/></p> <p>Otros: <input type="checkbox"/></p>	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> <p>Exámenes Parciales <input type="checkbox"/></p> <p>Examen final escrito <input type="checkbox"/></p> <p>Trabajos y tareas fuera del aula <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Exposición de seminarios por los alumnos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Participación en clase <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Asistencia <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Seminario <input type="checkbox"/></p> <p>Otras: Reporte escrito del Seminario</p>
<p>Perfil profesiográfico:</p> <p>El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa de grado otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.</p>	

Temas Selectos de Astrofísica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: TEMAS SELECTOS DE ASTROFÍSICA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional, Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno conocerá los temas de actualidad y frontera en el área de astrofísica.
Objetivos específicos: El alumno investigará y aprenderá sobre aspectos particulares de la astrofísica de vanguardia para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	TEMAS SELECTOS DE ASTROFÍSICA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	TEMAS SELECTOS DE ASTROFÍSICA Estos cursos tratarán aspectos particulares de astrofísica de un determinado tema de actualidad. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición. Estos cursos no contarán con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.



Bibliografía:
La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X)
---	---

Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:
Prácticas de campo	()	
Otros:		
<p>Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.</p>		

**CAMPOS DE CONOCIMIENTO:
ASTROFÍSICA OBSERVACIONAL Y
ASTROFÍSICA TEÓRICA**

Radioastronomía

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: RADIOASTRONOMÍA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica, Astrofísica Observacional	
Carácter: Optativo de elección		Horas	Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	
		Horas al Semestre	No. Créditos: 6
		3	48

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El estudiante aprenderá sobre la investigación del universo en ondas de radio.
Objetivos específicos: El estudiante obtendrá los conocimientos para una revisión de la física de los procesos más importantes de líneas de emisión y continuo en ondas de radio, para una presentación de los instrumentos y técnicas observacionales empleadas, así como para el estudio de diversos objetos y fenómenos astronómicos.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	INTRODUCCIÓN	6	0
2	INSTRUMENTACIÓN	10	0
3	PROCESOS DE CONTINUO TÉRMICOS	8	0
4	PROCESOS DE CONTINUO NO-TÉRMICOS	8	0
5	LÍNEAS DE EMISIÓN	8	0
6	TEMAS VARIOS	8	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	INTRODUCCIÓN 1.1 El Espectro electromagnético 1.2 Perspectiva histórica 1.3 Transparencia de la atmósfera
2	INSTRUMENTACIÓN 2.1 Radiotelescopios 2.2 Receptores y espectroscopía 2.3 Interferometría
3	PROCESOS DE CONTINUO TÉRMICOS 3.1 Radiación Libre-Libre 3.2 Regiones HII, nebulosas planetarias, chorros térmicos 3.3 Radiación fósil a 3 K 3.4 Emisión de polvo
4	PROCESOS DE CONTINUO NO-TÉRMICOS

	4.1 Polarización y parámetros de Stokes 4.2 Radiación sincrotrónica 4.3 Remanentes de supernova 4.4 Pulsares y binarias de rayos X 4.5 Cuásares, AGNs y radiogalaxias
5	LÍNEAS DE EMISIÓN 5.1 Línea de HI en 21-cm: física atómica básica 5.2 Cinemática de galaxias espirales 5.3 Emisión de líneas moleculares 5.4 Máseres
6	TEMAS VARIOS 6.1 Efectos de plasma 6.2 Trazadores de campo magnético: efecto Zeeman y rotación de Faraday 6.3 Radioastronomía solar y planetaria

Bibliografía Básica:

Rohlfs, K. y Wilson, T.L. *Tools of Radio Astronomy*, Quinta Edición. Springer-Verlag, Berlín, 2009.

Burke, B.F. y Graham-Smith, F. *An Introduction to Radio Astronomy*, Segunda Edición, Cambridge University Press, 2002.

Verschuur, G.L. *The Invisible Universe: The Story of Radio Astronomy*, Segunda Edición, Springer-Verlag, Berlín, 2006.

Bibliografía Complementaria:

Christiansen, W.N., y Hogbom, J.A. *Radio Telescopes*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.

Elitzur, M. *Astronomical Masers*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1992.

Kraus, J.D. *Radio Astronomy*, Second Edition, Cygnus-Quasar Books, Powell Ohio, 1986.

Lyne, A.G. y Graham-Smith, F. *Pulsar Astronomy*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

Pacholczyk, A.G. *Radio Astrophysics*, Freeman, San Francisco 1970.

Perley, R.A., Schwab, F.C. y Bridle, A.H. *Synthesis Imaging In Radio Astronomy*, ASP, Conferences Series, Vol. 6, Astronomical Society Of The Pacific, San Francisco, 1989.

Taylor, G.B., Carilli, C.L., y Perley, R.A. *Synthesis Imaging In Radio Astronomy II*, ASP, Conferences Series, Vol. 180, Astronomical Society Of The Pacific, San Francisco 1999.

Thompson, A.M., Moran, J.M., y Swenson, G.W. *Interferometry and Synthesis In Radio Astronomy*, Second Edition, Wiley Interscience, New York, 2001.

Verschuur, G.L., y Kellermann, K.I. *Galactic and Extragalactic Radio Astronomy*, Second Edition, Springer Verlag, Berlín, 1988.

De Young, D.S. *The Physics of Extragalactic Radio Sources*, University Of Chicago Press, 2002.

Stanimirovic, S. *Single-Dish Radio Astronomy: Techniques and Applications*, Arecibo Observatory, National Astronomy and Ionosphere Center, 2002.

Cibergrafía
<http://www.cv.nrao.edu/course/astr534/ERA.shtml> (Essential Radio Astronomy Course).
<http://www2.jpl.nasa.gov/radioastronomy/> (Basics of Radio Astronomy).
<http://web.njit.edu/~dgaray/728/> (PHYSICS 728, RADIO ASTRONOMY).
<http://www.strw.leidenuniv.nl/~intema/ra2006.htm/> (Radio Astronomy 2006).

Estrategias didácticas:

Exposición oral ()
 Exposición audiovisual (X)
 Ejercicios dentro de clase (X)



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales (X)
 Examen final escrito (X)
 Trabajos y tareas fuera del aula (X)

Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	()	Participación en clase	()
Lecturas obligatorias	()	Asistencia	()
Trabajo de Investigación	()	Seminario	()
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

**CAMPO DE CONOCIMIENTO:
ASTROFÍSICA TEÓRICA**

Astrobiología - Fundamentos Astrofísicos y Geológicos

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: ASTROBIOLOGÍA - FUNDAMENTOS ASTROFÍSICOS Y GEOLÓGICOS			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno aprenderá sobre los aspectos astronómicos y geológicos que inciden en la formación y evolución de planetas habitables.

Objetivos específicos:

El alumno aprenderá los aspectos de la astrobiología, para así comprender los procesos que dan lugar a la formación de sistemas planetarios; entenderá los fenómenos geológicos que inciden en la habitabilidad planetaria.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	INTRODUCCIÓN A LA ASTROBIOLOGÍA	1	0
2	DE LA GRAN EXPLOSIÓN A LAS MOLÉCULAS DE LA VIDA	4	0
3	SISTEMAS PLANETARIOS	20	0
4	ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN PLANETARIA	23	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	INTRODUCCIÓN A LA ASTROBIOLOGÍA 1.1 Definición de astrobiología 1.2 Objetivos de la astrobiología 1.3 Historia de la astrobiología
2	DE LA GRAN EXPLOSIÓN A LAS MOLÉCULAS DE LA VIDA 2.1 Escalas de tiempo 2.2 Cosmoquímica 2.2.1 Nucleosíntesis y reciclaje de elementos químicos 2.2.2 Abundancia de elementos químicos en el universo 2.3 Moléculas en el medio interestelar
3	SISTEMAS PLANETARIOS 3.1 Formación de sistemas planetarios 3.1.1 Discos circunestelares 3.1.2 Escenarios de formación de planetas 3.1.3 Migración planetaria 3.1.4 Adquisición de volátiles en planetas terrestres 3.2 Métodos de detección de exoplanetas 3.2.1 Velocidad radial

	3.2.2 Tránsito 3.2.3 Astrometría 3.2.4 Lentes gravitacionales 3.2.5 Imagen directa 3.3 Características de los exoplanetas 3.3.1 Resultados observacionales 3.3.2 Predicciones teóricas
4	ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN PLANETARIA 4.1 Tiempo geológico y su medición 4.2 Diferenciación planetaria: núcleo, manto, litósfera e hidrósfera 4.3 Procesos geológicos planetarios 4.3.1 Impactismo: el bombardeo pesado y acreción tardía 4.3.2 Magmatismo: océanos de magma y las cortezas más primitivas 4.3.3 Tectónica: de una placa y de placas múltiples 4.3.4 Hidrología: océanos, lagos y ríos primitivos 4.3.5 Clima: Atmósferas primitivas, la paradoja del sol joven débil y efecto invernadero 4.3.6 Ciclo carbonato-silicato 4.4 Evolución geológica de la tierra 4.4.1 Evolución de la composición atmosférica 4.4.2 Evolución de la composición del océano 4.4.3 Distribución de océanos y continentes 4.5 Planología comparada y criterios de habitabilidad 4.5.1 Estructura general de planetas gaseosos y planetas rocosos 4.5.2 Interiores planetarios: las zonas habitables de la corteza 4.5.3 Hidrósferas y sus interfases 4.5.4 Atmósferas y sus interfases 4.5.5 Masa planetaria 4.6 Super-tierras: origen, estructura y habitabilidad.

Bibliografía Básica:	
Caleb A. Scharf. <i>Extrasolar Planets and Astrobiology</i> . University Science Books, Sausalito California, 2008.	
James Kasting. <i>How to Find a Habitable Planet</i> . Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 2010.	
Woodruff T. III and Baross, Jhon A. (Eds). <i>Planets and Life: The Emerging Science of Astrobiology</i> . Sullivan, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2007.	
"Astrobiology Primer". <i>Astrobiology</i> , vol. 6(5), 735-813. 2006.	
Bibliografía Complementaria:	
Christopher F., Chyba and Kevin P., "Astrobiology: The Study of the Living Universe. Hand". <i>Annual Reviews of Astronomy and Astrophysics</i> , vol. 43, 2.1-2.44, 2005.	
D. Valencia, O'Connell, R. J.; Sasselov, D. D. "Super-Earths' Evolution: Towards Habitability, Extreme Solar Systems", ASP Conference Series, Vol. 398, <i>Proceedings of the conference held 25-29 June, 2007, at Santorini Island, Greece</i> . Edited by D. Fischer, F. A. Rasio, S. E. Thorsett, and A. Wolszczan, p.513.	
Alibert, Y et al., "Origin and Formation of Planetary Systems". <i>Astrobiology</i> . January/February 2010, 10(1): 5-17.	
Pascale Ehrenfreund, Marcco Spaans, and Nils G Holm. "The Evolution of Organic Matter in Space". <i>Phil. Trans. R. Soc. A</i> February 13, 2011 369:538-554; doi:10.1098/rsta.2010.0231.	
Stephane Udry and Nuno C. Santos. "Statistical Properties of Exoplanets". <i>Annu. Rev. Astron. Astrophys.</i> 2007. 45:397-439.	

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	()
Ejercicios dentro de clase	()	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	()	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	()
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	()
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras: Ensayos	

Prácticas de campo Otros:	()	
Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.		

Astrobiología - Fundamentos Biológicos y Estrategias de Búsqueda de Vida

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: ASTROBIOLOGÍA - FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS Y ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA DE VIDA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso	Duración del programa: Semestral			

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno se familiarizará con la vida en la tierra como un ejemplo de vida en el universo para estudiar las estrategias de búsqueda de vida en el sistema solar y en planetas extrasolares.
Objetivos específicos: El alumno estudiará sobre el origen y evolución de la vida en la tierra para establecer aquellos aspectos útiles en la búsqueda de vida en otros planetas. Establecerá los criterios y estrategias para la búsqueda de vida en planetas del sistema solar y exoplanetas.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA VIDA	24	0
2	PLANETAS HABITABLES DEL SISTEMA SOLAR	12	0
3	EXOPLANETAS HABITABLES	12	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA VIDA 1.1 Origen de la vida 1.1.1 Síntesis prebiótica de compuestos orgánicos 1.1.2 Mundo del RNA y el origen de la protocélula 1.1.3 Origen del metabolismo 1.1.4 Mundo de DNA y proteínas (el código genético) 1.2 Evolución biológica: conceptos y mecanismos 1.2.1 Evolución temprana de los procariontes: 1.2.1.1 Diversidad y sucesión metabólica: los flujos biogeoquímicos y las rutas metabólicas más antiguas 1.2.1.2 El progenote y el último ancestro común de la vida 1.2.2 Evolución de los primeros eucariontes: 1.2.2.1 La endosimbiosis 1.2.2.2 El holocausto de oxígeno 1.2.3 Fósiles y extinciones masivas: la contingencia evolutiva

	1.2.4 Extremófilos y ambientes extremos 1.3 Vida inteligente 1.3.1 Definición de la inteligencia y desarrollo de la inteligencia 1.3.2 Evolución humana
2	PLANETAS HABITABLES DEL SISTEMA SOLAR 2.1 Satélites helados 2.1.1 Europa 2.1.2 Titán 2.1.3 Encelado 2.2 Marte 2.2.1 Historia geológica: meteoritos SNC y misiones 2.2.2 El experimento del vikingo 2.2.3 El Meteorito ALH84001 y la búsqueda de biomarcadores 2.2.4 Sitios análogos de Marte en la Tierra 2.2.5 Terraformación
3	EXOPLANETAS HABITABLES 3.1 Zona habitable circunestelar 3.2 Misiones para detectar planetas habitables 3.3 Señales de un mundo habitable 3.3.1 Bioseñales atmosféricas 3.3.2 Bioseñales superficiales: el borde rojo de la clorofila 3.4 Búsqueda de tecnologías comunicativas 3.5 Ecuación de Drake 3.6 Zona de habitabilidad galáctica

Bibliografía Básica:

Jhon A. (Eds). *Planets and Life: The Emerging Science of Astrobiology*. Sullivan, Woodruff T. III and Baross, Cambridge university Press, Cambridge, UK. 2007.

"Astrobiology Primer". *Astrobiology*, vol. 6(5), 735-813. 2006.

Segura, A. and Kaltenecker, "Search for Habitable Planets", in *Astrobiology: Emergence, Search and Detection of Life*. V. A. Basiuk Ed., American Scientific Publishers, pp. 341-358, 2010.

Bibliografía Complementaria:

Catling et al., "Why O₂ is required by complex life on Habitable Planets and the concept of planetary. Oxygenation Time". *Astrobiology*, 5(3), 415-438. 2005.

J. F. Kasting. "Habitable zones around low mass stars and the search for extraterrestrial life". *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 27 (1-3): 291-307, 1997.

Raymond et al. "Exotic Earths: Forming habitable worlds with giant planet migration". *Science* 313, 1413-1416. 2006.

Williams et al., "Habitable Moons around extrasolar giant planets". *Nature* 385, 234-236. 1997.

Frank Drake Phil, "The search for extra-terrestrial intelligence". *Trans. R. Soc. A* February 13, 2011 369:633-643; doi:10.1098/rsta.2010.0282.

A. Segura in Lemarchand, "Las huellas de la vida: caracterización remota de mundos habitables y habitados", A. Segura in Lemarchand, G.A. y Tancredi, G (eds.), *Astrobiología: del Big Bang a las Civilizaciones, Tópicos Especiales en Ciencias Básicas e Ingeniería*, vol. 1, 195 - 222, 2010 UNESCO-Montevideo.



Colin Pillinger, "Chemical methods for searching for evidence of extra-terrestrial life". *Phil. Trans. R. Soc. A.*, February 13, 2011 369:607-619; doi:10.1098/rsta.2010.0241.

Christopher P. McKay, "The search for life in our Solar System and the implications for science and society". *Phil. Trans. R. Soc. A* February 13, 2011 369:594-606; doi:10.1098/rsta.2010.0247.

Lineweaver, C. H., Fenner, Y., Gibson, B. K. (2004) "The Galactic Habitable Zone and the age distribution of complex life in the Milky Way". *Science* 303: 59-62.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje :	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	()
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	()
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras: Ensayos	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Cosmoquímica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: COSMOQUÍMICA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Curso	Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (<input checked="" type="checkbox"/>) Obligatoria (<input type="checkbox"/>) Indicativa (<input type="checkbox"/>)
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno se familiarizará con el contenido químico y la evolución química del universo.
Objetivos específicos: El alumno estudiará los patrones de abundancias observados en las estrellas, en el medio interestelar y en el medio intergaláctico. Comprenderá los procesos estelares, galácticos y cosmológicos que dan origen a las abundancias químicas observadas en el universo. Inferirá las abundancias químicas iniciales del universo y estudiará sus implicaciones.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL UNIVERSO CERCANO	9	0
2	EVOLUCIÓN QUÍMICA DE GALAXIAS	24	0
3	ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL UNIVERSO TEMPRANO	9	0
4	COSMOLOGÍA	6	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL UNIVERSO CERCANO 1.1 Abundancias químicas estelares, en nebulosas ionizadas y en el medio intergaláctico local 1.2 Correlaciones entre abundancias de elementos
2	EVOLUCIÓN QUÍMICA DE GALAXIAS 2.1 Ingredientes de un modelo de evolución química: tasa de formación estelar, función inicial de masa, nucleosíntesis estelar, flujos de gas en galaxias: acreción, expulsión, redistribución interna 2.2 Modelos numéricos y analíticos de nuestra galaxia y otros tipos de galaxias: análisis de diagramas de diagnósticos e implicaciones
3	ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL UNIVERSO TEMPRANO 3.1 Abundancias en el medio inter e intracúmulo y en objetos a altos corrimientos al rojo 3.2 Modelos analíticos e implicaciones cosmológicas

4	<p>COSMOLOGÍA</p> <p>4.1 Nucleosíntesis primigenia</p> <p>4.2 Abundancias de elementos ligeros</p>
---	--

Bibliografía Básica:

Pagel, B. *Nucleosynthesis and Chemical Evolution of Galaxies*, Cambridge University Press, 2009.

Matteucci, F. *The Chemical Evolution of the Galaxy*, Astrophysics and Space Science Library, Volumen 253. Kluwer, 2001.

Esteban et al. *Cosmochemistry. The melting Pot of the Elements*. Eds. C. CUP

Bibliografía Complementaria:

Clayton, Donald. *Handbook of Isotopes in the Cosmos*, Cambridge, 2003.

Arnett, David. *Supernovae and Nucleosynthesis. An Investigation of the History of Matter, from the Big Bang to the present*. Princeton Academic Press, 1996.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	()
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	(X)
Otras:	

Perfil profesional:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.

Dinámica de Gases en Astrofísica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: DINÁMICA DE GASES EN ASTROFÍSICA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Curso	Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno estudiará temas de actualidad y frontera de la dinámica de gases en astrofísica.

Objetivos específicos:

El alumno dominará los aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de la dinámica de gases en la astrofísica, con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	DINÁMICA DE GASES EN ASTROFÍSICA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	DINÁMICA DE GASES EN ASTROFÍSICA Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de la dinámica de gases en la astrofísica. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, estos cursos no contarán con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema que se aborde en el curso.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	(X)
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

La Física de la Astrofísica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: LA FÍSICA DE LA ASTROFÍSICA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Curso	Duración del programa: Semestral		
			Horas al Semestre: 48

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El estudiante obtendrá una visión unitaria de algunos de los conceptos teóricos usados en la astrofísica moderna.
Objetivos específicos: Entenderá de manera genérica el flujo de un fluido cualquiera, con la presencia de fuentes y sumideros, usando la ecuación de Boltzmann. Deducirá las ecuaciones de la hidrodinámica, de la dinámica estelar, del transporte radiativo y de la estructura estelar.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	LA ECUACIÓN DE BOLTZMANN	10	0
2	HIDRODINÁMICA	8	0
3	DINÁMICA ESTELAR NO COLISIONAL	9	0
4	DINÁMICA ESTELAR COLISIONAL	6	0
5	GRAVOTERMODINÁMICA	6	0
6	OTRAS APLICACIONES DE LA ECUACION DE BOLTZMANN (TO)	9	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	



Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	LA ECUACIÓN DE BOLTZMANN 1.1 Introducción y significado físico 1.2 El concepto de función de distribución 1.3 Micro-estados y estados macroscópicos 1.4 Diversas formas de la ecuación de Boltzmann 1.5 Sistemas colisionales y no colisionales 1.5.1 Tiempo de relajación 1.5.2 La función H de Boltzmann y la flecha del tiempo 1.5.3 Teorema de mezclado 1.6 La jerarquía BBGKY 1.7 La distribución de Maxwell-Boltzmann como atractor dinámico 1.8 El método de momentos
2	HIDRODINÁMICA 2.1 Las relaciones de clausura a orden cero 2.2 Las ecuaciones de la hidrodinámica no viscosas

	<p>2.3 Aplicaciones de las ecuaciones sin viscosidad (OP)</p> <p>2.3.1 Teorema de circulación de Kelvin</p> <p>2.3.2 La tobera de La Val</p> <p>2.3.3 El problema de Bondi</p> <p>2.4 Las relaciones de clausura a primer orden</p> <p>2.5 Las ecuaciones de la hidrodinámica viscosa</p> <p>2.6 Aplicaciones de las ecuaciones con viscosidad (OP)</p> <p>2.6.1 Flujo de un fluido viscoso ante una esfera sólida</p> <p>2.6.2 El método de relajamiento de Gauss-Seidel aplicado a la solución numérica de la ecuación de Navier-Stokes</p>
3	<p>DINÁMICA ESTELAR NO COLISIONAL</p> <p>3.1 La ecuación de Boltzmann aplicada a un fluido hamiltoniano no colisional</p> <p>3.2 El teorema de Jeans y las integrales de movimiento</p> <p>3.3 Las ecuaciones de Jeans como los momentos de la ecuación de Boltzmann</p> <p>3.4 Respuesta lineal y relaciones de dispersión de la ecuación de Boltzmann</p> <p>3.5 Aplicaciones (OP)</p> <p>3.5.1 Modelos que dependen de integrales de movimiento: $f(E)$, $f(E, J)$</p> <p>3.5.2 El límite de Oort y las ecuaciones de Jeans</p> <p>3.5.3 Las constantes de Oort como la vorticidad y el esfuerzo cortante del fluido estelar. Fórmulas de Oort y el teorema de Helmholtz</p> <p>3.5.4 Relajamiento sin colisiones: Relajamiento violento y amortiguamiento de Landau</p>
4	<p>DINÁMICA ESTELAR COLISIONAL</p> <p>4.1 Encuentros gravitacionales</p> <p>4.2 Coeficientes de difusión en el espacio fase</p> <p>4.3 Colisiones suaves: La ecuación de Fokker-Planck</p> <p>4.4 Colisiones fuertes: La ecuación de Langevin. Fricción dinámica</p>
5	<p>GRAVOTERMODINÁMICA</p> <p>5.1 Termodinámica de sistemas con fuerzas de largo alcance</p> <p>5.2 Calor específico negativo y sus consecuencias</p> <p>5.3 La entropía de sistemas autogravitantes</p> <p>5.4 Aplicaciones (TO)</p> <p>5.4.1 El problema de Antonov</p> <p>5.4.2 La catástrofe gravo-termodinámica y los cúmulos globulares</p> <p>5.4.3 Configuraciones de máxima entropía</p>
6	<p>OTRAS APLICACIONES DE LA ECUACION DE BOTZMANN (TO)</p> <p>6.1 Transporte radiativo</p> <p>6.1.1 La ecuación de transporte radiativo como la ecuación de Boltzmann para un fluido de bosones</p> <p>6.1.2 La relación entre intensidad específica y la función de distribución de fotones en el espacio fase</p> <p>6.1.3 Momentos de la ecuación de transporte radiativo</p> <p>6.2 Estructura estelar</p> <p>6.2.1 Las ecuaciones de la estructura estelar como las ecuaciones de momentos de la ecuación de transporte radiativo y de la hidrodinámica</p> <p>6.3 Astrofísica de altas energías</p> <p>6.3.1 Difusión de partículas de altas energías</p>

Bibliografía Básica:	
Huang, K. <i>Statistical Mechanics</i> . J. Willey, New Cork, 1963.	
Shu, F. <i>Gas Dynamics. The Physics of Astrophysics. Vol. 2</i> . University Science Books, Mill Valley, California 1992.	
Saslaw, W. C. <i>Gravitational Physics of Stellar and Galactic Systems</i> . Cambridge Monographs on Mathematical Physics. 1987.	
Bibliografía Complementaria:	
Huang, K. <i>Statistical Mechanics</i> . 2nd Edition. J. Willey, New Cork, 2008.	
Cercignani, Carlo. <i>The Boltzmann Equations and its Applications</i> . Springer Verlag New York, 1992.	
Shu, Frank. <i>The Physics of Astrophysics. Volume II: Gas Dynamics</i> . University Science Books, 1992.	
Boltzmann, Ludwig. <i>Lectures on Gas Theory</i> . Dover Publications, 1995.	
Estrategias didácticas:	Evaluación del aprendizaje:
Exposición oral (X)	Exámenes Parciales (X)
Exposición audiovisual ()	Examen final escrito ()
Ejercicios dentro de clase (X)	Trabajos y tareas fuera del aula (X)
Ejercicios fuera del aula ()	Exposición de seminarios por los alumnos (X)
Seminarios (X)	Participación en clase (X)
Lecturas obligatorias ()	Asistencia ()
Trabajo de Investigación ()	Seminario ()
Prácticas de taller o laboratorio ()	Otras: ()
Prácticas de campo ()	
Otros:	
Perfil profesional:	
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa de grado otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.	

Problemas Contemporáneos de Astrobiología

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROBIOLOGÍA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno se familiarizará con el estudio de temas de actualidad y frontera de la Astrobiología.

Objetivos específicos:

El alumno aprenderá aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de la Astrobiología

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROBIOLOGÍA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROBIOLOGÍA Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de la Astrobiología. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.


Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	(X)

Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Problemas Contemporáneos de Astrofísica Estelar

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA ESTELAR				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno obtendrá conocimiento sobre temas de actualidad y frontera de la Astrofísica Estelar.

Objetivos específicos:

El alumno se familiarizará con aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de la Astrofísica Estelar.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA ESTELAR	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA ESTELAR Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de la Astrofísica Estelar. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema que se aborde en el curso.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	(X)
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Problemas Contemporáneos de Astrofísica de Objetos Compactos

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA DE OBJETOS COMPACTOS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno conocerá los temas de actualidad y frontera de la Astrofísica de Objetos Compactos.
Objetivos específicos: El alumno se familiarizará con aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de la Astrofísica de Objetos Compactos.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA DE OBJETOS COMPACTOS	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA DE OBJETOS COMPACTOS Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de la Astrofísica de Objetos Compactos. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X)
---	---

Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:
Prácticas de campo	()	
Otros:		
Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.		

Problemas Contemporáneos de Astronomía Extragaláctica

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica</p>	
---	--	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTRONOMÍA EXTRAGALÁCTICA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno aprenderá sobre temas de actualidad y frontera de Astronomía Extragaláctica.
Objetivos específicos: El alumno dominará los aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de Astronomía Extragaláctica.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTRONOMÍA EXTRAGALÁCTICA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTRONOMÍA EXTRAGALÁCTICA Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Astronomía Extragaláctica. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía:
La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X)
---	---

Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:
Prácticas de campo	()	
Otros:		
Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.		

Problemas Contemporáneos de Astrofísica de Altas Energías

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna Objetivo general: El alumno obtendrá conocimiento sobre los temas de actualidad y frontera de Astrofísica de Altas Energías. Objetivos específicos: El alumno se familiarizará con aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de Astrofísica de Altas Energías.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Astrofísica de Altas Energías. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X)
---	--

Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Problemas Contemporáneos de Astrofísica Computacional

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA COMPUTACIONAL				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno aprenderá sobre temas de actualidad y frontera de la Astrofísica Computacional.
Objetivos específicos: El alumno conocerá los aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de la Astrofísica Computacional.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA COMPUTACIONAL	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTROFÍSICA COMPUTACIONAL Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de la Astrofísica Computacional. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X)
---	---

Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:
Prácticas de campo	()	
Otros:		
<p>Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.</p>		

Problemas Contemporáneos de Cosmología

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE COSMOLOGÍA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno conocerá los temas de actualidad y frontera de Cosmología.

Objetivos específicos:

El alumno se familiarizará con aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de Cosmología.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE COSMOLOGÍA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE COSMOLOGÍA Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Cosmología. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, estos cursos no contarán con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.



Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X)
---	---

Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:
Prácticas de campo	()	
Otros:		
<p>Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.</p>		

Problemas Contemporáneos de Dinámica y Estructura de Galaxias

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE DINÁMICA Y ESTRUCTURA DE GALAXIAS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno conocerá los temas de actualidad y frontera de Dinámica y Estructura de Galaxias.
Objetivos específicos: El alumno aprenderá sobre aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de Dinámica y Estructura de Galaxias.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE DINÁMICA Y ESTRUCTURA DE GALAXIAS	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE DINÁMICA Y ESTRUCTURA DE GALAXIAS Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Dinámica y Estructura de Galaxias. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X)
---	--

Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.			

Problemas Contemporáneos de Materia Interestelar

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE MATERIA INTERESTELAR			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno se familiarizará con temas de actualidad y de frontera en Materia Interestelar.
Objetivos específicos: El alumno estudiará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para así fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición en Materia Interestelar.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE MATERIA INTERESTELAR	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE MATERIA INTERESTELAR Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Materia Interestelar. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que aborde este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X)
---	--

Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.			

Procesos Radiativos en Astrofísica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PROCESOS RADIATIVOS EN ASTROFÍSICA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno se familiarizará en el estudio de procesos físicos en la astrofísica y del transporte radiativo.
Objetivos específicos: El alumno estudiará gran parte de los procesos físicos importantes para una descripción de los fenómenos de interacción-radiación-materia en astrofísica. Estos procesos microscópicos tienen consecuencias muy importantes en el comportamiento de los cuerpos. En particular, enfatizará la teoría del transporte radiativo y ejemplificará las aplicaciones de esta teoría.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	EQUILIBRIO TERMODINÁMICO	4	0
2	TRANSICIONES ENTRE NIVELES LIGADOS	4	0
3	TRANSICIONES ENTRE EL CONTINUO Y NIVELES LIGADOS	4	0
4	EQUILIBRIO ESTADÍSTICO	12	0
5	TRANSICIONES LIBRE-LIBRE	12	0
6	TRANSPORTE RADIATIVO	4	0
7	APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE TRANSPORTE RADIATIVO	4	0
8	DISPERSIÓN	4	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	EQUILIBRIO TERMODINÁMICO 1.1 Distribución de Gibbs, función de partición 1.2 Excitación de los niveles (distribución de Boltzmann) 1.3 Principio de correspondencia 1.4 Estado de ionización (ecuación de Saha) 1.5 Distribución de Maxwell-Boltzmann 1.6 Ecuación de estado del gas ideal 1.7 Gas de fotones, radiación de cuerpo negro 1.8 Coeficientes de Einstein y relaciones de Einstein 1.9 Ley de Kirchhoff

2	<p>TRANSICIONES ENTRE NIVELES LIGADOS</p> <p>2.1 Átomo de un electrón</p> <p>2.2 Átomo multielectrónico</p> <p>2.3 Reglas de selección</p> <p>2.4 Transiciones radiactivas espontáneas y estimuladas</p> <p>2.5 Transiciones colisionales</p>
3	<p>TRANSICIONES ENTRE EL CONTINUO Y NIVELES LIGADOS</p> <p>3.1 Fotoionización y recombinación radiactiva</p> <p>3.2 Auto-ionización y recombinación di-electrónica</p> <p>3.3 Ionización colisional y recombinación de tres cuerpos</p>
4	<p>EQUILIBRIO ESTADÍSTICO</p> <p>4.1 Equilibrio estadístico para los niveles excitados por colisiones</p> <p>4.2 Límites de alta y baja densidad</p> <p>4.3 Cascada de recombinación</p> <p>4.4 Equilibrio estadístico para la ionización</p> <p>4.5 Límites de alta y baja densidad</p>
5	<p>TRANSICIONES LIBRE-LIBRE</p> <p>5.1 Radiación de cargas en movimiento</p> <p>5.2 Bremsstrahlung</p> <p>5.3 Radiación sincrotrónica</p>
6	<p>TRANSPORTE RADIATIVO</p> <p>6.1 La Intensidad específica y sus momentos</p> <p>6.2 Ecuación de transporte</p> <p>6.3 Espesor óptico</p> <p>6.4 Función fuente</p> <p>6.5 Momentos de la ecuación de transporte</p> <p>6.6 Solución formal de la ecuación de transporte</p>
7	<p>APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE TRANSPORTE RADIATIVO</p> <p>7.1 Extinción en una capa uniforme</p> <p>7.2 Formación de líneas de absorción</p> <p>7.3 Frente de ionización</p> <p>7.4 Atmósfera gris</p>
8	<p>DISPERSIÓN</p> <p>8.1 Polarización</p> <p>8.2 Dispersión Thomson y Rayleigh</p> <p>8.3 Dispersión por granos de polvo</p> <p>8.4 Dispersión Múltiple</p> <p>8.5 Dispersión Compton y Compton inverso</p>

Bibliografía Básica:

Rybicki, G., y Lightman, P. *Radiative Processes in Astrophysics*, J. Willey, New York, 1979.

Mihalas, D. *Stellar Atmospheres*. W.H. Freeman, San Francisco, 1978.

Osterbrock, D. E., & Ferland, G. J. *Astrophysics Of Gaseous Nebulae And Active Galactic Nuclei*, University Science Books, Mill Valley, California, 2005.

Bibliografía Complementaria:

Shu, F. *The Physics of Astrophysics*, Vol. 1. University Science Books, Mill Valley, California, 1991.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje :	
Exposición oral	()	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	()	Examen final escrito	()
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	()
Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	()	Asistencia	(X)
Trabajo de Investigación	()	Seminario	()
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Problemas Contemporáneos de Dinámica de Gases en Astrofísica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE DINÁMICA DE GASES EN ASTROFÍSICA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: EL alumno conocerá los temas de actualidad y frontera de Dinámica de Gases en Astrofísica.
Objetivos específicos: El alumno aprenderá los aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de Dinámica de Gases en Astrofísica.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE DINÁMICA DE GASES EN ASTROFÍSICA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE DINÁMICA DE GASES EN ASTROFÍSICA Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Dinámica de Gases en Astrofísica. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, estos cursos no contarán con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X) Prácticas de taller o laboratorio () Prácticas de campo ()	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X) Otras:
--	---

Otros:	
Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.	

Sistemas Planetarios

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: SISTEMAS PLANETARIOS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Teórica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso	Duración del programa: Semestral			

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno conocerá el origen y evolución de los sistemas planetarios.
Objetivos específicos: Se familiarizará con el sistema solar como un ejemplo de sistema planetario. Estudiará las propiedades observadas de exoplanetas. Comprenderá los procesos que originan los discos protoplanetarios y su posterior evolución hacia sistemas planetarios. Comprenderá los escenarios de formación de planetas y las interacciones entre el disco-planeta y planeta-planeta. Estudiará las características de los planetas habitables.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	NUESTRO SISTEMA SOLAR	6	0
2	EXOPLANETAS	6	0
3	DISCOS PROTOPLANETARIOS	10	0
4	FORMACIÓN DE PLANETAS	10	0
5	EVOLUCIÓN DE SISTEMAS PLANETARIOS	10	0
6	PLANETAS HABITABLES	6	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	NUESTRO SISTEMA SOLAR 1.1 Arquitectura 1.2 Masa y momento angular 1.3 La Masa mínima de la nebulosa solar 1.4 Resonancias 1.5 Cuerpos menores 1.6 Edades 1.7 Satélites
2	EXOPLANETAS 2.1 Detección de planetas alrededor de otras estrellas: 2.1.1 Velocidad radial 2.1.2 Tránsitos 2.1.3 Lentes gravitacionales

	2.1.4 Imagen directa 2.2 Características generales de los exoplanetas detectados
3	DISCOS PROTOPLANETARIOS 3.1 Propiedades observacionales 3.2 Procesos físicos en discos de acreción 3.3 Química en los discos protoplanetarios 3.4 Evolución del disco
4	FORMACIÓN DE PLANETAS 4.1 Planetas rocosos 4.1.1 Crecimiento desbocado (runaway growth) 4.1.2 Crecimiento oligárquico 4.1.3 Escenarios de adquisición de volátiles: agregación temprana y agregación tardía 4.2 Planetas gaseosos 4.2.1 Acrecentamiento del núcleo (core-accretion) 4.2.2 Inestabilidad gravitacional 4.3 Simulaciones numéricas 4.3.1 Características 4.3.2 Resultados
5	EVOLUCIÓN DE SISTEMAS PLANETARIOS 5.1 Resonancias 5.2 Perturbaciones gravitacionales 5.3 Perturbaciones no gravitacionales 5.4 Escenarios de migración 5.5 Dispersión por interacción entre planetas
6	PLANETAS HABITABLES 6.1 Características de un planeta habitable 6.1.1 Composición, masa y radio 6.1.2 Volátiles 6.1.3 La zona habitable 6.2 Otras posibilidades: mundos de agua, súper-tierras y satélites habitables

Bibliografía Básica:

Alan Boss, Sara S. Russell. *Protostars and Planets IV (PPIV)*. Edited by Vincent Mannings, University of Arizona Press, University of Arizona Space Science Series. 2000.

Jewitt, and K. Keil. *Protostars and Planets V (PPV)*. Tucson, Edited by B. Reipurth, D. University of Arizona Press, 2007.

Inke de Pater and Jack J. Lissauer. *Planetary Sciences*. Cambridge University Press. 2001.

Armitage, Philip J. Eprint ArXiv:astro-ph/0701485.

Lecture Notes on the Formation and early Evolution of Planetary Systems. Astrophysics of Planet Formation. Philip J. Armitage. Cambridge University Press. 2009.

Bibliografía Complementaria:

Marcy et al. The Planet around 51 Pegasi Ap J vol. 481, 926-935. 1997

Udry and Santos. "Statistical Properties of Exoplanets". *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 45, 397-439. 2007

Lissauer. "Planet Formation". *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 31, 129-174. 1993

Raymond et al. *Making Other Earths: Dynamical*. 2004

"Simulations of Terrestrial Planet Formation and Water Delivery". *Icarus* 168, 1-17.

Raymond et al. "Exotic Earths: Forming Habitable Worlds with Giant Planet Migration". *Science*, 313, 1413-1416. 2006

Kasting, et al. "Habitable Zones Around Main Sequence Stars". *Icarus* vol.101, 108-128. 1993.

Williams et al. "Habitable Moons around Extrasolar Giant Planets". *Nature* 385, 234-236. 1997

Eisner, J.A. "Water vapour and hydrogen in the terrestrial Planet-Forming Region of a Protoplanetary disk". *Nature* 47, 562-564. 2007.

Léger, A., Selsis, F., Sotin, C., Guillot, T., Despois, D., Mawet, D., Ollivier, M., Labèque, A., Valette, C., Brachet, F., Chazelas, B., Lammer, H. "A new Family of Planets, Ocean-Planets". *Icarus* 169, 499-504. 2004

Estrategias didácticas:

Exposición oral

(X)

Exposición audiovisual

(X)

Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales

(X)



Examen final escrito

(X)

Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	()
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	()
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.			

**CAMPO DE CONOCIMIENTO:
ASTROFÍSICA OBSERVACIONAL**

Astronomía Observacional

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: ASTRONOMÍA OBSERVACIONAL			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Observacional	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 2	Práctica: 1	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno conocerá los instrumentos, métodos y técnicas específicas de observación astronómica.

Objetivos específicos:

El alumno obtendrá conocimientos en un curso teórico-práctico en el que se presentan los alcances y metas de algunas técnicas observacionales relevantes de la astronomía, y se apoya en la realización de prácticas específicas. Incluye la introducción al uso de paqueterías de reducción de datos astronómicos. Requiere una o varias prácticas en las instalaciones del observatorio astronómico nacional (OAN) en Tonantzintla, Puebla o en San Pedro Mártir, B.C. así como acceso a bases de datos preestablecidas.

Índice Temático			
Unidad	Tema	HORAS	
		Teóricas	Prácticas
1	CONCEPTOS GENERALES	8	0
2	IMAGEN DIRECTA/FOTOMETRÍA ÓPTICA E INFRARROJA	8	8
3	ESPECTROSCOPIA ÓPTICA E INFRARROJA	8	8
4	OTRAS TÉCNICAS/TEMAS OPTATIVOS	8	0
Total de horas:		32	16
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	CONCEPTOS GENERALES 1.1 Introducción al sistema MK de clasificación espectral 1.2 Espectrofotometría, determinación de velocidades radiales, anchos equivalentes, identificación de líneas, determinación de abundancias, etc. 1.3 Técnicas de observación y reducción de observaciones 1.4 Uso de paquetería (IRAF, MOOG, DANDIA, NABAPHOT) 1.5 Aplicaciones básicas en la determinación de parámetros astronómicos
2	IMAGEN DIRECTA/FOTOMETRÍA ÓPTICA E INFRARROJA 2.1 Sistemas fotométricos de banda ancha y banda intermedia 2.2 Procedimientos de observación 2.3 Reducción de observaciones (Extinción atmosférica, conversión a sistema estándar, etc.). 2.4 Paquetes de reducción (IRAF, DANDIA, NABAPHOT) 2.5 Aplicaciones básicas en la determinación de parámetros astronómicos 2.6 Uso y calibración de filtros de banda angosta
3	ESPECTROSCOPIA ÓPTICA E INFRARROJA 3.1 Espectrofotometría, determinación de velocidades radiales, anchos equivalentes, identificación de

	líneas, determinación de abundancias, etc. 3.2 Técnicas de observación y reducción de observaciones 3.3 Uso de paquetería (IRAF, MOOG, DANDIA, NABAPHOT) 3.4. Aplicaciones básicas en la determinación de parámetros astronómicos
4	OTRAS TÉCNICAS/TEMAS OPTATIVOS 4.1 Espectroscopia integral de campo 4.2 Interferometría Fabry-Perot 4.3 Calidad de imagen (durante prácticas en el telescopio) 4.4 Elementos de radioastronomía 4.5 Elementos de rayos X y rayos gamma

Bibliografía Básica:

Rieke, G. 2003, *Detection of Light*, (Cambridge University Press: Cambridge, UK).

Bradt, H. 2004, *Astronomy Methods*, (Cambridge University Press: Cambridge, UK).

Howell, S. B. 2000, *Handbook of CCD Astronomy*, (Cambridge University Press: Cambridge, UK).

Glass, I. S. 1999, *Handbook of Infrared Astronomy*, (Cambridge University Press: Cambridge, UK).

Birney, D.S., *Observational Astronomy*, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.

Henden, A.A. y Kaitchuck, R. H., *Astronomical Photometry*, Van Nostrand, Nueva York, 1982.

Bibliografía Complementaria:

Manuales de usuario de las paqueterías IRAF, MOOG, DANDIA y NABAPHOT.

Lena, P., *Observational Astrophysics*, Springer Verlag, Heidelberg, 1988.

Walker, G., *Astronomical Observations, An Optical Perspective*, Cambridge University Press, Trowbridge, 1987.

Kitchin, C.R., *Astrophysical Techniques*, Adam Hilger Ltd, Bristol, 2a edición, 1991.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	(X)
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	()
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	()
Seminario	()
Otras:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.

Problemas Contemporáneos de Astronomía Multifrecuencia

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTRONOMÍA MULTIFRECUENCIA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica Observacional		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno se familiarizará en el estudio de temas de actualidad y de Astronomía Multifrecuencia.

Objetivos específicos:

El alumno dominará los aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición de Astronomía Multifrecuencia.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTRONOMÍA MULTIFRECUENCIA	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS DE ASTRONOMÍA MULTIFRECUENCIA Este curso tratará aspectos particulares de un determinado tópico de actualidad de Astronomía Multifrecuencia. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía:



La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

<p>Estrategias didácticas:</p> Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X) Prácticas de taller o laboratorio () Prácticas de campo () Otros:	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X) Otras:
--	---

Perfil profesiográfico:	
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.	

**CAMPO DE CONOCIMIENTO:
ASTROFÍSICA DE CAMPOS Y PARTÍCULAS**

Astrofísica Nuclear

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: ASTROFÍSICA NUCLEAR				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica	Teoría: 3	Práctica: 0	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno entenderá y manejará los procesos de nucleosíntesis y de generación de energía en el interior de las estrellas.
Objetivos específicos: El alumno se familiarizará con las cadenas de reacciones termonucleares que gobiernan los ciclos de las estrellas según sus masas. Estudiará la producción de elementos pesados y su relación con las supernovas.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	EVOLUCIÓN ESTELAR	11	0
2	REACCIONES TERMONUCLEARES	10	0
3	QUEMADO HIDROSTÁTICO	9	0
4	QUEMADO EXPLOSIVO	9	0
5	ASTROFÍSICA EN LA TIERRA	9	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	EVOLUCIÓN ESTELAR 1.1 Secuencia principal 1.2 Equilibrio hidrostático 1.3 Transporte de energía 1.4 Diagrama de Hertzsprung-Russell
2	REACCIONES TERMONUCLEARES 2.1 Secciones eficaces 2.2 Cadenas de reacciones 2.3 Modelos estadísticos 2.4 Coeficientes de transmisión 2.5 Densidad de niveles 2.6 Pico de Gamow y Factor S
3	QUEMADO HIDROSTÁTICO 3.1 Cadena p-p 3.2 Física del sol y neutrinos solares

	3.3 Ciclo CNO 3.4 Quemado de C, Ne, O y Si 3.5 Procesos lentos (S)
4	QUEMADO EXPLOSIVO 4.1 Nucleosíntesis en novas y supernovas 4.2 Quemado de He, C, Ne, O, Si 4.3 Procesos rápidos (r)
5	ASTROFÍSICA EN LA TIERRA 5.1 Haces radioactivos y determinación de secciones eficaces 5.2 Telescopios de neutrinos

Bibliografía Básica:

D.D. Clayton, *Principles of Stellar Evolution and Nuclear Astrophysics*, University of Chicago Press, Chicago 1983.

C.E. Rolfs and W.S. Rodney, *Cauldrons in the Cosmos*, University of Chicago Press, Chicago 1988.

John N. Bahcall, *Neutrino Astrophysics*, Cambridge University Press, New York 1989.

J.G. Hirsch and D. Page, Editors, *Nuclear and Particle Astrophysics*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.

Bibliografía Complementaria:

D. Page, J.G. Hirsch (Eds.), *From the Sun to the Great Attractor*, Lecture Notes in Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	(X)
Otras:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Interacciones de Partículas en Ambientes Astrofísicos

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: INTERACCIONES DE PARTÍCULAS EN AMBIENTES ASTROFÍSICOS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas	Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()				
Actividad académica antecedente: Ninguna				
Actividad académica subsecuente: Ninguna				
Objetivo general: El alumno se familiarizará con los procesos astrofísicos a altas energías los cuales son dominados por las interacciones de partículas cargadas y fotones energéticos entre ellos, en medios densos, y con baños de fondo tanto de fotones como de partículas de bajas energías y campos magnéticos en medios de baja densidad. El conocimiento de dichas interacciones es fundamental, por lo tanto, para la investigación teórica en astrofísica de altas energías y para la correcta interpretación de datos observacionales.				
Objetivos específicos: El alumno tendrá una visión general de los procesos de interacción entre partículas y campos a altas energías, con una focalización práctica en sus aplicaciones astrofísicas.				

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	INTRODUCCIÓN	6	0
2	PROCESOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA MATERIA	8	0
3	INTERACCIONES ELECTROMAGNÉTICAS CON CAMPOS MAGNÉTICOS Y DE FOTONES	8	0
4	INTERACCIONES HADRÓNICAS INELÁSTICAS ABAJO DE 1 TEV	8	0
5	FRAGMENTACIÓN NUCLEAR	9	0
6	MATERIA OSCURA	5	0
7	MONOPOLOS MAGNÉTICOS	2	0
8	AXIONES	2	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	INTRODUCCIÓN 1.1 Componentes y estructura de la materia 1.1.1 Partículas elementales 1.1.2 Masas 1.1.3 Interacciones fuerte 1.1.4 Electromagnética y débil 1.1.5 Interacción gravitacional 1.1.6 Unidades de energía y fuerza de interacción 1.2 Constantes de acoplamiento 1.3 Conservación de cantidades aditivas 1.4 Unidades naturales
2	PROCESOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA MATERIA 2.1 Dispersión coulombiana 2.2 Pérdidas por ionización 2.3 Emisión Cherenkov 2.4 Dispersión de Compton 2.5 Bremsstrahlung 2.6 Creación de pares electrón-positrón
3	INTERACCIONES ELECTROMAGNÉTICAS CON CAMPOS MAGNÉTICOS Y DE FOTONES 3.1 Radiación sincrotrón 3.2 Efecto Compton inverso 3.3 Foto-producción de pares 3.4 Foto-producción de mesones
4	INTERACCIONES HADRÓNICAS INELÁSTICAS ABAJO DE 1 TEV 4.1 Espectro de partículas secundarias 4.2 Multiplicidad e inelasticidad 4.3 Variables cinemáticas 4.4 Sección eficaz invariante
5	FRAGMENTACIÓN NUCLEAR 5.1 Foto-fragmentación. Reacciones nucleares de baja energía 5.1.1 Energía de ligadura y estructura de capas 5.1.2 Excitación electromagnética de núcleos 5.1.3 Estadística de emisión de nucleones 5.2 Interacciones nucleares de alta energía 5.2.1 Fragmentación nuclear y la aproximación de abrasión- ablación 5.2.2 Interacciones de alta energía de nucleones y fotones 5.3 Procesos de foto-desintegración 5.3.1 Foto-absorción por nucleones ligados 5.3.2 Resonancia bipolar gigante 5.3.3 Procesos de quasi-deuterón 5.4 Foto-desintegración en la región de resonancia bariónica y más allá 5.5 Foto-desintegración inversa en astrofísica 5.6 Funciones de producción por foto-desintegración en la región de masa escalable 5.7 Aplicaciones astrofísicas 5.8 Fragmentación en interacciones hadrónicas ("Spallation")
6	MATERIA OSCURA 6.1 Evidencias observacionales 6.2 MO bariónica 6.3 MO no bariónica 6.4 Candidatos alternativos 6.4.1 Constante cosmológica 6.4.2 Teoría de MOND 6.4.3 Constante gravitacional dependiente del tiempo 6.5 Detección 6.5.1 Tasas de reacción para dispersión núcleo-WIMP 6.5.2 Experimentos directos 6.5.3 Experimentos indirectos
7	MONOPOLOS MAGNÉTICOS

	7.1 Monopolo de Dirac 7.2 Monopolo de Hooft-Dirac 7.3 Astrofísica de monopolos 7.4 Búsquedas experimentales 7.4.1 Experimentos de inducción 7.4.1.1 De ionización 7.4.1.2 Catálisis de decaimiento de nucleones 7.4.1.3 Otros
8	AXIONES 8.1 Motivación teórica 8.2 Características 8.3 Axiones y evolución estelar 8.4 Axiones en cosmología 8.5 Búsquedas experimentales

Bibliografía Básica:

Paolo Franzini, *Elementary Particle Physics*, Lecture Notes University of Rome, La Sapienza, 2002.

Klapdor-Kleingrothaus & Zuber. *Particle Astrophysics*, IoPP 2000.

D. H. Perkins. *Particle Astrophysics*, Oxford Univ. Press.

A. Das and T. Febel. *Introduction to Nuclear and Particle Physics*, World Scientific, 2006.

Bibliografía Complementaria:

M. Longhair. *High Energy Astrophysics*, Cambridge University Press, 2011.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	

Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	(X)
Otras:	

Perfil profesional:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.

Neutrinos Astrofísicos

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: NEUTRINOS ASTROFÍSICOS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas		Horas al Semestre
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno aprenderá sobre el estudio de los Neutrinos, los cuales han jugado un rol fundamental en la evolución del universo desde sus comienzos. Copiosamente producidos en estrellas, explosiones de supernovas y otros escenarios astrofísicos, gracias a lo débil de sus interacciones, escapan con relativa facilidad y traen consigo información valiosa de los procesos que ocurren en el interior de tales objetos. Así mismo, como prácticamente no sufren desviaciones en su camino a la Tierra, apuntan directamente a la fuente, lo cual abre posibilidades de interés astronómico. En este curso, el estudiante obtendrá los conceptos básicos y las herramientas necesarias para un conocimiento de los aspectos más relevantes de la física y astrofísica de los neutrinos.
Objetivos específicos: El alumno dominará los conceptos principales de la física de neutrinos e interacciones débiles y aplicaciones a interiores estelares, supernovas y cosmología.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	CAMPOS DE DIRAC CUÁNTICOS	6	0
2	TEORÍA ELECTRO-DÉBIL ESTÁNDAR	6	0
3	NEUTRINOS MASIVOS	6	0
4	OSCILACIONES DE NEUTRINOS EN EL VACÍO	6	0
5	OSCILACIONES DE NEUTRINOS EN MATERIA	6	0
6	PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LOS NEUTRINOS	6	0
7	NEUTRINOS DE SUPERNOVAS	6	0
8	COSMOLOGÍA DE NEUTRINOS	6	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	CAMPOS DE DIRAC CUÁNTICOS 1.1 Ecuación de Dirac. Matrices gamma 1.2 Covariancia relativista 1.3 Interacción electromagnética 1.4 Helicidad y quiralidad 1.5 Soluciones de partícula libre 1.6 Segunda cuantización 1.7 Transformaciones de simetría 1.8 Transformaciones discretas
2	TEORÍA ELECTRO-DÉBIL ESTÁNDAR 2.1 Teorías de norma no abelianas 2.2 Lagrangiano electrodébil 2.3 Mecanismo de Higgs 2.4 Masas y mezcla de fermiones. Violación de CP 2.5 Bosones de norma 2.6 Interacciones de corriente cargada y corriente neutra 2.7 Dispersiones neutrino-electrón y neutrino-nucleón
3	NEUTRINOS MASIVOS 3.1 Pruebas Cinemáticas. Decaimiento beta, decaimientos del pión y del tau 3.2 Decaimiento beta doble 3.3 Mezcla de neutrinos. Casos de Dirac y Majorana 3.4 Mecanismo see-saw
4	OSCILACIONES DE NEUTRINOS EN EL VACÍO 4.1 Teoría de las oscilaciones de neutrinos 4.2 Probabilidad promedio de transición 4.3 Tratamiento con paquetes de onda 4.4. Tipos de experimentos 4.5 Neutrinos atmosféricos 4.6 Experimentos con reactores y aceleradores
5	OSCILACIONES DE NEUTRINOS EN MATERIA 5.1 Relación de dispersión de los neutrinos en un medio 5.2 Evolución de los sabores. Efecto MSW 5.3 Modelo Estelar Estándar 5.4 Producción de neutrinos en el sol 5.5 Experimentos con neutrinos solares 5.6 Solución al misterio de los neutrinos solares 5.7 Efecto día-noche en el flujo de U_e
6	PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LOS NEUTRINOS 6.1 Factores de forma electromagnéticos de un neutrino 6.2 Vértice electromagnético de un neutrino en un medio 6.3 Decaimiento de un plasmón. Procesos radiativos de neutrinos en un medio 6.4 Oscilaciones de neutrinos en presencia de campos magnéticos. Aceleración de los pulsares
7	NEUTRINOS DE SUPERNOVAS 7.1 Colapso estelar. Supernovas tipo II 7.2 Emisión de neutrinos en una explosión de supernova 7.3 Propiedades de los neutrinos a partir de SN1987A 7.4 Tasa de supernovas y experimentos futuros
8	COSMOLOGÍA DE NEUTRINOS 8.1 Modelo de la gran explosión. Evolución del universo 8.2 Termodinámica del universo temprano 8.3 Radiación de microondas 8.4 Desacoplamiento de los neutrinos 8.5 Densidad de energía de neutrinos livianos y neutrinos pesados 8.6 Nucleosíntesis primordial. Límites sobre las propiedades de los neutrinos 8.7 Neutrinos y materia oscura

Bibliografía Básica:

Giunti, C. y Kim, C.W. *Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics*. Oxford University Press. 2007.

Mohapatra R. y Pal, P.B. *Massive Neutrinos in Physics and Astrophysics*, Third Edition, World Scientific Lecture Notes in Physics, Vol. 72 (World Scientific, 2004).

Bibliografía Complementaria:

Raelt, G.G. *Stars as Laboratories for Fundamental Physics: The Astrophysics of Neutrinos, Axions, and Other Weakly Interacting Particles*. The University of Chicago Press, 1996.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	(X)
Otras:	

Perfil profesional:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.

Plasmas Astrofísicos

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: PLASMAS ASTROFÍSICOS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas		Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno se introducirá en el estudio de la física de plasmas para lograr una descripción adecuada de muchos objetos astrofísicos.
Objetivos específicos: El alumno obtendrá los fundamentos de la física de plasmas, para describir aplicaciones a distintos problemas astrofísicos.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	INTRODUCCIÓN	6	0
2	MOVIMIENTO DE PARTÍCULA INDEPENDIENTE	6	0
3	MODELOS DE PLASMA	6	0
4	ONDAS EN PLASMAS	6	0
5	EQUILIBRIO MAGNETO-HIDRODINÁMICO	6	0
6	DIFUSIÓN Y TEORÍA DE TRANSPORTE	6	0
7	ESTABILIDAD MAGNETO-HIDRODINÁMICA	6	0
8	ONDAS DE CHOQUE	6	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	INTRODUCCIÓN 1.1 Plasmas en astrofísica 1.2 Apantallamiento de Debye 1.3 Parámetro del plasma 1.4 Oscilaciones de plasma 1.5 Conductividad eléctrica de un plasma 1.6 Criterios que debe cumplir un plasma
2	MOVIMIENTO DE PARTÍCULA INDEPENDIENTE 2.1 Órbitas en un campo magnético uniforme 2.2 Derivas (ExB, grad B, curvatura y de polarización) 2.3 Momento magnético 2.4 Invariantes adiabáticos 2.5 Movimiento de partículas cargadas en una magnetósfera planetaria

3	<p>MODELOS DE PLASMA</p> <p>3.1. Modelo cinético</p> <p>3.2. Modelo de multifluidos</p> <p>3.3. Modelo magnetohidrodinámico (MHD)</p> <p>3.4. Forma conservativa de las ecuaciones MHD</p> <p>3.5. Viento estelar esféricamente simétrico</p>
4	<p>ONDAS EN PLASMAS</p> <p>4.1 Ondas de espacio-carga en plasmas calientes sin campo</p> <p>4.2 Ondas electromagnéticas en plasmas fríos. (a) propagación perpendicular a B. (b) propagación paralela a B</p> <p>4.3 Reflexión y transmisión de ondas en un plasma</p> <p>4.4 Ondas magneto-hidrodinámicas</p> <p>4.5 Amortiguamiento de Landau</p> <p>4.6 Rotación de Faraday y la determinación del campo magnético de un plasma astrofísico</p>
5	<p>EQUILIBRIO MAGNETO-HIDRODINÁMICO</p> <p>5.1 Ecuación de equilibrio</p> <p>5.2 Ecuación de Bernoulli</p> <p>5.3 Ecuación de Grad-Shafranov</p> <p>5.4 Equilibrios de nubes magnetizadas autogravitantes</p>
6	<p>DIFUSIÓN Y TEORÍA DE TRANSPORTE</p> <p>6.1 Difusión ambipolar en plasmas parcialmente ionizados</p> <p>6.2 Difusión a través de un campo magnético</p> <p>6.3 Conductividad térmica</p> <p>6.4 Ecuación de Fokker-Planck</p> <p>6.5 El Colapso de una nube magnetizada</p>
7	<p>ESTABILIDAD MAGNETO-HIDRODINÁMICA</p> <p>7.1 Concepto de estabilidad</p> <p>7.2 Inestabilidad de Rayleigh-Taylor magnética</p> <p>7.3 Reconexión magnética</p> <p>7.4 Inestabilidad magneto racional en discos de acreción</p>
8	<p>ONDAS DE CHOQUE</p> <p>8.1 Choques colisionales</p> <p>8.2 Choques sin colisiones</p> <p>8.3 Relaciones de salto</p> <p>8.4 Zonas de relajamiento detrás de choques astrofísicos</p>

Bibliografía Básica:



- R. J. Goldston y P. H. Rutherford, *Introduction to Plasma Physics*, Taylor & Francis (1995).
- R. D. Hazeltine y F. L. Waelbroeck, *The Framework of Plasma Physics*, Perseus Press (1998).
- G. Parks, *Physics of Space Plasmas: An Introduction*, Westview Press (2004).
- F. Shu, *The Physics of Astrophysics, Vol. 2*, Univ. Science Books (1992).
- Sturrock, *Plasma physics: An introduction to the theory of astrophysical, geophysical, and laboratory plasmas*, Cambridge University (1994).

Bibliografía Complementaria:

- Papers y Reviews recientes
- D. A. Gurnett y A. Bhattacharjee, *Introduction to Plasma Physics: with space and laboratory applications*, Cambridge Univ. (2005).
- T. H. Stix, *Waves in Plasmas*, American Institute of Physics, (1992).
- G. Schmidt, *Physics of High Temperature Plasmas*, Academic Press (1979).
- D. R. Nicholson, *Introduction to Plasma Theory*, Wiley (1983).

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	(X)
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:	
Prácticas de campo	()		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Rayos C3smicos Ultra Energ3ticos

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUT3NOMA DE M3XICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROF3SICA MAESTR3A EN ASTROF3SICA Programa de actividad acad3mica	
---	---	---

Denominaci3n: RAYOS C3SMICOS ULTRA ENERG3TICOS			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrof3sica de Campos y Part3culas	No. Cr3ditos: 6
Car3cter: Optativo de elecci3n	Horas		Horas por semana
Tipo: Te3rica	Teor3a: 3	Pr3ctica: 0	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duraci3n del programa: Semestral	

Seriaci3n: Sin Seriaci3n (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad acad3mica antecedente: Ninguna
Actividad acad3mica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno tendr3 una visi3n general de los t3picos de frontera de rayos c3smicos, con un 3nfasis especial en aquellos de energ3as ultra-altas, en un contexto astrof3sico.
Objetivos espec3ficos: El alumno se familiarizar3 con el origen c3smico de las diversas part3culas relativistas involucradas, sean ellas observadas o hipot3ticas, sus mecanismos de producci3n, aceleraci3n, propagaci3n e interacciones con los campos y fondos de part3culas y radiaci3n que permean los diferentes medios. Tendr3 un panorama sobre aspectos teor3cos, fenomenol3gicos y experimentales de los rayos c3smicos, en el marco de los detectores de 3ltima generaci3n

3ndice Tem3tico			
Unidad	Tema	Horas	
		Te3ricas	Pr3cticas
1	FUNDAMENTOS ASTROF3SICOS	10	0
2	RAYOS C3SMICOS GAL3CTICOS	10	0
3	RAYOS C3SMICOS EXTRAGAL3CTICOS	10	0
4	REGI3N DE TRANSICI3N	9	0
5	T3PICOS EXPERIMENTALES DE RAYOS C3SMICOS ULTRA-ENERG3TICOS	9	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Tem3tico

Unidad	Tema y Subtemas
1	FUNDAMENTOS ASTROF3SICOS 1.1 Estructura y fases del medio interestelar 1.2 Campo magn3tico gal3ctico 1.3 Medio intergal3ctico: Campos magn3ticos, fondos de fotones
2	RAYOS C3SMICOS GAL3CTICOS 2.1 Introducci3n hist3rica 2.2 Observaciones: Espectro de energ3a, composici3n qu3mica, anisotrop3a 2.3 Mecanismos de producci3n y aceleraci3n 2.4 Formaci3n de la rodilla a energ3a de PeVs 2.5 Propagaci3n: Procesos difusivos, desintegraci3n nuclear por colisiones 2.6 Confinamiento magn3tico 2.7 M3todos de detecci3n directa e indirecta 2.8 Inferencia de par3metros astrof3sicos a trav3s de la combinaci3n de datos experimentales y soluciones simplificadas de la ecuaci3n de difusi3n

3	RAYOS CÓSMICOS EXTRAGALÁCTICOS 3.1 Introducción histórica 3.2 Posibles mecanismos de producción y aceleración: top- down vs. bottom-up 3.3 Propagación: Bariones y fotones: radiación cósmica de fondo y el corte GZK; núcleos pesados: interacción con el fondo IR y fragmentación nuclear; campos magnéticos cósmicos y anisotropía a diversas escalas; defectos topológicos: manifestaciones espectrales a muy altas energías 3.4 Neutrinos cosmogénicos. Producción, abundancia, detección, e implicaciones astrofísicas 3.5 Observaciones recientes: espectro de energía: espectro de energía, abundancia, anisotropía 3.6 Implicaciones para la física de partículas y la astrofísica de los datos experimentales más recientes
4	REGIÓN DE TRANSICIÓN 4.1 Cambio del régimen de propagación difusivo a balístico en el flujo galáctico 4.2 Formación de la segunda rodilla del espectro 4.3 Modelos para la formación del " dip " en el espectro 4.4 Deconvolución de los flujos galácticos y extragalácticos en la región de transición 4.5 Determinación de perfiles de composición química 4.6 Posible existencia de fuentes galácticas de aceleración de partículas a $E > 10^{18}$ eV 4.7 Nuevos métodos de diagnóstico y experimentos en curso para el estudio de esta región espectral
5	TÓPICOS EXPERIMENTALES DE RAYOS CÓSMICOS ULTRA-ENERGÉTICOS 5.1 Física de interacciones y propagación de chubascos atmosféricos extensos 5.2 Ecuaciones de transporte para cascadas electromagnéticas y hadrónicas; aproximaciones analíticas 5.3 Técnicas de detección: Revisión de técnicas experimentales en función de la energía; detectores de superficie; detectores de fluorescencia; experimentos de ultra-alta energía 5.4 Detección de rayos cósmicos ultra-energéticos desde el espacio

Bibliografía Básica:

- T Stanev, *High energy cosmic Rays*, Springer, 2004.
- T. K. Gaisser, *Cosmic Rays and Particle Physics*, (Cambridge University Press, 1990).
- R. N. Mohapatra y P. B. Pal, *Massive Neutrinos in Physics and Astrophysics*, Lecture Notes in Physics, vol. 60, Third Edition, (World Scientific, 2004).
- R. Schlickeiser, *Cosmic Ray Astrophysics*, Springer-Verlag, 2002.
- M. Lemoine & G. Sigl (ed.), *Physics and Astrophysics of Ultra-high Energy Cosmic Rays*, Springer-Verlag, 2001.
- M. Duvernois (ed.), *Topics in Cosmic Ray Astrophysics*, Nova Sci. Publ. Inc., 2000.
- V. Berezhinskii et al., *Astrophysics of Cosmic rays*, North-Holland, 1990.
- Lev I. Dorman, *Cosmic Rays in the Earth's Atmosphere and Underground*, Springer, 2004.
- P. K. F. Grieder, *Cosmic Rays at Earth*, Elsevier Sci., 2001.
- M. Longair, *High Energy Astrophysics, Vol. I y II*.
- C. Grupen et al., *Astroparticle Physics*, Springer, 2005.
- R. Wielebinski and Rainer Beck, *Cosmic Magnetic Fields*, Springer, 2

Bibliografía Complementaria:

Pierre Auger Design Report, PAO Int. Collaboration, 2007; Purple Book, JEM-EUSO Int. Collaboration, 2011; y las más recientes publicaciones en el área en la forma de papers, reviews y notas técnicas experimentales. Acceso a datos reales de experimentos, y de simulaciones numéricas de experimentos de nueva generación en construcción y/o en fase de diseño.

Estrategias didácticas:		Evaluación del aprendizaje:	
Exposición oral	(X)	Exámenes Parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	(X)	Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Seminarios	(X)	Participación en clase	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Asistencia	(X)
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)

Prácticas de taller o laboratorio	()	Otras:
Prácticas de campo	()	
Otros:		
Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.		

Relatividad General Avanzada y Aplicaciones Astrofísicas

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: RELATIVIDAD GENERAL AVANZADA Y APLICACIONES ASTROFÍSICAS				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas	No. Créditos: 6	
Carácter: Optativo de elección		Horas	Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0	3
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna Objetivo general: El alumno obtendrá un sólido conocimiento en relatividad general y sus aplicaciones en el ámbito de los problemas astrofísicos. Objetivos específicos: El alumno aprenderá las nociones más importantes de la geometría diferencial del siglo XX, tratando de utilizar esa manera geométrica de pensar para desarrollar intuición física. Las matemáticas que se enseñarán llevarán siempre una motivación física y se llegará a formular las ecuaciones de campo de la relatividad general y estudiará algunas de sus implicaciones. El curso forma las bases para estudios de modelos cosmológicos, hoyos negros, radiación gravitacional, soluciones exactas a las ecuaciones de Einstein, transformaciones generalizadas de Kerr-Schild, etc.
--

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	RELATIVIDAD GENERAL AVANZADA	24	0
2	APLICACIONES	24	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	RELATIVIDAD GENERAL AVANZADA 1.1 Sinopsis de relatividad general (motivación) 1.2 Elementos de topología 1.3 Variedades diferenciables 1.4 Vectores tangentes y espacios tangentes 1.5 Curvas y superficies en el espacio euclideo 1.6 Álgebra tensorial 1.7 Campos tensoriales y conmutadores 1.8 Formas diferenciales y álgebra exterior 1.9 Mapeos de variedades 1.10 Integración en variedades 1.11 Curvas integrales y derivadas de Lie 1.12 Conexiones lineales 1.13 Geodésicas 1.14 Torsión y curvatura 1.15 Métrica pseudo-riemanniana 1.16 Espacio-tiempo Newtoniano 1.17 Relatividad especial, electrodinámica y el grupo de Poincaré 1.18 Relatividad general

2	APLICACIONES 2.1 Equilibrio hidrostático 2.2 La Estrella de Schwarzschild 2.3 Colapso estelar y modelo de Oppenheimer-Sneider 2.4 Métrica de Schwarzschild in extenso 2.5 Métrica de Reissner-Nordström in extenso 2.6 Métrica de Kerry in extenso 2.7 Horizontes e infinitos asintóticos 2.8 Condiciones de energía 2.9 Teoremas de singularidad 2.10 Transformaciones conformes y compactificación 2.11 Radiación gravitacional
---	---

Bibliografía Básica:	
M. Spivak: <i>Differential Geometry, vol. I</i> , Publish or Perish. B. O'Neill: <i>Elementos de Geometría Diferencial</i> , Limusa/Wiley. Singer, Thorpe: <i>Lecture Notes on Elementary Topology and Geometry</i> , Springer Verlag. B.F. Schutz. <i>Geometrical Methods in Mathematical Physics</i> , Cambridge University Press. Nash, Sen: <i>Topology and Geometry for Physicists</i> , Academic Press. R. Geroch: <i>Mathematical Physics</i> , The University of Chicago Press. B.F. Schutz: <i>A First Course of General Relativity</i> , Cambridge University Press. W. Rindler: <i>Essential Relativity</i> , Springer Verlag. Misner, Thorne, Wheeler: <i>Gravitation</i> , Freeman. Adler, Bazin, Schiffer: <i>Introduction to General Relativity</i> , McGraw Hill. H. Stephani: <i>General Relativity: an Introduction to the Theory of the Gravitational Field</i> , Cambridge University Press. Hawking, Ellis: <i>Large Scale-Structure of Space-Time</i> , Cambridge University Press. J. Stewart: <i>Advanced General Relativity</i> , Cambridge Monographs on Mathematical Physics. Lightman, Press, Price, Teukolsky: <i>Problem Book in Relativity and Gravitation</i> , Princeton University Press. <i>Relatividad y Cosmología</i> . S. Weinberg: <i>Gravitation and Cosmology</i> , Wiley. Ryan, Shepley. Adam Hilger: <i>Cosmología: Principles of Cosmology and Gravitation</i> . H, Bondi: <i>Homogeneous Relativistic Cosmologies</i> , Princeton University Press.	
Bibliografía Complementaria:	
<i>Cosmology</i> , Cambridge University Press. P.J.E. Peebles: <i>Physical Cosmology</i> , Princeton University Press.	
Sugerencias didácticas:	Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:
Exposición oral (X)	Exámenes Parciales (X)
Exposición audiovisual (X)	Examen final escrito (X)
Ejercicios dentro de clase (X)	Trabajos y tareas fuera del aula (X)
Ejercicios fuera del aula (X)	Exposición de seminarios por los alumnos (X)
Seminarios (X)	Participación en clase (X)
Lecturas obligatorias (X)	Asistencia (X)
Trabajo de Investigación (X)	Seminario ()
Prácticas de taller o laboratorio ()	Otras: ()
Prácticas de campo ()	
Otros:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Temas Selectos de Cosmología Relativista

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: TEMAS SELECTOS DE COSMOLOGÍA RELATIVISTA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas	Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0
Modalidad: Curso		3	48
Duración del programa: Semestral			

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno se familiarizará con desarrollos recientes en el área de cosmología, puesto en el contexto del estado del arte del tema.
Objetivos específicos: El alumno aprenderá sobre temas recientes y/o avanzados de cosmología física y observacional, afianzados sobre una base general de cosmología.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	INTRODUCCIÓN Y TÓPICOS FUNDAMENTALES DE COSMOLOGÍA	20	0
2	TEMAS SELECTOS DE COSMOLOGÍA RELATIVISTA	28	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	INTRODUCCIÓN Y TÓPICOS FUNDAMENTALES DE COSMOLOGÍA <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Introducción a la cosmología 1.2 Cinemática de fluidos <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1 Vorticidad 1.2.2 Expansión 1.2.3 Distorsión 1.2.4 Constante de hubble 1.2.5 Parámetro de desaceleración 1.2.6 Ecuaciones cinemáticas 1.2.7 Ecuaciones de Gauss-Codazzi 1.3 Descripción de la materia y radiación en el universo 1.4 Ecuación de Raychaudhuri, y dinámica de fluidos 1.5 Modelos cosmológicos simples (Friedman-Robertson-Walker) <ul style="list-style-type: none"> 1.5.1 Universo de Einstein 1.5.2 De Einstein-De Sitter 1.5.3 De Tolman 1.5.4 De Sitter 1.5.5 De Milne 1.5.6 De Lemaître

	1.5.7 De Eddington-Lemaitre 1.5.8 De Gödel 1.5.9 De Kasner 1.5.10 De Bianchi 1.6 Modelos inflacionarios 1.6.1 Observaciones en cosmología 1.6.2 Problemas de los modelos cosmológicos simples 1.6.2.1 Causalidad 1.6.2.2 Superficies atrapadas 1.6.2.3 Horizontes 1.6.2.4 Singularidades 1.6.2.5 Homogeneidad 1.7 Materia oscura
2	TEMAS SELECTOS DE COSMOLOGÍA RELATIVISTA En esta unidad se desarrollarán temas de actualidad en el área que, dada su rápida evolución, sería imposible incluir en un curso con tópicos fijos. La primera unidad servirá de marco temático para darles un contexto adecuado.

Bibliografía Básica:

M.V. Berry: *Principles of Cosmology and Gravitation*, Adam Hilger.

S. Weinberg: *Gravitation and Cosmology*, Wiley

Ryan, Shepley: *Homogeneous Relativistic Cosmologies*, Princeton University Press.

P.J.E. Peebles: *Physical Cosmology*, Princeton University Press.

J. Peacock: *Cosmological Physics*, Cambridge University Press

E. W. Kolb and M.S. Turner: *The Early Universe*, Westview Press.

Bibliografía Complementaria:

Artículos de actualidad, letters recientes, reviews, reportes de diseño y datos recientes de nuevos experimentos de los temas abordados en el curso.

Estrategias didácticas:

Exposición oral (X)
Exposición audiovisual (X)
Ejercicios dentro de clase (X)
Ejercicios fuera del aula (X)
Seminarios (X)
Lecturas obligatorias (X)
Trabajo de Investigación ()
Prácticas de taller o laboratorio ()
Prácticas de campo ()
Otros:



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales (X)
Examen final escrito (X)
Trabajos y tareas fuera del aula (X)
Exposición de seminarios por los alumnos (X)
Participación en clase (X)
Asistencia (X)
Seminario (X)
Otras:

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Temas Selectos de Física de Astropartículas

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: TEMAS SELECTOS DE FÍSICA DE ASTROPARTÍCULAS			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Astrofísica de Campos y Partículas	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección		Horas	Horas por semana
Tipo: Teórica		Teoría: 3	Práctica: 0
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	Horas al Semestre 48

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno adquirirá una visión profunda de tópicos de punta en física de astropartículas, que es un área de rápida evolución.
Objetivos específicos: El alumno conocerá los permanentes avances en el área de la física de astropartículas.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA DE ASTROPARTÍCULAS	48	0
Total de horas:		48	0
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA DE ASTROPARTÍCULAS Estos tópicos no corresponden a un temario pre-establecido, sino que trataran de temas de actualidad en el área que, dada su rápida evolución, sería imposible incluir en un curso con tópicos fijos. Así mismo, nuevas vertientes de investigación en física de astropartículas y campos podrán ser desarrolladas en forma extensa en este curso, permitiendo su integración adecuada en el Posgrado.



Bibliografía:	
La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.	
Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X) Prácticas de taller o laboratorio () Prácticas de campo () Otros:	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X) Otras:

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá contar con el grado de maestro o de doctor o dispensa de grado otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

**CAMPO DE CONOCIMIENTO:
INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA**

Introducción a la Optomecánica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: INTRODUCCIÓN A LA OPTOMECÁNICA			
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica	No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 2	Práctica: 1	Horas al Semestre 48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()
Actividad académica antecedente: Ninguna
Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: EL alumno se familiarizará con los sistemas ópticos contemporáneos, sus componentes, materiales, precisiones, tolerancias, así como sus elementos de sujeción y posicionado; además aplicará las formulaciones matemáticas junto con los modelos físicos que describen el funcionamiento de estos sistemas.
Objetivos específicos: El estudiante tendrá el contexto histórico de la materia y mostrará la importancia que ha tenido ésta a lo largo del desarrollo tecnológico e industrial. El alumno conocerá la implicación del comportamiento físico de la luz en la optomecánica, así como entenderá la influencia que tienen los sistemas mecánicos de sujeción en los componentes ópticos. El alumno comprenderá a partir de la óptica geométrica a predecir el comportamiento de la luz al través de un camino óptico. El alumno conocerá las deformaciones mecánicas que sufren los instrumentos y sus sistemas ópticos, y será capaz de predecir la influencia de las mismas en el comportamiento de la Luz. El alumno conocerá las herramientas modernas de análisis y simulación por computadora aplicadas a modelos matemáticos de óptica geométrica y mecánica de sólidos, así como entenderá la capacidad de los mismos. El alumno aplicará el conocimiento adquirido a lo largo de este curso para resolver un proyecto integral de optomecánica.

Índice Temático			
Unidad	Tema	HORAS	
		Teóricas	Prácticas
1	HISTORIA DE LA ÓPTICA Y LA MECÁNICA	4	2
2	LA NATURALEZA DE LA LUZ	5	3
3	ÓPTICA GEOMÉTRICA	5	3
4	COMPORTAMIENTO MECÁNICO	6	3
5	MODELOS MATEMÁTICOS	6	3
6	ANÁLISIS INTEGRAL DE SISTEMAS OPTOMECÁNICOS	6	2
Total de horas:		32	16
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	<p>HISTORIA DE LA ÓPTICA Y LA MECÁNICA</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Los primeros lentes y espejos 1.2 Influencia de la astronomía en el desarrollo de la óptica y la mecánica 1.3 Evolución de los telescopios y los primeros instrumentos ópticos <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 Tipos de materiales utilizados para su fabricación 1.3.2 Dimensiones y características generales 1.3.3 Limitaciones y motivaciones que influyeron la evolución de la optomecánica
2	<p>LA NATURALEZA DE LA LUZ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Descripción del movimiento ondulatorio de la luz <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1 Tipos de onda: elástica y electromagnética. Definición de camino óptico 2.1.2 Descripción matemática de las ondas planas, esféricas y cilíndricas 2.1.3 Definición de fase, velocidad de fase, superposición de ondas y velocidad de grupo 2.1.4 Principio de Huygens 2.2 Sistemas clásicos de sujeción de lentes y espejos <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Definición de la diferencia en el camino óptico 2.2.2 Tipos de monturas y definidores mecánicos 2.2.3 Tolerancias de fabricación y errores de manufactura en los sistemas de sujeción 2.2.4 Efectos de birrefringencia debidos a los sistemas de sujeción
3	<p>ÓPTICA GEOMÉTRICA</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Óptica geométrica de lentes: ley de refracción. Cambios en el índice de refracción 3.2 Diafragmas, pupilas de entrada y salida. Abertura relativa 3.3 Óptica geométrica de espejos planos y curvos 3.4 Instrumentos ópticos con aplicaciones industriales y científicas 3.5 Posicionamiento de lentes y espejos a lo largo del camino óptico 3.6 Definición de calidad de imagen <ul style="list-style-type: none"> 3.6.1 Error estimado debido a la posición relativa entre componentes ópticos
4	<p>COMPORTAMIENTO MECÁNICO</p> <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Definición de fuerza axial, fuerza cortante y momento flexionante 4.2 Cálculo de deformaciones y desplazamientos debidos a fuerzas axiales y cortantes 4.3 Leyes constitutivas de esfuerzo, deformación e índice de refracción 4.4 Torsión de los elementos mecánicos debido al momento flexionante 4.5 Criterios de diseño y de falla para diversos sistemas de sujeción de componentes ópticos <ul style="list-style-type: none"> 4.5.1 Casos típicos de estudio de la mecánica de sólidos
5	<p>MODELOS MATEMÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Introducción al análisis mecánico utilizando elementos finitos <ul style="list-style-type: none"> 5.1.1 Comportamiento elástico en tres dimensiones 5.1.2 Análisis básico de esfuerzos y deformaciones con álgebra matricial 5.1.3 Análisis por elementos finitos básico 5.1.4 Capacidades y límites del software para análisis por elementos finitos 5.2 Introducción al análisis de la óptica geométrica asistida por computadora <ul style="list-style-type: none"> 5.2.1 Estudio de un espejo y un lente simple (reflexión y refracción) 5.2.2 Las superficies ópticas, su deformación y los polinomios de Zernike 5.2.3 Capacidades y límites del software para análisis por elementos finitos
6	<p>ANÁLISIS INTEGRAL DE SISTEMAS OPTOMECÁNICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.1 Definición de un proyecto integral <ul style="list-style-type: none"> 6.1.1 Condiciones de frontera 6.1.2 Configuración optomecánica 6.2 Propiedades mecánicas de vidrios y soportes del sistema <ul style="list-style-type: none"> 6.2.1 Su relación con el camino óptico 6.2.2 Aplicación de criterios de diseño y de falla. Deformaciones permisibles 6.2.3 Correlación entre deformación mecánica y deformación del camino óptico 6.3 Simulación del sistema óptico propuesto por computadora 6.4 Errores de posicionamiento en las superficies ópticas 6.5 Deformaciones, esfuerzos y birrefringencia del sistema. Valores máximos y permisibles 6.6 Resultados y características del estudio realizado <ul style="list-style-type: none"> 6.6.1 Desempeño y posibles optimizaciones

Bibliografía Básica:

DOYLE, Keith, *Integrated Optomechanical Analysis*, SPIE Press, First Edition, Washington 2002.
 HECHT, E. *Óptica*, Schaum Series, McGraw-Hill, Mexico, 1992.
 WALKER, B.H. *Optical Engineering Fundamentals*, SPIE Press, Vol. TT30, USA, 1997.
 MALACARA, Daniel, *Handbook of Optical Engineering*, USA, 2001.
 JENKINS, F. A. and WHITE, H. E. *Fundamentals of Optics*, Mc Graw Hill Japan, 1976.
 POPOV, Egor, *Introducción a la Mecánica de Sólidos*, Editorial LIMUSA, México 1976.

Bibliografía Complementaria:

ASHOK, D. Belegundu, *Introducción al Estudio del Elemento Finito en la Ingeniería*, Prentice Hall, México, 1999.
 BICKFORD, B. William, *Advanced Mechanics of Materials*, Addison Wesley EUA, 1998.
 CASAS, J. *Óptica*, Editorial Zaragoza, España. 1985.
 GUENTHER, R. *Modern Optics*, J. Wiley & Sons, N.Y., 1990.

Estrategias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Ejercicios fuera del aula	()
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	()
Trabajo de Investigación	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	(X)
Otros:	



Evaluación del aprendizaje:

Exámenes Parciales	(X)
Examen final escrito	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Exposición de seminarios por los alumnos	()
Participación en clase	(X)
Asistencia	()
Seminario	()
Otras:	

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el Comité Académico y tener experiencia docente.

Temas Selectos de Electrónica en la Instrumentación Astronómica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	--	---

Denominación: TEMAS SELECTOS DE ELECTRÓNICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica	No. Créditos: 6	
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 2	Práctica: 1	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa () Actividad académica antecedente: Ninguna Actividad académica subsecuente: Ninguna
Objetivo general: El alumno tendrá conocimientos sobre los temas de actualidad y frontera en el área de electrónica en la instrumentación astronómica.
Objetivos específicos: El alumno se familiarizará con aspectos particulares de electrónica y de vanguardia, con el propósito de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	TEMAS SELECTOS DE ELECTRÓNICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA	32	16
Total de horas:		32	16
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático



Unidad	Tema y Subtemas
1	TEMAS SELECTOS DE ELECTRÓNICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA Este curso tratará aspectos particulares de electrónica de un determinado tema de actualidad. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía: La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X)
---	--

Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	(X)
Prácticas de taller o laboratorio	(X)	Otras:	
Prácticas de campo	(X)		
Otros:			
Perfil profesiográfico:			
El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.			

Temas Selectos de Mecánica en la Instrumentación Astronómica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: TEMAS SELECTOS DE MECÁNICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 2	Práctica: 1	3	48
Modalidad: Curso			Duración del programa: Semestral	

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno se familiarizará con los temas de actualidad y frontera en el área de mecánica en la instrumentación astronómica.

Objetivos específicos:

El alumno se familiarizará con aspectos particulares de mecánica y de vanguardia, para fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	TEMAS SELECTOS DE MECÁNICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA	32	16
Total de horas:		32	16
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	TEMAS SELECTOS DE MECÁNICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA Este curso tratará aspectos particulares de mecánica de un determinado tema de actualidad. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.



Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

Estrategias didácticas: Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X) Prácticas de taller o laboratorio (X)	Evaluación del aprendizaje: Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X) Otras:
--	---

Prácticas de campo Otros:	(X)	
Perfil profesiográfico: El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.		

Temas Selectos de Óptica en la Instrumentación Astronómica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN ASTROFÍSICA MAESTRÍA EN ASTROFÍSICA Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: TEMAS SELECTOS DE ÓPTICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA				
Clave:	Semestre(s): 1,3	Campo de Conocimiento: Instrumentación Astronómica		No. Créditos: 6
Carácter: Optativo de elección	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 2	Práctica: 1	3	48
Modalidad: Curso		Duración del programa: Semestral		

Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()

Actividad académica antecedente: Ninguna

Actividad académica subsecuente: Ninguna

Objetivo general:

El alumno se familiarizará con los temas de actualidad y frontera en el área de óptica en la instrumentación astronómica.

Objetivos específicos:

El alumno se familiarizará con aspectos particulares de óptica y de vanguardia, con el propósito de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición.

Índice Temático			
Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	TEMAS SELECTOS DE ÓPTICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA	32	16
Total de horas:		32	16
Suma total de horas:		48	

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	TEMAS SELECTOS DE ÓPTICA EN LA INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA Este curso tratará aspectos particulares de óptica de un determinado tema de actualidad. Con la finalidad de fomentar la inclusión de temas en desarrollo o de reciente aparición, este curso no contará con temarios preestablecidos. Previo al inicio de cada semestre, los profesores interesados propondrán el temario del curso solicitado, el cual será revisado y en su caso aprobado o modificado por el Comité Académico.

Bibliografía:

La bibliografía dependerá del tema que se aborde en este curso.

<p>Estrategias didácticas:</p> Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Ejercicios fuera del aula (X) Seminarios (X) Lecturas obligatorias (X) Trabajo de Investigación (X) Prácticas de taller o laboratorio (X) Prácticas de campo (X) Otros:	<p>Evaluación del aprendizaje:</p> Exámenes Parciales (X) Examen final escrito (X) Trabajos y tareas fuera del aula (X) Exposición de seminarios por los alumnos (X) Participación en clase (X) Asistencia (X) Seminario (X) Otras:
--	---

Perfil profesiográfico:

El profesor que impartirá la actividad académica deberá tener el grado de maestro o de doctor o contar con dispensa otorgada por el comité académico y tener experiencia docente.