

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MAESTRÍA EN CIENCIAS – FÍSICA

Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 2674 de julio 25 de 1997.

Título que otorga el programa: *Magíster en Ciencias – Física.*

El programa se ofrece desde el segundo semestre de 1997.

INSTRUCTIVO DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS – FÍSICA

Aprobado por el Consejo del Departamento de Física el 25 de febrero de 2013.

Presentado en el Comité de Investigaciones y Posgrados de la Facultad de Ciencias, 9 de mayo de 2013.

Los aspirantes admitidos, están sujetos al Reglamento General de Estudiantes de Maestría de la Universidad de los Andes (RGEMa.) y al presente Instructivo, el cual contiene particularidades relacionadas con el Programa de Maestría ofrecido por el Departamento de Física y se considera como un complemento al RGEMa.

Es deber de los estudiantes conocer los reglamentos.

OBJETIVOS

- * Profundizar y ampliar el estudio de los conceptos y teorías fundamentales de la física y sus aplicaciones.
- * Dotar a los estudiantes de instrumentos teóricos, experimentales y computacionales que los habilitan como investigadores en un área específica de la física.
- * Sentar las bases para adelantar con éxito investigación a nivel doctoral.
- * Contribuir al mejoramiento de la docencia a nivel superior.

PROCESO DE ADMISIÓN

- * La admisión al Magíster en Física es semestral.
- * Los aspirantes deben tener título profesional de pregrado.
- * El promedio de calificaciones universitarias debe ser superior a 3.5 en una escala de 0.0 a 5.0 (o su equivalente).
- * Se requieren dos cartas confidenciales de referencia académicas o profesionales.
- * Los aspirantes deben llenar el formulario de admisión de la Universidad y entregarlo junto con los documentos mencionados en la Oficina de Admisiones.
- * Los aspirantes preseleccionados deben presentar un examen escrito; si aprueban este examen deben presentarse a entrevista en la fecha y hora que sean citados.

PLAN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN

El Programa de Maestría en Ciencias-Física tiene una duración normal de cuatro (4) semestres, con una dedicación de tiempo completo. Se elaborará un plan de estudios para cada estudiante de acuerdo con sus estudios previos debidamente acreditados. Para obtener el título se requieren por lo menos **44** créditos aprobados.

CURSOS

Cursos Obligatorios:

Cinco cursos obligatorios por un total de 20 créditos:

- Laboratorio Avanzado (4 créditos).
- Mecánica Analítica (4 créditos).
- Electrodinámica (4 créditos).
- Mecánica Cuántica Avanzada (4 créditos).
- Mecánica Estadística (4 créditos).

Cursos Electivos:

Dos cursos por un total de 8 créditos.

Seminarios:

- Seminario de Maestría 1 (3 créditos).
- Seminario de Maestría 2 (3 créditos).

Trabajo de Grado:

- Trabajo de Grado 1 (5 créditos).
- Trabajo de Grado 2 (5 créditos).

Para un total de **44** créditos.

El estudiante no podrá inscribir Trabajo de Grado 1 si no cumple con el Requisito de Inglés.

Cursos de Nivelación: Dependiendo del resultado de los exámenes y de la entrevista de admisión, se le puede exigir a los estudiantes admitidos la aprobación de uno o más cursos de nivelación, según cada caso individual.

Cursos Electivos: De acuerdo con los intereses del estudiante y las especialidades de los profesores de posgrado, cada estudiante debe escoger un plan de cursos electivos que tenga en cuenta la dirección en que se orientará su investigación en su Trabajo de Grado de Maestría. El Comité de Posgrado de Física (CPF) aprueba los cursos electivos propuestos por los profesores cada semestre. No todos los semestres, pero con cierta periodicidad, se ofrecerán cursos electivos en las áreas de teoría cuántica de campos, partículas elementales, materia condensada, óptica cuántica, información y computación cuántica, biofísica, astrofísica, astronomía, cosmología, relatividad general, teoría de cuerdas, física experimental en diversas áreas de la física, física nuclear, física computacional, etc. En general los cursos electivos de posgrado tienen una duración de un semestre, pero el CPF puede considerar y aprobar electivas con partes I y II con duración de dos semestres.

Cursos Tutoriales: Un curso tutorial se realizará solo cuando sea indispensable para completar el plan de estudios de uno o dos estudiantes en un área especializada. El (los) estudiante(s) y el profesor deben hacer una solicitud al CPF que incluya: un programa tentativo del curso, los textos propuestos para la lectura, y el número de reuniones semanales. El CPF recomienda al Director del Departamento si se dicta o no el curso tutorial. De dictarse, el profesor y el alumno deben reunirse al menos una vez por semana.

Validación de Cursos: Cualquier curso se podrá validar, a juicio del CPF, si el estudiante ingresa al programa con conocimientos suficientes en el área respectiva. El estudiante hará

una solicitud al CPF pidiendo una validación. El Comité decide el método de la validación. La nota mínima aprobatoria para un examen de validación es de 3.5/5.0. Los créditos reconocidos por la validación no podrán hacer parte de la residencia mínima exigida por la Universidad para cada programa.

Evaluación de los cursos: La evaluación del rendimiento académico de los estudiantes será realizada por medio de exámenes, tareas y trabajos dirigidos. Al iniciar cada curso junto con el programa académico a desarrollar se fijarán las pautas de evaluación del curso.

NOTAS Y PERMANENCIA EN EL PROGRAMA:

- Para conocer los criterios de permanencia en el Programa ver capítulo VII, artículos 72 y 73 del RGEMa. de la Universidad.
- La nota de todos los cursos, incluyendo los seminarios de maestría 1 y 2 y los trabajos de grado 1 y 2, será numérica. La nota final para los seminarios y el Trabajo de Grado 1 la asigna el responsable de los cursos ante el Departamento. La nota del Trabajo de grado 2 la asigna el jurado.

SEMINARIO DE MAESTRÍA 1

Todo estudiante de la Maestría debe acordar con un profesor, de planta del Departamento, para que este sea su Asesor, y posible director de su Trabajo de Grado (TdG), no más allá de la semana 15 de su primer semestre de posgrado, profesor que lo asesorará en el Seminario de Maestría 1 (SM1) en su segundo semestre de estudios, en la inscripción de materias y en otras eventualidades.

Las condiciones para obtener una nota en el curso SM1 son: (1) al finalizar la octava semana de clases, el estudiante debe entregar un avance del proyecto del TdG con un título tentativo con el fin de proceder a la búsqueda de los evaluadores; (2) un mes antes de la fecha de terminación de clases se debe presentar al CPF un proyecto de TdG que debe contener los siguientes puntos:

- a. Una introducción al tema del proyecto
- b. Un recuento histórico o estado del arte del tema
- c. Objetivos: generales y específicos
- d. Marco teórico del tema a desarrollar
- e. Metodología
- f. Cronograma de actividades
- g. Resultados esperados.
- h. Bibliografía actualizada

El proyecto es de máximo de 10 páginas incluyendo anexos, y se deben entregar dos copias de este. El proyecto debe estar avalado por el prospectivo director del TdG. El CPF informará al estudiante y al asesor el estado de las evaluaciones antes de la fecha límite para la entrega de notas de cada semestre.

- El CPF lo enviará a un evaluador. Una vez recibida la evaluación, el Comité se reunirá para considerar la aprobación del proyecto y comunicar la decisión al estudiante y a su Asesor. Cuando se considere apropiado, el proyecto puede ser evaluado por un segundo evaluador.
- Los estudiantes del Programa de Maestría en Física, como parte de los requisitos para aprobar el curso obligatorio SM1, deben presentar el proyecto de TdG aprobado por el CPF. La nota definitiva la da el asesor del estudiante.

SEMINARIO DE MAESTRÍA 2

Este curso tiene como objetivo que el estudiante presente avances de su TdG y que mantenga una interacción cercana con los demás estudiantes y profesores del grupo de investigación que escogió en SM1.

TRABAJO DE GRADO

Objetivos: El estudiante debe adelantar un trabajo de investigación en alguna de las áreas que ofrece el Programa de Maestría. Este TdG debe demostrar que el autor ha realizado una asimilación y exploración cuidadosa en la frontera de un tema que lo lleve a hacer una contribución al avance en el conocimiento del mismo.

Director: El estudiante propone un profesor de planta del Departamento como su Director de TdG en su reporte del SM1. El CPF aprueba al director y exige un Plan de Trabajo bajo su supervisión.

Plan de Trabajo de Grado: Los estudiantes que hayan aprobado SM1, y cumplan con el requisito de inglés, están obligados a matricularse en TdG. El estudiante debe basarse en su proyecto de TdG que resultó del SM1. Si el estudiante desea alterar dicho plan debe elaborar uno nuevo con un profesor de planta y someterlo a aprobación del CPF.

Jurado del Trabajo de Grado: Estará integrado por el director del TdG y al menos dos profesores escogidos por el CPF -un profesor del Programa y un experto en el tema que puede ser externo a la Universidad-, quienes evaluarán el TdG, asistirán a su sustentación y emitirán la calificación. El director de TdG puede sugerir nombres para tal efecto.

El documento: El TdG debe estar redactado en castellano o inglés, claro y correcto, y poseer la organización formal propia de un trabajo científico. Tres semanas antes de la fecha fijada para la sustentación (en general, aproximadamente una semana antes del último día de clases) el estudiante debe entregar la versión final del TdG en la Secretaría de Posgrado en tres copias, una para cada uno de los jurados. Una vez recibida las correcciones por parte del jurado, el estudiante debe entregar la versión definitiva en la Biblioteca de la Universidad.

La Sustentación de Trabajo de Grado

- El estudiante debe sustentar públicamente su TdG, contando con la asistencia de los examinadores del mismo, ya sea de manera presencial o a través de videoconferencia.
- La fecha, hora y lugar de la sustentación deberán ser publicados una semana antes en las carteleras del Departamento.
- El estudiante dispone de 35 minutos, máximo, para hacer la presentación de su TdG. A continuación los examinadores proceden con sus preguntas de rigor.

Protocolo de la Sustentación: La Sustentación será moderada por un miembro del CPF, el cual permitirá que el estudiante cuente con máximo 35 minutos para la exposición, seguidamente procederá a citar a cada miembro del Jurado para que realice sus preguntas. Posteriormente abrirá el espacio a los profesores presentes para que formulen sus preguntas, y finalmente a los demás asistentes, cuidando que la sesión no exceda la hora.

• Al finalizar la sustentación del TdG los examinadores se reunirán en privado y asignarán una nota, de común acuerdo, y proceden a completar y firmar el acta de la sustentación del TdG.

- El moderador de la sustentación del TdG le comunicará la nota asignada al estudiante.
- En caso de reprobación del TdG, el estudiante deberá repetir el curso correspondiente a TdG 2.
- Para poder sustentar, el estudiante debe tener todos sus cursos aprobados.

Nota: Los estudiantes del Programa de Doctorado en Física, con el fin de obtener el título de Magíster en Ciencias-Física, cumplidos todos los demás requisitos, pueden convalidar

los trabajos de grado 1 y 2 con los exámenes de Conocimientos (5 créditos) y de Candidatura (5 créditos) respectivamente, ambos debidamente aprobados.

DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

El programa está diseñado para una duración de dos años, pero esta varía según la dedicación y el nivel de cada estudiante. La duración total de los estudios no podrá ser superior a 5 años a partir de la fecha de iniciación de los estudios de maestría del estudiante, ni inferior a 2 semestres.

GRADO

- * Para obtener el título de Magíster en Ciencias Físicas se requieren al menos cuarenta (44) créditos aprobados.
- * El estudiante debe satisfacer el requisito del idioma inglés, exigido por la Universidad, antes de matricular el curso de Trabajo de Grado 1.
- * Cuando el estudiante haya cumplido satisfactoriamente con su plan de estudios y con las exigencias de grado del RGEMa., incluyendo las especificaciones aquí hechas, la Universidad le otorgará el título de Magíster en Ciencias-Física.

CONTENIDOS ESPECÍFICOS DE LOS CURSOS OBLIGATORIOS

• **FISI-4051 Laboratorio Avanzado**

Objetivos: Desarrollar en los estudiantes habilidades experimentales avanzadas en la adquisición de datos, análisis de los mismos, conclusiones y elaboración de informes. Manejo de instrumentación especializada. Elaboración de proyectos de laboratorio. Se espera igualmente que los estudiantes desarrollen un conocimiento mínimo de análisis de errores.

Programa:

Módulo Introductorio de Técnicas Experimentales (3 semanas). En las siguientes 13 semanas, los estudiantes, trabajando en grupos fijos de a dos estudiantes (grupo fijo a lo largo de todo el semestre), realizan un proyecto en una de las áreas de investigación experimental del Departamento de Física, asesorados por el grupo experimental respectivo (altas energías, astronomía-astrofísica, biofísica, materia condensada, óptica cuántica).

• **FISI-4405 Mecánica Analítica**

Objetivos: Profundizar en los conceptos avanzados de la mecánica clásica, tanto en la formulación lagrangiana como hamiltoniana.

Analizar algunos sistemas mecánicos clásicos usando herramientas avanzadas de mecánica: fuerzas centrales, sistemas de osciladores, dinámica del cuerpo rígido.

Introducir al estudiante a las herramientas avanzadas del formalismo canónico para el análisis de sistemas hamiltonianos integrables y caóticos.

Programa: Formulación lagrangiana y hamiltoniana de la mecánica clásica. Rotaciones, transformaciones ortogonales, tensor de inercia, ejes principales y ecuaciones de Euler del cuerpo rígido. Transformaciones canónicas. Variables angulares de acción. Ecuación de Hamilton - Jacobi. Pequeñas oscilaciones. Sistemas complejos.

Programa modelo:

1. Conceptos básicos de la mecánica analítica (4 semanas)

Principio de d'Alembert, ligaduras, ecuaciones de Euler-Lagrange, formulación variacional lagrangiana, teorema de Noether, transformada de Legendre, hamiltoniano y ecuaciones de Hamilton.

2. Análisis avanzado de algunos sistemas mecánicos (5 semanas)

Movimiento bajo fuerzas centrales y problema de Kepler. Osciladores, modos normales, forzamiento y resonancia paramétrica. Dinámica del cuerpo rígido.

3. Conceptos avanzados de la mecánica analítica (6 semanas)

Transformaciones canónicas. Flujos hamiltonianos. Corchetes de Poisson. Geometría simpléctica. Invariantes de Poincaré.

Principio de Huygens. Método de Hamilton-Jacobi. Teoría de perturbaciones. Integrabilidad. Variables de ángulo-acción. Caos hamiltoniano y teorema KAM.

Referencias

H. Goldstein, Classical Mechanics, 3rd ed. (Addison-Wesley, 2001)

F. Scheck, Mechanics 5th Edition (Springer, 2011)—Disponible en línea desde la Universidad via SpringerLink (<http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-05370-2/page/1>)

J. V. José y E. Saletan, Classical Dynamics: A Contemporary Approach, (Cambridge, 1998)

V. I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, 2nd ed. (Springer, 1989)

L. Hand and J. D. Finch. Analytical Mechanics (Cambridge, 1998)

• **FISI-4430 Electrodinámica**

Objetivos: Estudio de la electrostática y la magnetostática a profundidad con un nivel matemático avanzado y aplicando funciones de Green. Expansión multipolar. Desarrollo básico de la electrodinámica, ecuaciones de Maxwell, ondas electromagnéticas e invariancia gauge. El grupo de Lorentz. Formulación lagrangiana covariante de campos clásicos, ecuaciones de campo de Euler-Lagrange, teorema de Noether, tensor de esfuerzos energía-momento. Aplicaciones al campo electromagnético. Desarrollar la teoría relativista de la radiación electromagnética a partir de la función de Green covariante y los potenciales de Liénard-Wiechert. Distribución angular y espectral de la radiación. Dispersión de Thomson.

Programa:

Repaso de electrostática. Ecuaciones de Laplace y de Poisson. Solución a la ecuación de Poisson y la función de Green. Identidades de Green y funciones de Green. Condiciones de frontera de Dirichlet y Neumann. Soluciones de problemas con valores en la frontera. **(1 semana)**

Método de imágenes y ejemplos de funciones de Green. Separación de variables y expansiones en funciones ortogonales. Simetrías rectangular, esférica y cilíndrica, esféricos armónicos y funciones de Bessel. **(2.5 semanas)**

Expansión multipolar. Electroestática en medios continuos. **(1.5 semanas)**

Problemas de magnetostática con valores en la frontera, campos **B** y **H**. **(2 semanas)**

El grupo de Lorentz. Relaciones de conmutación de los generadores del grupo de Lorentz. Campos eléctrico y magnético de una carga puntual con velocidad relativista constante. **(1.5 semanas)**

Lagrangiano y hamiltoniano de partículas relativistas cargadas en campos electromagnéticos. Formulación lagrangiana relativista de los campos clásicos. Teorema de Noether. Invariancia gauge. Lagrangiano electromagnético. Tensor simétrico de energía-momento del campo electromagnético, leyes de conservación y teorema de Poynting covariante. Solución covariante de la ecuación de onda. Funciones de Green covariantes. **(3 semanas)**

Potenciales de Liénard-Wiechert. Campos de una carga puntual en movimiento arbitrario. Fórmula de Larmor no-relativista y relativista. Distribuciones angular y de frecuencia de la energía radiada por cargas aceleradas. Radiación en el régimen ultra relativista, radiación de sincrotrón. Dispersión de Thomson de la radiación. **(3.5 semanas)**

Tópicos especiales: Transformaciones e invariancia de dualidad electromagnética. Monopolos magnéticos. Propiedades de la electrodinámica bajo inversiones espacial y temporal. Cavidades resonantes y guías de onda. Teoría de antenas. Dispersión. Difracción escalar y vectorial. Magnetohidrodinámica. Lagrangiano de Proca. Radiación de Cherenkov. Óptica no-lineal. Radiación de transición. Teoría Clásica del electrón. Reacción de la radiación. Ecuación de Abraham-Lorentz y la autofuerza. Ecuación de Abraham-Lorentz-Dirac.

Referencias

J.D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, Wiley 1962, 1975, 1999 tercera edición.

Florian Scheck, *classical Field Theory*, Springer 2012.

F. Melia, *Electrodynamics*, Chicago U.P., 2001.

C.A. Brau, *Electrodynamics*, Oxford U.P., 2004.

W. Greiner, *Classical Electrodynamics*, Springer 1992, 1998.

A. Barut, *Electrodynamics and Classical Theory of Fields and Particles*, Dover 1964, 1980.

L.D. Landau, E. Lifshitz, *Teoría Clásica de los Campos*, Reverté, segunda edición 1981.

H. J. W. Müller-Kirsten, *Electrodynamics*, World Scientific segunda edición 2011.

Jack Vanderlinde, *Classical Electromagnetic Theory*, Wiley 1993, 2005 segunda edición.

• **FISI-4010 Mecánica Cuántica Avanzada**

Objetivos: Tratar temas avanzados de la teoría cuántica como las partículas idénticas, segunda cuantización, tópicos especiales sobre la adición de momentos angulares, los coeficientes de Clebsch-Gordan y el teorema de Wigner-Eckart, la formulación de Feynman de la mecánica cuántica por integrales de camino, tópicos modernos como el teorema de Bell, teleportación cuántica y entanglement, la interacción radiación materia y finalmente una introducción a la mecánica cuántica relativista.

Programa:

Tópicos especiales de momento angular. Coeficientes de Clebsch-Gordan y teorema de Wigner-Eckart. (2 semanas).

Segunda cuantización. Partículas idénticas. bosones y fermiones. Operadores de creación y aniquilación. Aplicaciones sencillas. (3 semanas).

Formulación por integrales de camino de la mecánica cuántica. Propagadores de partícula libre y en el oscilador armónico simple. Efecto Aharonov-Bohm. Otras aplicaciones. (2 semanas).

Sistemas cuánticos compuestos: Teorema de Bell, teleportación cuántica, criptografía, entanglement. (1.5 semanas).

Interacción radiación-materia. Cuantización del campo electromagnético. Hamiltoniano de la interacción de la radiación con la materia. Coeficientes A y B de Einstein. Emisión espontánea de la radiación. Transiciones dipolares eléctricas, dipolares magnéticas y cuadrupolares eléctricas. Reglas de selección. Dispersión de la luz. Aplicaciones. (2.5 semanas)

Mecánica cuántica relativista. Spin cero, ecuación de Klein Gordon. Estados de energía negativa. Creación de pares. Átomo de hidrógeno. Dispersión de Coulomb. (1 semana)

Spin un medio, ecuación de Dirac. Álgebra de las matrices de Dirac, espinores, covariantes bilineales e invariancia lorentziana de la ecuación de Dirac. Spin y momento magnético del electrón. Átomo de hidrógeno. Estructura hiperfina. Corrimiento de Lamb. Estados de energía negativa, teoría de huecos de Dirac. Dispersión de Coulomb. Zitterbewegung. (3 semanas)

Referencias

Steven Weinberg, *Lectures on Quantum Mechanics*, Cambridge U.P., 2013.

J. J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, Benjamin/Cummings, 1985/94, segunda edición 2011.

Gordon Baym, *Lectures in Quantum Mechanics*, The Benjamin/Cummings P.C., 1973.

R. Shankar, *Principles of Quantum Mechanics*, Springer 1980, 1994 segunda edición.

F. Schwabl, *Advanced Quantum Mechanics*, Springer 1992, 1995, 2002, 2007 cuarta edición.

C. cohen-Tannoudji et al., *Quantum Mechanics*, Hermann & Wiley, 1973, 1977 segunda edición.

Franz Gross, *Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory*, Wiley, 1993.

J. Bjorken and S. Drell, *Relativistic Quantum Mechanics*, McGraw-Hill, 1964.

Richard Feynman, *Statistical Mechanics*, The Benjamin/Cummings P.C., 1972, capítulo 6: 'Creation and Annihilation Operators'.

M.E. Peskin and D.V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Perseus 1995.

S. Weinberg, *The Quantum Theory of Fields*, volume 1, Cambridge U.P. 1995.

● **FISI-4040 Mecánica Estadística**

Programa del curso:

La mecánica estadística es un área muy amplia de la física que aborda el estudio de sistemas muy diversos, por lo tanto el curso no pretende ser un compendio exhaustivo del tema. En un núcleo básico del curso se presentarán los fundamentos de la mecánica estadística y se aplicarán a sistemas sencillos. El profesor después podrá abordar otros temas opcionales para continuar ilustrando la aplicación de los fundamentos en otros sistemas más complejos.

Objetivos:

Al finalizar el curso el estudiante debe poder entender y predecir propiedades macroscópicas de sistemas físicos a partir de la aplicación de los fundamentos de la mecánica estadística.

Núcleo básico del curso:

Principios de la mecánica estadística clásica y cuántica (6 semanas):

- Conjuntos micro-canónico, canónico y gran-canónico.
- Potenciales y funciones termodinámicas, funciones de correlación.
- Operador densidad.
- Gases ideales cuánticos.
- Estadísticas de Fermi-Dirac y Bose-Einstein.

Sistemas interactuantes y transiciones de fase (4 semanas):

- Modelo de Ising.
- Campo medio.
- Exponentes críticos.
- Teoría de Landau, parámetro de orden.

Temas opcionales:

Esta es una lista no exhaustiva de otros temas que el profesor podrá tratar durante el curso (5 semanas):

- Teoría de van der Waals.
- Formalismo de segunda cuantización.
- Fluidos cuánticos.
- Superfluidez, superconductividad.
- Teoría de renormalización.
- Mecánica estadística fuera de equilibrio.
- Respuesta lineal clásica y cuántica.
- Procesos estocásticos.
- Ecuación maestra.
- Ecuación de Langevin.
- Ecuación de Fokker-Planck.
- Ecuación de Boltzmann.
- Simulaciones numéricas: Método Monte Carlo y/o Dinámica molecular

Bibliografía

K. Huang, Statistical Mechanics.

D. A. McQuarrie, Statistical Mechanics.

F. Reif, Fundamentals of statistical and Thermal Physics.

L. E. Reichl, A modern course in statistical physics.

D. Chandler, Introduction to modern statistical mechanics.

L. Landau y E. Lifchitz, Course of theoretical physics, vol 5 : Statistical Physics.

M. Le Bellac, Quantum and Statistical Field Theory.

M. Le Bellac, Equilibrium and non-equilibrium statistical thermodynamics.

F. Schwabl, Advanced Quantum Mechanics.
F. Schwabl, Statistical Mechanics.
R. Kubo, M. Toda y N. Saitō, Statistical Physics I.
R. Kubo, M. Toda y N. Hashitsume, Statistical Physics II.

• **FISI-4XXX Seminario de Maestría 1 y Seminario de Maestría 2**

Los grupos de investigación semestralmente organizan seminarios sobre tópicos que cubren sus necesidades y compromisos con los proyectos de investigación. También estudian avances recientes en la investigación científica de frontera en sus áreas de interés.

Los estudiantes que inscriben Seminario de Maestría 1 deben presentar en el seminario, hacia el final del semestre, el proyecto para el Trabajo de Grado.

FISI-4099, FISI-4099 **Trabajo de Grado 1 y Trabajo de Grado 2**

Investigación dirigida (o co-dirigida) por un profesor-investigador de planta del Departamento, que representa una contribución al avance de la física (ver Reglamento General de Posgrado).

Nota: Para los cursos teóricos, se sugiere una hora semanal adicional, o su equivalente, para un total de 4 horas semanales, dedicada a la solución de problemas o exámenes parciales.

OBJETIVOS Y METAS DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS-FÍSICA

OBJETIVOS

- A. Profundizar y ampliar el estudio de los conceptos y teorías fundamentales de la física y sus aplicaciones.
- B. Dotar a los estudiantes de instrumentos teóricos, experimentales y computacionales que los habilitan como investigadores en un área específica de la física.
- C. Sentar las bases para adelantar con éxito investigación a nivel doctoral.
- D. Contribuir al mejoramiento de la docencia a nivel superior.

METAS

- Conocimientos y habilidades a nivel teórico
- Conocimientos y habilidades a nivel experimental
- Conocimientos y habilidades a nivel computacional
- Actitud científica

Conocimientos y habilidades a nivel teórico

1. Ampliar el conocimiento adquirido con anterioridad sobre las leyes fundamentales de la física y saber aplicarlo.
2. Ampliar el conocimiento adquirido con anterioridad sobre los métodos teóricos de la física clásica y saber aplicarlo.
3. Ampliar el conocimiento adquirido con anterioridad sobre los métodos teóricos de la mecánica clásica y saber aplicarlo.
4. Ampliar el conocimiento adquirido con anterioridad sobre los métodos teóricos de la mecánica cuántica y saber aplicarlo.

Conocimientos y habilidades a nivel experimental

5. Adquirir destreza en el diseño de experimentos que permitan estudiar en forma científica la naturales de un fenómeno.
6. Adquirir habilidades para desarrollar un experimento y analizar los datos en forma científica.
7. Adquirir destreza en el manejo de equipos experimentales y software.

Conocimientos y habilidades a nivel computacional

8. Ampliar los conocimientos adquiridos con anterioridad de algorítmica y programación de computadores.
9. Adquirir destreza en el uso de lenguajes de programación muy usados en ciencia como Fortran, C, C++ , entre otros.
10. Adquirir destreza en el manejo de paquetes de software de uso científico.
11. Adquirir destreza en el uso de técnicas numéricas para resolver problemas matemáticos y saber implementarlas a nivel computacional.

Actitud científica

12. Adquirir destreza en el planteamiento de hipótesis sobre un problema en particular que permitan construir modelos teóricos para intentar dar una explicación científica al mismo.
13. Adquirir destreza en la comparación rigurosa de datos experimentales y modelos teóricos para poder obtener conclusiones de carácter científico.
14. Adquirir destreza en la redacción de reportes científicos de alto nivel.

METAS ASOCIADAS A CADA UNO DE LOS OBJETIVOS DEL PROGRAMA

- A. 1, 2, 3, 4.
- B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.
- C. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.
- D. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10.

APÉNDICE:

Ejemplos Planes de estudio

Como una orientación para los estudiantes que ingresan en enero o agosto de cada año, se incluyen las siguientes secuencias de cursos:

Ingreso en enero:

SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4	
FISI- 4051 (4) Laboratorio Avanzado	FISI-4430 (4) Electrodinámica	FISI- 4XXX (4) Electiva	FISI- 4XXX (4) Electiva	
FISI- 4405 (4) Mecánica Analítica	FISI- 4040 (4) Mecánica Estadística	FISI- 4XXX (3) Seminario 2 de Maestría	FISI- 4099 (5) Trabajo de Grado 2	
FISI- 4010 (4) Mecánica Cuántica Av.	FISI- 4XXX (3) Seminario 1 de Maestría	FISI- 4098 (5) Trabajo de Grado 1		
12 créditos	11 créditos	12 créditos	9 créditos	44

Ingreso en agosto:

SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4	
FISI- 4051 (4) Laboratorio Avanzado	FISI- 4405 (4) Mecánica Analítica	FISI- 4XXX (4) Electiva 1	FISI- 4XXX (4) Electiva 2	
FISI-4430 (4) Electrodinámica	FISI- 4010 (4) Mecánica Cuántica Av.	FISI- 4XXX (3) Seminario 2 de Maestría	FISI- 4099 (5) Trabajo de Grado 2	
FISI- 4040 (4) Mecánica Estadística	FISI- 4XXX (3) Seminario 1 de Maestría	FISI- 4098 (5) Trabajo de Grado 1		
12 créditos	11 créditos	12 créditos	9 créditos	44