



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS

DOCTORADO EN CIENCIAS EN FÍSICA

Tipo de programa: Enfocado a la investigación

Modalidad en que se impartirá: Escolarizada

Centro Universitario que lo impartirá

El Programa de Doctorado en Ciencias en Física será impartido en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, en las instalaciones del Posgrado en Ciencias en Física ubicadas en el módulo Z del mismo Centro.

1. Nombre y orientación del Programa

El nombre del Programa es Doctorado en Ciencias en Física y su orientación es hacia la investigación.

2. Fundamentación

Los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias en Física fueron dictaminados el 19 de Enero de 1996 con el número 393, teniendo como antecedente previamente creada la Maestría en Física Teórica en 1994. En dicho dictamen se contempla el desarrollo de la Física teórica en relatividad general y teoría del campo, óptica cuántica y caos cuántico, así como el desarrollo de la parte experimental en espectroscopia láser.

Con la incorporación de un grupo de académicos formados en las áreas de física de materiales y de astrofísica, se incrementaron las líneas de investigación del Posgrado, con lo cual se daba atención a las sugerencias y recomendaciones hechas por CONACYT (oficio PACIME D99/1656, con fecha 29 de Julio del 1999) y CIEES (Documentos CIEES/CCN y E/REP.CUCEI-U. de G., con fecha de marzo de 2001).

Debido a la mayor diversidad de líneas de investigación, así como de los cursos necesarios para sustentar dichas líneas, el plan de estudios fue modificado y el dictamen correspondiente fue aprobado por el H. Consejo General Universitario el 26 de Julio de 2002 (dictamen No. I/2002/234.-.- Reestructuración del Programa de Posgrado en Ciencias en Física).

Posteriormente, en el año 2006 se aprobó la actualización del Programa de Doctorado en Ciencias en Física (Dictamen I/2006/256), para operar bajo el sistema de créditos, incorporar las disposiciones establecidas en el Reglamento general de Posgrado de la Universidad de Guadalajara (Dictamen No. I/2004/184-Bis del H. Consejo General Universitario) de fecha 29 de junio del 2004 y separar la Maestría y el Doctorado que previamente estaban unidos dentro del Posgrado en Ciencias en Física.

La última Modificación del Plan de Estudios fue realizada en el 2018 (Dictamen I/2018/1552) con la finalidad de aumentar la oferta y mejorar la calidad de preparación de alumnos mediante extensión del tiempo de estudio en el Doctorado de tres a cuatro años, actualización del listado y contenido de las materias,

3. Estudio de pertinencia.

4.1 Pertinencia institucional

Al hacer una revisión del PDI 2019-2025, Visión 2030, notamos que el Doctorado en Ciencias en Física es altamente pertinente. A continuación, se enuncia lo que consideramos más relevante.

- Durante el proceso de evaluación del PDI 2019-2025 Visión 2030 una de las principales áreas de oportunidad señalada es la de INNOVACIÓN y el Doctorado en Ciencias en Física abona justamente en los aspectos:
 1. Impulsar una mayor flexibilidad curricular que facilite la movilidad de estudiantes y profesores entre los centros universitarios.
 2. Identificar de manera temprana a los potenciales talentos investigadores, para contribuir a su formación de excelencia.

- En las políticas transversales, contribuye principalmente a la de “gestión de la innovación” al contar con una planta académica que colabora con un gran número de actores sociales, económicos y académicos tanto dentro como fuera del país.

En cuanto a los propósitos sustantivos el Doctorado en Ciencias en Física abonará a todos ellos:

- **DOCENCIA E INNOVACIÓN ACADÉMICA.** Abona en
 1. Área temática 1: Formación integral y global:
 - Los estudiantes del Doctorado en Ciencias en Física, abonan al indicador de movilidad anual, ya que los estudiantes realizan estancias académicas en grupos de investigación tanto nacionales como extranjeros, además de participar en eventos especializados.
 - También es compatible con las estrategias de:
 - Impulsar un modelo educativo innovador enfocado en el estudiante y centrado en el aprendizaje e investigación.
 - Mantener actualizada la oferta educativa y los planes de estudio en los diferentes niveles, evaluando su pertinencia respecto a la evolución de un entorno dinámico, local y global.
 - Formación del pensamiento crítico de la comunidad universitaria para la resolución de problemas reales.
 2. Área temática 3: Innovación y gestión de la docencia:
 - Es compatible con las estrategias:
 - Generar ambientes innovadores y flexibles que contribuyan a fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de habilidades blandas.
 - Promover la movilidad intra e interuniversitaria, nacional e internacional, con base en la flexibilidad curricular y eficiencia administrativa.
- **INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y DEL CONOCIMIENTO.**
 1. Área temática 1: Investigación de frontera con impacto social:
 - Abona al indicador de la tasa de variación porcentual anual de investigaciones apoyadas por convocatorias institucionales, nacionales e internacionales, debido a la trayectoria de los profesores que conformarán la planta académica.
 - Es compatible con las estrategias:
 - Incrementar la matrícula de estudiantes nacionales e internacionales en el posgrado.
 2. Área temática 3: Formación e incorporación de talentos para la investigación: Es definitivamente el área temática donde más impactará el Doctorado en Ciencias en Física, ya que su objetivo será justamente la detección y atracción de talentos hacia campos emergentes de diferentes áreas de la física.
 - Se espera que abone a los indicadores:
 - Tasa de variación porcentual de estudiantes que participan en proyectos de investigación en el año.
 - Porcentaje de posgrados con reconocimiento externo de calidad.
- **EXTENSIÓN Y RESPONSABILIDAD SOCIAL.**
 1. Área temática 2: Extensión de servicios universitarios.
 - Al contar con acceso a laboratorios especializados puede contribuir en la estrategia de implementar un programa de difusión permanente sobre los servicios universitarios que son ofertados a la comunidad.
 2. Área temática 3: Integración con los sectores público, social y privado.

- Es compatible con la estrategia de promover la perspectiva internacional en las acciones de vinculación, ya que la planta académica colabora con varias instituciones internacionales.
- DIFUSIÓN DE LA CULTURA.
 1. Área temática 2: Patrimonio cultural e infraestructura física.
 - Se contribuye con la estrategia de generar mecanismos de difusión del patrimonio material e inmaterial universitario, servicios culturales, integrales y de investigación. Ya que la planta académica realiza actividades de difusión y divulgación de la ciencia, adicionalmente se plantea que los estudiantes realicen actividades de retribución a la sociedad a través de estos mecanismos.

3.2 Pertinencia científica y social del programa

Como resultado del estudio de pertinencia del Doctorado en Ciencias en Física, se observa que en el país existen varios Doctorados de Calidad en Física con temas afines incluidos en este programa.

Los que existen en el entorno cercano con una gran variedad de ligas de generación y aplicación del conocimiento, como el nuestro, están en la Ciudad de México, en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Universidad de Guanajuato, en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y un poco más alejados en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad de Sonora y en Yucatán en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Sin embargo, el Doctorado en Ciencias en Física tiene una composición única en el país en las Ligas de Generación y Aplicación del Conocimiento y temas abordados.

Por otro lado, los profesores que participan en el programa son académicos-físicos experimentados que laboran en el Estado de Jalisco, todos pertenecen al SNI, donde el 31% es nivel 1, el 54% es nivel 2 y el 15% es nivel 3 y sólo el 21% han obtenido el grado de Doctor en la Universidad de Guadalajara. Dado que el Doctorado en Ciencias en Física es un programa ubicado en la modalidad de Ciencia Básica y/o Frontera, el principal indicador de su pertinencia científica se demuestra con el número de productos de investigación, en este sentido el doctorado ha publicado más de 100 artículos en revistas indexadas en el periodo que comprende del 2018 a la fecha. Además, los profesores y estudiantes han participado con productos de sus investigaciones en reconocidos foros científicos nacionales e internacionales en media centena de ocasiones. Y aún más, a pesar de ser un programa de Ciencia Básica y/o Frontera, este también contribuye al desarrollo tecnológico del país ya que una patente fue otorgada, donde la investigación del trabajo de tesis del estudiante Dr. Miguel Ángel López Álvarez fue pieza fundamental para el desarrollo de dicha patente, cabe recalcar que una patente más está en trámite.

Según datos del Banco Mundial, el número de investigadores por millón de habitantes en el mundo es de 1,411 (año 2015), el promedio de la OCDE 4,063 (año 2017), mientras que en México era solo de 315 en el año 2016, que es poco, incluso comparado con países como Tailandia (1,350 en el año 2017), Túnez (1,772 en el año 2017) o Senegal (564 en el año 2015), por lo que resulta imperante incrementar los años de escolaridad de la población mexicana con calidad, así como el número de investigadores. En este sentido el Doctorado en Ciencias en Física es el programa en el estado de Jalisco donde se preparan los físicos de la más alta calidad en las áreas de Física fundamental (tanto teórica como experimental), ya que el 55% de los alumnos que han obtenido el grado ingresaron al SNI (vigente o no vigente).

Además de una planta docente sólida y egresados de alta calidad el programa cuenta con varias líneas de investigación, infraestructura propia para docencia e investigación, productos académicos relevantes y originales, una población adecuada de estudiantes con beca CONACyT y proyectos de investigación con financiamiento externo. Todo esto en su conjunto garantiza un desarrollo sostenido dentro de la Universidad de Guadalajara.

Por otra parte, el fortalecimiento y equipamiento de las líneas de investigación en Física Experimental, posibilita a nuestros egresados especializados en esta área dirigir sus intereses laborales hacia la industria de alta tecnología, particularmente en la electrónica, la aeronáutica, automotriz y farmacéutica y no sólo la docencia. En este sentido,

nuestro Plan de Estudios contempla esta especialización y dota a los estudiantes interesados de una sólida formación en los campos de la Física del Estado Sólido y Biofísica orientados a la parte experimental. Consideramos que la formación de recursos humanos a nivel de doctorado abre la posibilidad del desarrollo de tecnologías propias adecuadas a las necesidades y condiciones de nuestro entorno.

Además de la aplicación directa de la Mecánica Cuántica en la Física de Sistemas Mesoscópicos, en la línea de investigación de Física Teórica se desarrolla una gran cantidad de trabajo en Información Cuántica, que es poco representada a nivel nacional y actualmente es una de las ramas de mayor desarrollo en el área de Física debido a prometedoras aplicaciones. Adicionalmente en la línea de investigación de Física Teórica se trabaja también en el área de Sistemas Complejos, los cuales son aplicables a una gran variedad de fenómenos y las competencias adquiridas por los estudiantes en esta área le permitirán al egresado trabajar en diferentes mercados laborales, como programadores, simuladores y tomadores de decisiones.

Por último, considerando que gran parte de los avances tecnológicos que se han tenido en el último siglo han sido motivados por el conocimiento y exploración del Universo, se cuenta con la línea de investigación de Astrofísica y Gravitación, donde los egresados además de ser investigadores independientes siendo altamente calificados en métodos numéricos, podrán dedicarse al análisis de grandes datos (big data analysis) y el aprendizaje de máquinas (machine learning), donde las oportunidades laborales en el mundo y particularmente en la región muestran un crecimiento exponencial en los últimos años.

Más allá del contexto del desarrollo de la ciencia y la tecnología, según la página de la organización “Our World in Data” se muestra claramente la correlación que existe entre el PIB per cápita y el promedio de los años de escolaridad de los países, por lo que es prioritario incrementar los años de escolaridad en México y evitar la deserción escolar por falta de interés. En este sentido el doctorado contribuye al bienestar social de dos maneras: 1) Incrementando las oportunidades de tener un ingreso más alto a nuestros egresados y 2) Evitar la deserción escolar por falta de interés, donde juega un papel muy importante la divulgación científica, principalmente aquella dirigida a niños y jóvenes, aquí es justo donde los profesores y estudiantes del doctorado juegan un papel fundamental, en los últimos años nuestra comunidad participa continuamente en charlas talleres y ferias o festivales científicos, somos conscientes que esto no es suficiente y promovemos esta opción como retribución a la sociedad de parte de nuestros becarios. Si bien no son suficientes las charlas, talleres y eventos dirigidos a niños y jóvenes, tanto nuestro núcleo básico como nuestros alumnos contribuyen a la promoción de la cultura científica de la sociedad jalisciense, ya que además de las participaciones como ponentes, nuestra planta académica y nuestros estudiantes organizan de eventos, charlas, cursos o talleres.

4. Perfil de ingreso y egreso.

El perfil de ingreso al programa de Doctorado es de estudiantes destacados en física, matemáticas o ingenierías y con grado de maestro, en estos temas, que se comprometan a dedicar tiempo completo a las actividades académicas del programa. Dichos estudiantes deben tener idea clara de los objetivos académicos y profesionales que persiguen, y estar convencidos de la relevancia del trabajo científico y su impacto en la sociedad en general. Que tengan disposición para participar, organizar y dirigir equipos de estudio, así como de trabajo académico. Deben contar con el conocimiento de un idioma extranjero, que les permita mantenerse actualizados en el conocimiento científico más reciente.

El perfil de egreso es de profesionistas comprometidos con el desarrollo sustentable humano, global, nacional y local – que sean capaces de realizar labores de producción, transmisión, organización y planeación en el campo del conocimiento y desarrollo de la física con especial dedicación al dominio del área seleccionada (teórica, experimental o aplicada); todo ello con referentes éticos y criterios de excelencia profesional. Tendrán un conocimiento amplio de los campos de estudio y de los avances más significativos en el área de la física. Podrán efectuar investigación original y de frontera. Estarán habilitados para identificar y evaluar problemas de investigación básica y/o (según el área de especialización) establecer estrategias para su resolución. Podrán organizar y dirigir grupos de investigación en el área, con iniciativa propia y siendo un generador de trabajos de investigación originales. En el área de docencia, los egresados serán capaces de intervenir en programas

educativos con fundamentos teóricos, técnicos y metodológicos disciplinares. Serán capaces de participar en la formación de recursos humanos para la docencia y/o investigación. Podrán difundir el conocimiento en áreas afines al contenido del programa y podrán articular su ejercicio profesional con los diversos agentes sociales, así como gestionar ante las instituciones pertinentes con argumentos científicos, metodológicos y sociales.

Estarán preparados para mantenerse actualizados, durante su desempeño profesional, por haber sido entrenados al manejo de las múltiples fuentes de información especializadas.

5. Metodología empleada para el diseño curricular.

La enseñanza a nivel Doctorado en el área de Ciencias Básicas es esencialmente personalizada y se basa en el contacto directo con el investigador. Por esta razón el plan individual de estudios se fijará entre el profesor y el alumno de acuerdo al tema de la tesis tomando en cuenta las tendencias actuales en la línea de investigación desarrollada de tal forma que el alumno amplíe sus posibilidades de desarrollar investigación también en áreas afines.

6. El plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Física

El plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Física contiene tres áreas de formación determinadas, con un valor de créditos asignados a cada materia y un valor global de créditos, para ser cubiertos por los alumnos, y se organiza conforme a la siguiente estructura:

| Áreas de Formación | Créditos | % |
|--|----------|-----|
| Área de Formación Obligatoria Selectiva | 26 | 15 |
| Área de Formación Optativa Abierta | 104 | 62 |
| Área de Formación Especializante Obligatoria | 39 | 23 |
| Número mínimo de créditos para obtener el grado: | 169 | 100 |

La lista de asignaturas correspondientes al área de Formación Obligatoria Selectiva es:

| ASIGNATURA | Clave | Tipo | Horas curso | Horas trabajo individual | Horas total | Créditos |
|---|-------|------|-------------|--------------------------|-------------|----------|
| Métodos de Física Experimental I | | L | 85 | 123 | 208 | 13 |
| Métodos de Física Experimental I | | L | 85 | 123 | 208 | 13 |
| Métodos Matemáticos de Física Teórica | | S | 85 | 123 | 208 | 13 |
| Tópicos de Física Teórica Contemporánea | | S | 85 | 123 | 208 | 13 |
| Astrofísica I | | S | 85 | 123 | 208 | 13 |
| Astrofísica II | | S | 85 | 123 | 208 | 13 |

La lista de asignaturas correspondientes al área de Formación Especializante Obligatoria para Doctorado es:

| ASIGNATURA | Clave | Tipo | Horas BCA | Horas AMI | Horas total | Créditos |
|--------------------------------------|-------|------|-----------|-----------|-------------|----------|
| Seminario de Tesis de Doctorado I | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado II | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado III | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado IV | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado V | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado VI | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado VII | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Seminario de Tesis de Doctorado VIII | | S | 68 | 140 | 208 | 13 |

Nota: La evaluación de los seminarios de tesis se efectuará, de igual forma que el resto de los cursos, en apego al artículo 65 del Reglamento General de Posgrado.

La lista de asignaturas del área optativa abierta es:

| ASIGNATURA | <i>Clave</i> | Tipo | Horas curso | Horas trabajo individual | Horas total | Créditos |
|--|--------------|-------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|
| Matrices aleatorias: teoría y aplicaciones | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Sistemas cuánticos abiertos | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Relatividad general | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Teoría de campo de gauge | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Teoría de campo | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Métodos de óptica cuántica | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Métodos asintóticos | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Teoría de espacio de fase y sus aplicaciones | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Sistemas cuánticos discretos | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Dinámica de sistemas no lineales | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Computación e Información cuántica | | C | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Física de materiales | | CL | 68 | 140 | 208 | 13 |
| Métodos de caracterización de materiales | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Física de dispositivos semiconductores | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Espectroscopia | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Física de láseres | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Interferometría óptica | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Laboratorio de microscopía electrónica | | L | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Tecnología del vacío y sus aplicaciones | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Síntesis y procesamiento de materiales | | CL | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Cosmología | | C | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Astrofísica interestelar | | C | 64 | 140 | 208 | 13 |
| Astrofísica extra galáctica | | C | 64 | 140 | 208 | 13 |

Además del bloque de cursos presentado será válido en este programa, en equivalencia a cualquiera de las Áreas de Formación, cursos que acrediten estudiantes de este programa, en otros programas de posgrado, pertenecientes a otros Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara o de otras Instituciones de Educación Superior Nacionales o Extranjeras; con el propósito de favorecer la movilidad estudiantil y la internacionalización de los planes de estudio. Para la acreditación de tales cursos se debe contar con la aprobación de la Junta Académica correspondiente, y además debe contar con la validación de la Comisión de Revalidación de Estudios del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías.

Mapa Curricular

| Semestre | Actividad académica | Horas/semana | Créditos |
|----------|-------------------------|--------------|----------|
| 1 | Obligatoria Selectiva | 4 | 13 |
| | Investigación | | |
| | Seminario de Tesis I | 6 | 13 |
| 2 | Obligatoria Selectiva | 4 | 13 |
| | Seminario de Tesis II | 6 | 13 |
| 3 | Optativa | 4 | 13 |
| | Seminario de Tesis III | 6 | 13 |
| | Investigación | | |
| 4 | Optativa | 4 | 13 |
| | Seminario de Tesis IV | 6 | 13 |
| | Investigación | | |
| 5 | Optativa | 4 | 13 |
| | Seminario de Tesis V | 6 | 13 |
| | Investigación | | |
| 6 | Investigación | | |
| | Seminario de Tesis VI | 6 | 13 |
| | Examen predoctoral | | |
| 7 | Investigación | | |
| | Seminario de Tesis VII | 6 | 13 |
| 8 | Investigación | | |
| | Seminario de Tesis VIII | 6 | 13 |
| | Defensa de Tesis | | |

Los contenidos del examen pre doctoral serán establecidos por la Junta Académica en conjunto con el Comité Tutorial del alumno. En dicho examen el estudiante mostrará las competencias adquiridas para la resolución técnica de problemas referentes a su tema de tesis.

7. Modalidad en que se impartirá

El programa del Doctorado en Ciencias en Física es escolarizada

8. Requisitos de ingreso

El ingreso de alumnos a este programa de Doctorado estará sujeto a lo establecido en el Reglamento General de Ingreso de Alumnos a la Universidad de Guadalajara, y a los artículos 49 al 55 del Reglamento General de Posgrado. En adición a estos requisitos es necesario además que el aspirante cumpla con:

- Poseer título o acta de titulación de una Maestría afin al Doctorado. La afinidad de las carreras estará a cargo de la Junta Académica correspondiente.
- Presentar y aprobar los exámenes de ingreso.
- Carta compromiso de dedicar tiempo completo

- Entrevista con la Junta Académica, quien hará evaluación de sus antecedentes académicos
- Acreditar un promedio mínimo de ochenta con certificado original o documento que sea equiparable.
- Acreditar un dominio de idioma Inglés equivalente al nivel B2 del marco de Referencia Europeo
- Los demás requisitos que se señalen en la convocatoria respectiva

9. Requisitos de permanencia se establecen por la normatividad universitaria vigente

10. Requisitos de titulación

Para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Física, además de los establecidos en el artículo 77 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Aprobar el examen predoctoral establecido por la Junta Académica
- Tener aceptadas o publicadas por lo menos dos publicaciones científicas reconocidas por el Journal Citation Reports, producto de su trabajo de tesis doctoral.

El trabajo de tesis de cada alumno será evaluado en conformidad con el artículo 78 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara.

La modalidad de obtención del grado de Doctor será Tesis.

11. Cuerpos colegiados

Para apoyo en el desarrollo y aplicación del programa además del Coordinador del Programa, se requiere el siguiente grupo de cuerpos colegiados:

JUNTA ACADÉMICA DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN FÍSICA.

La Junta Académica del Doctorado en Ciencias en Física se formó de conformidad a los lineamientos establecidos en los artículos 12 y 14 del Reglamento General de Posgrado, teniendo las atribuciones establecidas en el artículo 13 del mismo reglamento. El Coordinador de cada programa, quien presidirá la Junta Académica respectiva se sujetará a lo establecido en los artículos 16 y 17 del Reglamento General de Posgrado.

Además de lo establecido en el Reglamento General de Posgrados, la Junta Académica del Doctorado tiene las siguientes atribuciones:

- Dirimir los conflictos académicos que surjan entre profesores y alumnado.
- Nombrar y supervisar las funciones y resoluciones de los Comités de Admisión, y Tutoriales.
- Avalar cursos de otros programas de posgrado que puedan ser acreditados a un alumno;

Como apoyo para el cumplimiento de sus funciones y atribuciones, la Junta Académica formará comités, entre los cuales están:

COMITÉ DE ADMISIÓN

Estará conformado por al menos 3 profesores de la planta académica del Doctorado, uno de los cuales deberá ser el Coordinador del Programa, quién lo presidirá, y los demás miembros serán designados por la Junta Académica. Este comité operará por instrucciones de la Junta Académica y funcionará de conformidad con lo dispuesto en los artículos 49-52 y 54 del Reglamento General de Posgrado.

Las responsabilidades y atribuciones del Comité de Admisión serán las siguientes:

- Corroborar el cumplimiento de los criterios y requisitos de admisión.
- Diseñar, aplicar y evaluar los instrumentos de selección de los candidatos.
- Proponer a la Junta Académica la admisión de los aspirantes.
- Otras atribuciones que delegue la Junta Académica y que competan a la admisión de los aspirantes.

COMITÉS TUTORIALES

La Junta Académica designará a cada estudiante, desde su inscripción al programa, un Comité Tutorial, conformado por dos profesores del programa, siendo uno de ellos el director de tesis. La responsabilidad de este comité terminará con la titulación del estudiante o con su baja administrativa. El estudiante puede solicitar la sustitución del director de tesis o del tutor a la Junta Académica, quien en caso de considerarlo necesario designaría uno nuevo.

Las responsabilidades de cada Comité Tutorial serán las siguientes:

- I. Asesorar al alumno en la elección de las materias a cursar en cada período semestral
- II. Informar por escrito a la Junta Académica de cualquier irregularidad en el desempeño académico del estudiante

12. Internacionalización

Los cursos de otros programas (nacionales y extranjeros) del mismo nivel y área y de diversas modalidades educativas en cualquier área de formación podrán ser validados con la aprobación de la Junta Académica.

13. Tipo de programa.

El programa de Doctorado en Ciencias en Física está enfocado en la investigación.

14. Duración del programa.

La duración del programa de Doctorado en Ciencias en Física es de cuatro años.

15. Planta académica y perfil de los profesores incluyendo las líneas de investigación en que participan.

El Doctorado en Ciencias en Física tiene orientación a la investigación y desde su creación su planta académica se ha integrado exclusivamente de profesores-investigadores con grado de doctor y con capacidad de dirección de tesis de Doctorado en las áreas de su competencia.

Actualmente la planta académica del Doctorado consiste en 13 investigadores.

Las líneas de investigación son:

- Física teórica
- Física experimental
- Astrofísica

El perfil deseable de los profesores es que obligatoriamente tengan grado de doctor en algún área de investigación afín a las que se desarrollan en este programa, que sea miembro del Sistema Nacional de Investigadores y que académicamente tengan una producción sostenida en los últimos años.

17. Infraestructura física y apoyo administrativo.

El Doctorado en Ciencias en Física cuenta con infraestructura propia tanto para actividades de investigación como de docencia, cuya ubicación física está en los módulos Z, Z1 y Z2 del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, las instalaciones del Instituto de Astronomía y Meteorología (para estudiantes que se especializan en Astrofísica).

Infraestructura para la docencia y atención a alumnos.

Para actividades de docencia se cuenta con dos aulas de uso exclusivo para programas de posgrado de la División de Ciencias Básicas, equipadas cada una de ellas con mobiliario suficiente para alojar a los estudiantes de cada curso. La planeación de los horarios de clases ha permitido que estos espacios sean suficientes para la impartición de cursos teóricos.

Los estudiantes cuentan con oficinas, las cuales están equipadas con mesas, sillas, y libreros para albergar a dos estudiantes por oficina. Los estudiantes que lo requieren cuentan con equipo de cómputo actualizado acorde a sus necesidades, en dicho espacio también se cuenta con un multifuncional de uso rudo conectado a la red. Además, los estudiantes que se forman en las áreas de astrofísica y física de materiales cuentan con laboratorios y otros espacios para el desarrollo de cursos teórico-prácticos.

También se tiene una sala de conferencias o usos múltiples con capacidad de 60 personas, ubicado en el módulo Z. Esta área ha sido remodelada recientemente, cuenta con aire acondicionado, pantalla de reproducción, mesas y sillas de oficina; y ha sido destinado a la realización de seminarios, conferencias de profesores visitantes y reuniones académicas entre estudiantes y profesores con prioridad de uso de los programas de posgrado de la División de Ciencias Básicas y en particular de la Maestría y Doctorado en Ciencias en Física.

Todos los profesores-investigadores de este programa cuentan con cubículo propio y con al menos una computadora de modelo reciente con conexión a Internet y una impresora personal.

Se tiene además apoyo secretarial (una secretaria) con oficina propia, computadora en red, multifuncional láser de alto rendimiento en red, 2 líneas de teléfono, de uso exclusivo de este programa.

Infraestructura para la Investigación

Se tienen 7 laboratorios en los cuales se encuentran desarrollando sus trabajos de tesis, los estudiantes de este programa que trabajan en el área de Física de Materiales y Biofísica. Además, en estos espacios se desarrolla el proceso de aprendizaje de carácter práctico para los estudiantes que se forman en el área de Física de Materiales y Biofísica

La descripción de estos laboratorios es la siguiente:

- **Laboratorios de síntesis de materiales (2).** Destinados a la preparación de nuevos materiales inorgánicos micro y nanoestructurados, obtenidos por diversas vías de síntesis, tales como solución, co-precipitación, hidrotermal, pirólisis de aerosol asistido por ultrasonido y método cerámico. En conjunto, estos laboratorios cuentan con 2 campanas de extracción de gases, cristalería, diversos reactivos, 5 hornos con temperatura máxima de operación de 1100°C y 2 muflas (200 °C máximo), prensa hidráulica para elaboración de compactados de polvos, etc. En uno de estos laboratorios se hacen también, películas delgadas por la técnica de depósito en baño químico (CBD).
- **Laboratorio de procesamiento láser de materiales.** En el que se realizan experimentos de Procesamiento por impactos láser (LSP), con un láser Nd:YAG con una energía y duración de pulso de 900 mJ y 5 ns; proporcionando energía suficiente para establecer esfuerzos residuales de compresión, en diferentes metales de interés industrial. En este laboratorio se elaboran películas delgadas por la técnica de depósito con láser pulsado (PLD). Con este mismo sistema se sintetizan materiales nanoestructurados, por ablación láser confinada en líquidos, y se realizan tratamientos de películas semiconductoras y metálicas, con diversas funcionalidades.
- **Laboratorios de microscopía electrónica (4 microscopios).** En ellos se cuenta con dos microscopios electrónicos de barrido, un SEM Jeol 5400 LV y un FE-SEM Tescan Mira3 (de emisión de campo); dos microscopios electrónicos de transmisión, un TEM Jeol JSM-1010 -que opera hasta 100 kV- y un TEM Jeol JEM-2100 -que opera hasta 200 kV-, ambos cuentan con la técnica de difracción de electrones (SAED). Los sistemas Mira3 y Jeol JEM-2100 son de

reciente adquisición. En conjunto con estos equipos de microscopía electrónica se cuenta con sistemas de adquisición de imágenes, equipos para recubrimiento de muestras por erosión catódica de metales y por evaporación de carbón.

- **Laboratorio de difracción de rayos X.** En el que actualmente se cuenta con un difractómetro de rayos X en polvo Rigaku Miniflex. Y se espera la llegada de un difractómetro de rayos X Panalytical X'Pert. Ambos sistemas están equipados con fuente de rayos X de cobre. El sistema Panalytical contará con detector rápido, además de la infraestructura para medir difracción en películas delgadas y la modularidad necesaria para una vasta gama de técnicas de rayos X.
- **Laboratorio de caracterización de propiedades de transporte de materiales.** Cuenta con hornos tubulares programables (Thermolyne), multímetros digitales (Agilent), un sistema de adquisición de datos, un potenciostato (Solartron 1285A), un equipo de espectroscopia de impedancia (Solartron 1260), un equipo LCR (Agilent), campana de extracción de gases, sistema de mezclado de gases (MKS Instruments), etc.
- **Laboratorio de caracterización óptica de materiales.** Este laboratorio está equipado con una mesa holográfica y un banco óptico, en los cuales se tiene montada la infraestructura necesaria para realizar espectroscopias de dispersión Raman, Fotoluminiscencia (emisión y excitación), Fotorelectancia, en formato convencional y micro. Para estas técnicas se emplea un monocromador Acton de 75 cm de longitud focal, con su propio sistema de amplificador; se cuenta además con un amplificador Lock-In, un Integrador Box-Car acoplado a un láser pulsado de Ne-Cu (248 nm), un láser de Argón con enfriamiento por aire con emisiones seleccionables 514.5 nm, 488 nm y 457 nm, láser DPSSL en 473 nm, un diodo láser en 685 nm. Así como una lámpara de Xenón de 1000 W y un sistema de microrefrigeración para mediciones hasta 70 K, en base a Nitrógeno gaseoso a alta presión. Además, se cuenta con un monocromador pequeño y un par de mini-espectrómetros, al igual que los accesorios ópticos que permiten los montajes mencionados.
- **Laboratorio de biofísica molecular.** Se utilizan las técnicas experimentales: Expresión heteróloga de proteínas de membrana en ovocitos Xenopus; Fijación de voltaje de membrana en ovocito cortado (COVC); Fluorometría de sitio-específico bajo fijación de voltaje de membrana (VCF); Mutagénesis de proteínas, PCR, Electroforesis de ADN; y Marcaje fluorescente de proteínas, péptidos y toxinas. Además, en colaboración con otras IES nacionales y extranjeras se tiene acceso a equipo y software especializado.

Además, se cuenta con **colaboraciones** que permiten realizar estudios tales como: análisis térmicos (DTA/TGA), microscopías de barrido y transmisión de alta resolución, espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS), micro espectroscopia Raman de alta resolución, efecto Hall, el depósito de películas delgadas por técnicas adicionales, etc, en instituciones como el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, University of New Mexico, Centro de Nanociencia y Nanotecnología de la UNAM, Universidad Veracruzana, Universidad de Colima, entre otros.

Por otra parte los alumnos que se especializan en Astronomía y Astrofísica disponen de equipo de cómputo y software para análisis de imágenes de regiones específicas del espacio, y cuentan con tiempo de telescopio, del cual hacen uso mediante visitas periódicas que realizan al Observatorio de San Pedro Mártir (UNAM), en Baja California.

Biblioteca y hemeroteca.

Centro Integral de Documentación del CUCEI, con libros especializados y suscripción a las principales revistas de circulación internacional en el área de Física y Ciencia de Materiales. Se cuenta con el acceso electrónico a las publicaciones de American Physical Society, American Institute of Physics, Chicago University Press, American Chemical Society, Journal Citations Report, Science, Science Citation Index, etc.

18. Cobertura de criterios de calidad en referencia al artículo 19 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara

La cobertura de criterios de calidad en referencia al artículo 19 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara se garantizado desde su creación de forma paralela al cumplimiento de los indicadores de calidad de CONACYT, debido a que este programa ha sido evaluado de forma periódica por dicha institución con resultados favorables. Adicionalmente, el programa de Doctorado se somete periódicamente a un proceso de autoevaluación para seguir cumpliendo los criterios de calidad expresados en el Reglamento General de Posgrado.

19. Número mínimo y máximo de alumnos requeridos para abrir una promoción del programa.

El número mínimo de alumnos requeridos para abrir una promoción del programa de Doctorado en Ciencias en Física será de un alumno y el número máximo será de 10.

Cabe destacar que para el ingreso al programa los aspirantes deben presentar un amplio examen de conocimiento, lo que garantiza un excelente nivel de los admitidos al Doctorado.

20. Recursos financieros para su operación, señalando la fuente de financiamiento.

El programa de Doctorado ha recibido recursos de fondos federales como FOMES, PIFI, apoya a Doctorados PNP, etc lo que ha permitido la adquisición de numerosos equipos de cómputo y de laboratorio.

Los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades académicas de estudiantes como asistencia a congresos, estancias de investigación en otras IES, adquisición de equipo de cómputo, consumibles para los laboratorios, etc. provienen de la propia institución a través de convocatorias para los programas de posgrado de calidad registrados en CONACYT.

Para el apoyo a las actividades del personal académico se considera la participación de los integrantes de la planta del Doctorado en programas específicos de la Universidad de Guadalajara, así como su participación en proyectos con financiamiento externo tanto nacional como internacional.

Los recursos económicos para la operación del programa, en lo relativo a apoyar las actividades académicas de los estudiantes como: estancias de investigación, asistencia a congresos nacionales y/o internacionales, asistencia a cursos, encuentros, etc, software y equipo de cómputo, adquisición de consumibles de laboratorio y equipo menor, siendo estos indispensables para el desarrollo de tesis y para la superación académica de los mismos, han estado financiados parcialmente desde el año 2009 mediante programas específicos de la propia institución (PROINPEP, PROSNI, PROCOFIN).



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Métodos Matemáticos de Física Teórica | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85 | Horas de actividades de manera independiente: 123 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Ninguno | Nivel: formación obligatoria selectiva |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante adquirirá las herramientas matemáticas más usadas en la física teórica, reforzará sus conocimientos en teoría de distribuciones, teoría de grupos y sus representaciones, particularmente de los grupos de Lie, y de geometría diferencial.

OBJETIVO GENERAL: Dominar los principales métodos de la física – matemática aplicados principalmente a la física teórica.

Contenido temático

1. TEORÍA DE DISTRIBUCIONES

- 1.1 Definición del espacio de funciones de prueba D y ejemplos.
- 1.2 Definición del espacio de distribuciones D' .
- 1.3 Delta de Dirac, función de Heaviside, pseudofunciones, valor principal de Cauchy, parte finita de Hadamard.
- 1.4 Adición, transposición y multiplicación de distribuciones.
- 1.5 Cálculo de distribuciones: derivadas y primitivas.
- 1.6 Definición del espacio de funciones de prueba que descienden rápidamente S ; ejemplos y propiedades.
- 1.7 Definición del espacio de distribuciones que decrecen lentamente S' ; ejemplos y propiedades.
- 1.8 Álgebra de convolución y aplicaciones en ecuaciones diferenciales lineales.
- 1.9 Transformada de Fourier.
- 1.10 Definición del espacio de funciones de prueba periódicas P ; ejemplos y propiedades.
- 1.11 Series de Fourier de distribuciones en el espacio P' .

2. GRUPOS

- 2.1 Grupos y subgrupos.
- 2.2 Coclases, subgrupos invariantes y grupos factores.
- 2.3 Grupo abeliano, órbitas, clases conjugadas, normalizador, centro del grupo.
- 2.4 Teorema de Sylow y grupos solubles, simples y semisimples.
- 2.5 Isomorfismos de grupos.
- 2.6 Realización y representación de un grupo finito.
- 2.7 Representaciones irreducibles de grupos finitos, en particular S_n .

3. GEOMETRÍA DIFERENCIAL

- 3.1 Variedades, mapeos y subvariedades.
- 3.2 Fibrados tangentes, contangentes y mapeos.
- 3.3 Formas diferenciales, producto cuña, derivada exterior, símbolos de conexión y derivada de Lie.
- 3.4 Fibrados vectoriales y tensoriales.
- 3.5 Campos vectoriales y tensoriales: Corchetes de Lie, álgebra de Lie.



4. GRUPOS DE LIE

- 4.1 Definición.
- 4.2 Ideales.
- 4.3 Forma de Killing.
- 4.4 Álgebras de Lie solubles y nilpotentes.
- 4.5 Álgebras de Lie semisimples.
- 4.6 Grupos de Lie semisimples clásicos.
- 4.7 Grupos de Lie compactos.
- 4.8 Propiedades generales de $SO(3)$.
- 4.9 Propiedades generales de $SU(2)$.
- 4.10 Propiedades generales de $SU(1,1)$.

5. REPRESENTACIÓN DE GRUPOS CONTÍNUOS

- 5.1 Series de Fourier (descomposición de funciones en el círculo).
- 5.2 Transformada de Fourier (descomposición de funciones en la recta).
- 5.3 Relación entre las series y las transformadas de Fourier.
- 5.4 Representación irreducible de $SU(2)$ desde polinomios homogéneos.
- 5.5 Representaciones adjunta y tensorial de $SO(3)$.
- 5.6 Geometría diferencial en S^3 y $SU(2)$.
- 5.7 Representación de los elementos matriciales de $SU(2)$ como eigenfunciones del Laplaciano.
- 5.8 Ángulos de Euler y Armónicos esféricos.
- 5.9 Representaciones irreducibles de $E(2)$, elementos matriciales y simetrías.
- 5.10 Operadores diferenciales para $SE(3)$.
- 5.11 Representaciones irreducibles de $SE(3)$.
- 5.12 Elementos matriciales.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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



Competencia a desarrollar

Genéricas:

- Comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- Analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico para comparar resultados críticamente.
- Utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en la impartición de cursos tales como métodos matemáticos de la física; además de tener formación profesional en física o carreras afines, lo cual le permita una visión amplia de la estructura conceptual y metodológica de toda la física.

Profesores que participaron en la elaboración del programa:
Dr. José Luis Romero Ibarra

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA

- M. Hamermesh, Group theory and its application to physical problems, Addison Wesley Pu. 1962
- I.N. Herstein, Topics in Algebra, Xerox College Publications, 1964.
- N. Jacobson, Lie Algebra, Dover Publications, 1962.
- A.A. Kirilov, Elements of the theory of representations, Springer-Verlag N.Y. 1976.
- L.S. Pontryagin, Grupos Continuos, MIR 1978.
- I.M. Gelfand and G.E. Shilov, Generalized Functions, Academic Press, vol. I, II, III 1964.
- V.S. Vladimirov, Equations of Mathematical Physics, Marcel Dekker, Inc. 1971.
- M. Spivak, Calculus on Manifolds, Princeton University and Brandeis University, 1965.
- L. Schwartz, Méthodes Mathématiques de la Physique, Hemarm (Paris) 1965.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Tópicos de Física Teórica Contemporánea | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85 | Horas de actividades de manera independiente: 123 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Ninguno | Nivel: formación obligatoria selectiva |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante adquirirá conocimiento temas actuales de la física contemporánea

OBJETIVO GENERAL: Aprender los principios y desarrollos recientes de la física teórica contemporánea.

El curso está enfocado en las ideas de la simetría y su papel en la física contemporánea.

Contenido temático

1. SIMETRÍA Y RUPTURA DE LA SIMETRÍA

- 1.1 Simetrías del espacio-tiempo: invariancia y las leyes de conservación. Simetría de "gauge". Teorema de Noether.
- 1.2 Ruptura espontánea de la simetría: teoría de Landau.
- 1.3 Ruptura de una simetría continua: modos de Goldstone.
- 1.4 Simetrías locales y campos de gauge. Campo electromagnetismo como la teoría de gauge. La interpretación de las simetrías de gauge.
- 1.5 Ruptura de una simetría en una teoría de gauge. Monopolo de Dirac. El fenómeno de Higgs. Modelo no-abeliano: campos de Yang-Mills.

2. FASES GEOMÉTRICAS

- 2.1 Aproximación adiabática.
- 2.2 Fase adiabática de Berry y el monopolo de Dirac.
- 2.3 Fases topológicas y el efecto de Aharonov-Bohm.
- 2.4 Sistema de espines cuánticos en un campo magnético externo y aspectos topológicos de la fase geométrica.
- 2.5 La fase geométrica no-adiabática.
- 2.6 La fase geométrica no-abeliana.

3. FASES CUÁNTICAS Y SIMÉTRICAS

- 3.1 El parámetro de orden.
- 3.2 Las leyes de conservación topológica: clasificación de defectos.
- 3.3 Excitaciones topológicas. Defectos lineales, vórtices, defectos de puntos.
- 3.4 Monopolo de 't Hooft-Polyakov.
- 3.5 Solitones, kinks e instantones. Tunelaje e Instantones en mecánica cuántica de partículas.

4. TRANSICIONES DE FASE CUÁNTICAS

- 4.1 El parámetro de orden.



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

- 4.2 La leyes de conservación topológica: clasificación de defectos.
- 4.3 Excitaciones topológicas. Defectos lineales, vórtices, defectos de puntos.
- 4.4 Monopolo de 't Hooft-Polyakov.
- 4.5 Solitones, kinks e instantones. Tunelaje e Instantones en mecánica cuántica de partículas.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

- comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.
- utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para autogestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en la impartición de cursos de física avanzada tales como de mecánica clásica, física estadística, teoría electromagnética, teoría de la relatividad y mecánica cuántica; además de tener formación profesional en física o carreras afines, lo cual le permita una visión amplia de la estructura conceptual y metodológica de toda la física.

Autores de la Unidad de Aprendizaje
Nombres:

- Dr. Alexander Nesterov

Profesores que participaron en la revisión del programa:



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

BIBLIOGRAFÍA.

- Tom Lancaster, and Stephen J. Blundell, Quantum Field Theory for the Gifted Amateur, Oxford University Press, 2014.
- A. Bohm, A. Mostafazadeh, H. Koizumi, Q. Niu, and Zwanziger, The geometric phase in quantum systems : foundations, mathematical concepts, and applications in molecular and condensed matter physics, Springer, 2003.
- Dean Rickles,. Symmetry, Structure, and Spacetime, Elsevier, 2008.
- Jakob Schwichtenberg, Physics from Symmetry, Springer, 2015.
- Jerome Gauntlett (Ed.), SYMMETRY AND FUNDAMENTAL PHYSICS: TOM KIBBLE AT 80, World Scientific Publishing, 2014.
- M. Inguscio, W. Ketterle and S. Stringari and G. Roati (Eds.), Quantum Matter at Ultralow Temperatures, IOS Press, 2016.
- Amit Dutta, Gabriel Aeppli, Bikas K. Chakrabarti, Uma Divakaran, Thomas F. Rosenbaum and Diptiman Sen, Quantum Phase Transitions in Transverse Field Spin Models: From Statistical Physics to Quantum Information, Cambridge University Press, 2015.
- Lincoln D. Carr, Understanding Quantum Phase Transitions, Taylor and Francis, 2011.



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Astrofísica I | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85 | Horas de actividades de manera independiente: 123 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Ninguno | Nivel: formación obligatoria selectiva |

OBJETIVO GENERAL: Conocer los métodos y técnicas de la investigación en astrofísica

Contenido temático

1. GENERALIDADES

- 1.1. Estrellas
- 1.2. El Sol
- 1.3. Estrellas de secuencia principal
- 1.4. Diagrama Hertzsprung-Russell
- 1.5. Tipos espectrales

2. EVOLUCIÓN ESTELAR

- 2.1. Diagrama color-magnitud
- 2.2. Temperatura y radio efectivo
- 2.3. Estrellas gigantes
- 2.4. Estrellas masivas
- 2.5. Estrellas compactas
- 2.6. Límite de Chandrasekhar
- 2.7. Estrellas de neutrones.

3. ESTRELLAS BINARIAS

- 3.1. Escalas de tiempo
- 3.2. Interacciones
- 3.3. Lóbulos de Roche
- 3.4. Acreción
- 3.5. Vientos estelares
- 3.6. Escenarios evolutivos

4. ECUACIONES DE EVOLUCIÓN ESTELAR

- 4.1. Equilibrio termodinámico local.
- 4.2. Ecuación de energía.
- 4.3. Ecuación de movimiento.
- 4.4. Teorema del Virial.
- 4.5. Energía total de una estrella.
- 4.6. Ecuaciones que gobiernan los cambios de composición.
- 4.7. El conjunto de las ecuaciones de evolución.
- 4.8. Escalas de tiempo características de la evolución estelar..

5. FÍSICA ELEMENTAL DE GASES Y RADIACIÓN

- 5.1. Ecuación de estado.
- 5.2. Presión de iones.
- 5.3. Presión de electrones.
- 5.4. Presión de radiación.



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

- 5.5. Energía interna de gas y de radiación.
- 5.6. Exponente adiabático.
- 5.7. Transferencia radiativa.

6. PROCESOS NUCLEARES

- 6.1. Energía de enlace de los núcleos atómicos.
- 6.2. Fusión de hidrógeno I: la cadena p-p.
- 6.3. Fusión de hidrógeno II: los ciclos CNO.
- 6.4. Fusión de helio: la reacción triple- α ,
- 6.5. Fusión de carbono y oxígeno.
- 6.6. Creación de elementos pesados: los procesos-s y procesos-r.
- 6.7. Producción de pares.
- 6.8. Fotodesintegración del hierro.

7. ESTABILIDAD ESTELAR

- 7.1. Ecuaciones de estructura estelar
- 7.2. Luminosidad de Eddington
- 7.3. Convección.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

Podrá definirse por el profesor o considerar

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

- comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.
- utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para autogestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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



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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en la impartición de cursos tales como mecánica clásica, teoría electromagnética, teoría de la relatividad, mecánica cuántica, astrofísica y cosmología, además de tener formación profesional en física o carreras afines, lo cual le permita una visión amplia de la estructura conceptual y metodológica de toda la física.

Autores de la Unidad de Aprendizaje
Nombres:
Dr. Simon Nicholas Kemp

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA.

- Hale Bradt, Astrophysics processes, Cambridge University Press, 2008
- Dina Prialnik, An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution, Cambridge University Press, 2011
- R. Kippenhahn & A. Weigert, Stellar Structure and Evolution, Springer, 2012
- James Kaler, Extreme stars, Cambridge University Press, 2001



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | | |
|---|----------------------------------|--|---|
| Nombre: Astrofísica II | | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85 | | Horas de actividades de manera independiente: 123 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Astrofísica I | | Nivel: formación obligatoria selectiva |

OBJETIVO GENERAL: Conocer los métodos y técnicas propias de la cosmología, núcleos galácticos y cúmulos de galaxias.

Contenido temático

1. NUCLEOS ACTIVOS GALÁCTICOS (AGNs)

- 1.1. Clasificación de AGNs
- 1.2. El agujero negro central
- 1.3. Componentes de un AGN
- 1.4. Modelos unificados de AGNs
- 1.5. AGNs y cosmología.

2. CÚMULOS Y GRUPOS DE GALAXIAS

- 2.1. Grupo Local
- 2.2. Función de luminosidad
- 2.3. Dinámica de cúmulos
- 2.4. Radiación en rayos X
- 2.5. Relaciones de escala
- 2.6. Lentes gravitacionales
- 2.7. Efectos evolucionarios

3. MODELOS COSMOLÓGICOS

- 3.1. Observaciones fundamentales
- 3.2. Universo en expansión
- 3.3. Modelos Friedmann
- 3.4. Redshift y distancia
- 3.5. Historia térmica del universo
- 3.6. Nucleosíntesis
- 3.7. Problemas con los modelos estándares
- 3.8. Inflación

4. INHOMOGENEIDADES

- 4.1. Fluctuaciones de densidad
- 4.2. Espectro de potencia
- 4.3. Evolución no lineal de estructuras
- 4.4. Halos de materia oscura
- 4.5. Velocidades peculiares
- 4.6. Origen de fluctuaciones

5. PARÁMETROS COSMOLÓGICOS

- 5.1. Redshift surveys
- 5.2. Cúmulos de galaxias: proporción masa-luminosidad



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

- 5.3. Constante Cosmológica con supernovas lejanas
- 5.4. Lyman-alfa Forest
- 5.5. Fondo Cósmico de Microndas: fluctuaciones angulares

6. UNIVERSO A ALTO RED-SHIFT

- 6.1. Galaxias Lyman-Break
- 6.2. Redshift fotométrico
- 6.3. Hubble Deep Field
- 6.4. Fuentes submilimétricas
- 6.5. Radiación de fondo a otras longitudes de onda
- 6.6. Reionización del Universo
- 6.7. Historia Cósmica de Formación Estelar
- 6.8. Formación y evolución de galaxias
- 6.9. Destellos de rayos gamma.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

Podrá definirse por el profesor o considerar

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

- comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.
- utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para autogestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor



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

El docente ha de tener preferentemente experiencia en la impartición de cursos tales como mecánica clásica, teoría electromagnética, teoría de la relatividad, mecánica cuántica, astrofísica y cosmología, además detener formación profesional en física o carreras afines, lo cual le permita una visión amplia de la estructura conceptual y metodológica de toda la física.

Autores de la Unidad de Aprendizaje
Nombres:
Simon Nicholas Kemp

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA.

- Galaxies in the Universe, Sparke & Gallagher, Cambridge UP, 2006
- Galaxy Formation and Evolution, Mo, Van den Bosch & White, Cambridge, 2011
- Extragalactic Astronomy and Cosmology, Schneider, Springer, 2015
- Cosmology, Weinberg, Oxford, 2008
- An Introduction to Modern Cosmology, Liddle, Wiley, 2015
- Cosmology: the Science of the Universe, Harrison, 2000



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Métodos de Física Experimental I | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85 | Horas de actividades de manera independiente: 123 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso-Laboratorio | Requisitos: Ninguno | Nivel: formación obligatoria selectiva |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO: El alumno adquirirá las herramientas básicas necesarias para realizar investigación en Física Experimental, tales como: mediciones e Incertidumbre, diseño y evaluación de experimentos, ensayos computacionales y validación de modelos, visualización y análisis gráfico de las muestras y redacción de informes científicos.

OBJETIVO GENERAL: Aprender a manejar y/o analizar resultados de diversos equipos indispensables de experimentación de uso general.

Contenido temático

1. GENERALIDADES

2. MEDICIÓN E INCERTIDUMBRE

- 2.1. Errores e incertidumbre
- 2.2. Fuentes de variación.
- 2.3. Estimación y uso de incertidumbres
- 2.4. Errores sistemáticos y aleatorios
- 2.5. Propagación de errores.

3. ESTADÍSTICA DE LA OBSERVACIÓN

- 3.1. Significancia y réplica de la observación,
- 3.2. Varianza y análisis de varianza,
- 3.3. Análisis de covarianza y correlación de muestras de datos,
- 3.4. Valores p y t,
- 3.5. Análisis de ensayos no-paramétricos

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE EXPERIMENTOS

5. ENSAYOS COMPUTACIONALES Y VALIDACIÓN DE MODELOS

6. VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS GRÁFICO DE MUESTRAS

7. REDACCIÓN DE INFORMES CIENTÍFICOS

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

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



Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

Podrá definirse por el profesor o considerar

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

- comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.
- utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para autogestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Autores de la Unidad de Aprendizaje

Nombres:

- Jorge Emmanuel Sánchez Rodríguez
- Anne Cros Facheux
- Armando Pérez Centeno

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA.

- Baird, D. C. (1991) Experimentación: una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos. Prentice Hall Hispanoamérica, México.
- Hidalgo, M. A. y Medina, J. (2008) Laboratorio de Física. Prentice Hall / Pearson Education, Argentina.
- Wilson, E. B. (2012) An introduction to Scientific Research. Courier Dover Publications, EUA.
- Taylor, J. R. (1997) An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements. University Science Books, EUA.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

- Pourmohamad, T., Lee, H. K. H (2021) Bayesian Optimization with Application to Computer Experiments. Springer Nature, London, UK.
- Cowan, G. (1998) Statistical Data Analysis (Oxford Science Publications) 1st Edition. Oxford University Press, Oxford, UK.



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Métodos de Física Experimental II | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 85 | Horas de actividades de manera independiente: 123 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso-Laboratorio | Requisitos: Métodos de Física Experimental I | Nivel: formación obligatoria selectiva |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO: Selección de equipos y técnicas de acuerdo al proyecto de investigación, de entre: Microscopía electrónica de barrido, Microscopía electrónica de transmisión, Espectroscopia Raman, Espectroscopia de fotoluminiscencia, Espectroscopia de fotoelectrones generados por rayos X, depósito de películas delgadas en sistemas de alto vacío, Microscopía de epifluorescencia, Fijación de voltaje de membranas celulares, Fluorescencia de sitio específico de proteínas de membrana, Diagramas espacio-temporales, Velocimetría por imágenes de partículas..

OBJETIVO GENERAL: Aprender a profundidad el manejo de equipos de experimentación especializados, de manera que se tengan claros los verdaderos alcances, enfocándose principalmente en los requeridos para el proyecto de investigación

Contenido temático

1. UTILIZACIÓN DEL EQUIPO DE LABORATORIO
2. PRÁCTICA: MEDICIONES E INCERTIDUMBRES
3. ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES
4. PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES (GRÁFICAS, LENGUAJE CIENTÍFICO)
5. REDACCIÓN DEL REPORTE

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor orientando el proceso educativo. Actividad realizada por el alumno en sesiones guiadas por el maestro.

Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas, montaje de experimentos, mediciones, análisis y presentación de resultados por el estudiante.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

Podrá definirse por el profesor o considerar
- 100% reportes de prácticas



Competencia a desarrollar

Genéricas:

- comprender los fenómenos físicos fundamentales, las teorías y las leyes físicas que los rigen y los modelos que los explican para resolver problemas de la física y formular soluciones adecuadas.
- analizar e interpretar resultados obtenidos de trabajo teórico y/o experimental para comparar resultados críticamente.
- utilizar los métodos matemáticos y numéricos avanzados, para modelar fenómenos físicos con pensamiento lógico-matemático.

Transversales:

- desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para autogestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Autores de la Unidad de Aprendizaje
Nombres:

- Jorge Emmanuel Sánchez Rodríguez
- Anne Cros Facheux
- Armando Pérez Centeno

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA.

- Baird, D. C. (1991) Experimentación: una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos. Prentice Hall Hispanoamérica, México.
- Hidalgo, M. A. y Medina, J. (2008) Laboratorio de Física. Prentice Hall / Pearson Education, Argentina.
- Wilson, E. B. (2012) An introduction to Scientific Research. Courier Dover Publications, EUA.
- Taylor, J. R. (1997) An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements. University Science Books, EUA.
- Pourmohamad, T., Lee, H. K. H (2021) Bayesian Optimization with Application to Computer Experiments. Springer Nature, London, UK.
- Cowan, G. (1998) Statistical Data Analysis (Oxford Science Publications) 1st Edition. Oxford University Press, Oxford, UK.



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado I | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado I | Nivel: formación especializada obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Elaboración del protocolo de tesis.

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% elaboración y seguimiento del protocolo



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|--|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado II | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado I | Nivel: formación especializante obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Elaboración del protocolo de tesis.

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% elaboración y seguimiento del protocolo

Competencia a desarrollar



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

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|--|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado III | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado II | Nivel: formación especializante obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Elaboración del protocolo de tesis

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% seguimiento del protocolo



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|---|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado IV | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado III | Nivel: formación especializada obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Elaboración del protocolo de tesis

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% seguimiento del protocolo



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|--|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado V | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado IV | Nivel: formación especializante obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Elaboración del protocolo de tesis

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.
4. Trabajo de parte del alumno y asesoría de parte del profesor en la escritura de la primera versión del protocolo de tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% seguimiento del protocolo



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|--|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado VI | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado V | Nivel: formación especializante obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Elaboración del protocolo de tesis

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.
4. Revisión del protocolo y seguimiento a los comentarios de los revisores.
5. Preparación y presentación del examen pre-doctoral de parte del alumno.
6. El protocolo deberá ser aceptado al finalizar el curso.
7. El examen pre-doctoral deberá ser aprobado al finalizar el ciclo escolar.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% seguimiento del protocolo



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|--|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado VII | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado VI | Nivel: formación especializante obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación.

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.
4. Revisión del primer borrador de tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% Revisión del borrador de la tesis



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



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

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | |
|---|--|--|
| Nombre: Seminario de Tesis de Doctorado VIII | Número de créditos: 13 | Departamento de adscripción: Física |
| Horas de actividad bajo conducción de un académico: 68 | Horas de actividades de manera independiente: 140 | Horas Totales: 208 |
| Tipo: Curso | Requisitos: Seminario de Tesis de Doctorado VII | Nivel: formación especializante obligatoria |

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

El estudiante recibirá retroalimentación continua respecto a los avances y la calidad de su trabajo de tesis de doctorado.

OBJETIVO GENERAL: Seguimiento y orientación del estudiante durante su trabajo de investigación. Correcciones a la tesis

Contenido temático

1. Exposición, por parte del alumno, los avances del proyecto de investigación en el proceso de elaboración de tesis.
2. Revisión de los avances de la tesis
3. Evaluación de los avances de la tesis.
4. Revisión y en su caso modificación de la tesis.

Modalidades de enseñanza aprendizaje

Profesor revisando el proceso de investigación del tema de tesis de cada estudiante
Auto-aprendizaje: Búsqueda bibliográfica, realización de lecturas especializadas y presentación de los avances de su investigación.

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 50% Avance en el proyecto de tesis.
- 50% Tesis terminada



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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

- Desarrollo del pensamiento crítico (desarrollo de la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, adaptarse a situaciones nuevas, privilegiar la investigación como método).
- Capacidad para auto gestionar su aprendizaje (capacidad de aprender, resolver problemas y tomar decisiones, de administrar su aprendizaje).
- Capacidad para transmitir ideas e información en forma verbal y escrita con claridad y argumentos científicos a un público tanto especializado como no especializado.

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

El docente ha de tener preferentemente experiencia en investigación y dirección de tesis de posgrado.

| | |
|---|--|
| Profesores que participaron en la elaboración del programa: Dr. Andrei Klimov Dra. Isabel Sainz Abascal | Profesores que participaron en la revisión del programa: |
|---|--|



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

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



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

5.3 Rutinas computacionales para calcular medidas estadísticas como

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

6. Técnicas analíticas.

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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



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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

BIBLIOGRAFÍA

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Cinemática: Estados mixtos.

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

2. Dinámica reducida.

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

3. Ecuaciones maestras cuánticas, tipo Lindblad.

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

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

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

5. Temas selectos y aplicaciones.



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

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:



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

BIBLIOGRAFÍA

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Principio de mínima acción y las ecuaciones de Einstein

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

2. Campo gravitatorio con simetría esférica

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

3. Agujeros negros

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



4. Aproximación del campo gravitacional débil

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

5. Fundamentos de cosmología relativista

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

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

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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



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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Campos clásicos.

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

2. Teoría clásica de campos de norma.

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

3. Ruptura espontánea de la simetría.

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

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

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



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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:



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

BIBLIOGRAFÍA

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Ecuaciones relativistas de ondas

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

2. Principios generales de la teoría de campo

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

3. Cuantización canónica e interpretación en términos de partículas

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

4. Integrales funcionales y mecánica cuántica

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

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

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



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

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:



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

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Cinemática y dinámica de sistemas atómicos.

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

2. Cinemática y dinámica del campo electromagnético cuantizado.

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

3. Modelo de Jaynes-Cummings.

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

4. Interacciones colectivas.

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

5. Modelos con disipación.

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



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

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:



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

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Desarrollo asintótico.

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

2. Ecuaciones algebraicas con parámetros pequeños.

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

3. Asintóticas de integrales.

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

4. Funciones especiales y sus asintóticas.

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

5. Asintóticas de series.

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

6. Ecuaciones diferenciales ordinarias: asintóticas de soluciones.

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



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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Elementos de grupos y álgebras de Lie

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

2. Estados coherentes para diferentes grupos de Lie.

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

3. Cuantización y funciones de cuasidistribución

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar



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

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Elementos de teoría de campos finitos

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

2. Espacio de fase discreto

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

3. Aplicaciones físicas

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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



Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Introducción

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

2. Algoritmos cuánticos

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

3. Información cuántica I

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



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

4. Información cuántica II

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar



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

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

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

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

Contenido temático

1. Estructura cristalina y enlaces.

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

2. Imperfecciones estructurales.

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

3 Difusión.

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

4. Diagramas de Fase en equilibrio.

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



4.6 Diagramas complejos.

5. Teoría del Electrón Libre en Metales.

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

6. Propiedades Eléctricas.

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

7. Propiedades Magnéticas de Sólidos

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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



Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Difracción de rayos X

1.1 Conceptos fundamentales.

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

1.1.2 Principios básicos de difracción (interferencia constructiva).

1.1.3 Ley de Bragg.

1.2 Difracción de rayos X de polvo.

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

1.4 Difracción de rayos X de monocristal.

1.5 Difracción de electrones.

1.6 Aplicaciones

1.6.1 Identificación de fases cristalinas usando bases de datos.

1.6.2 Determinación de tamaño de cristal (cristallite).

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

2. Microscopías electrónicas

2.1 Introducción: Microscopía óptica.

2.2 Microscopía Electrónica

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

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

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

2.3 Aplicaciones y ejemplos.

2.3.1 Morfología y tamaño de partícula.



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

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

2.4 Práctica de laboratorio de Microscopía Electrónica de barrido

3. Espectroscopias ópticas

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

4. Análisis Térmico

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

5. Determinación de propiedades eléctricas de sólidos

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

6. Determinación de propiedades mecánicas de sólidos

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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



Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Propiedades eléctricas de sólidos

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

2. Propiedades de semiconductores

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

3. Aplicaciones de semiconductores

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



Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Conceptos básicos de espectroscopia.

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

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

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

3. Espectroscopias electrónicas.

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

4. Otras espectroscopias.



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

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:



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

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Radiación atómica

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

2. Resonadores ópticos

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

3. Amplificación y oscilación laser

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



4. Laser de semiconductores

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

5. Otros tipos de laser

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

6. Tópicos avanzados del laser

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

7. Una introducción a la teoría cuántica del laser

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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



Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Fundamentos de microscopía electrónica.

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

2. Aplicaciones y ejemplos.

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

3. Técnicas de preparación de muestras

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



Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Métodos de preparación (métodos físicos y químicos)

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

2. Preparación de películas delgadas.

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

3. Procesamiento de materiales.



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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

1. Introducción a la tecnología del vacío

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

2. Bombas de vacío de rango medio

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

3. Bombas de vacío de rango alto

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

4. Medidas de presión

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

5. Detección de fugas en sistemas de vacío

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



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

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

6. Aspectos en la construcción de sistemas de vacío

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

7. Aplicaciones de los sistemas de vacío

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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



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

Profesores que participaron en la elaboración del programa:

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Universo Homogéneo

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

2. Historia térmica del universo

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

3. Inflación

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

4. Teoría de Perturbaciones Cosmológicas

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



5. Formación de Estructuras

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

6. Condiciones Cuánticas Iniciales

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

7. Tópicos avanzados

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

- 60% Exámenes
- 40% tareas.

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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



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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía:

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

OBJETIVO GENERAL: Manejar los conceptos principales de la astrofísica extragaláctica

Contenido temático

1. Galaxias normales

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

2 Estrellas en Galaxias

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



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



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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar



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

Genéricas:

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

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

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

Transversales:

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

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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía:

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



INFORMACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

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

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

Contenido temático

Capítulo 1.

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

Capítulo 2.

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

Capítulo 3.

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

Capítulo 4.



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

Capítulo 5.

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

Capítulo 6.

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

Capítulo 7.

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

Modalidades de enseñanza aprendizaje

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

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

Modalidad de evaluación

Acreditación del curso:

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

Competencia a desarrollar

Genéricas:

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

Transversales:

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



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

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

Campo de aplicación profesional

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

Perfil del profesor

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

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

Profesores que participaron en la revisión del programa:

Bibliografía:

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