



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE INGENIERIA
COMISIÓN ACADEMICA DE POSGRADO**

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO

Nombre del Programa: DOCTORADO EN INGENIERIA (opción FISICA)

Montevideo – 2009

1. IDENTIFICACIÓN:

DE LA CARRERA

Nombre del Programa:

DOCTORADO EN INGENIERIA (opción FISICA)

Doctorado Académico

ÁREA ACADÉMICA

Área (Instituto/ Grupo/ Núcleo, etc.):

Física

Institutos vinculados al Área:

Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería, UdelaR

Contacto institucional del Programa

Nombre: José Ferrari

Teléfono: (598 2) 711 0905

E-mail: jferrari@fing.edu.uy

Programa compartido con otra Institución: NO

Nombre de la Institución:

En caso afirmativo adjuntar copia del acuerdo establecido.

2. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROGRAMA

Lugar y dirección completa de la sede del programa:

Facultad de Ingeniería, Universidad de la República
Inst. de Física - Julio Herrera y Reissig 565 - 4to piso
Tel: 711.5444 - 711.5445
(Fax)711.1630

Nombre y teléfono de un contacto en la Institución Sede:

Nombre: José Ferrari

Teléfono: (598 2) 711 0905

Personal, instalaciones, y materiales disponibles para la realización del programa:

Como resultado de una política de la Facultad de larga data orientada a la formación de RRHH, actualmente el plantel docente (grados 3 o superior) del Instituto de Física cuenta con una amplia mayoría de docentes con formación de doctorado o equivalente. Algunos de estos docentes han participado exitosamente en los programas de posgrado de la Facultad de Ingeniería, a través de cursos de postgrado, co-tutorías y trabajos de Tesis realizados en nuestros Laboratorios. Consideramos por lo tanto que el Instituto de Física tiene docentes con el nivel y la experiencia necesaria para colaborar en el desarrollo de este programa.

En la actualidad, existe competencia en el sentido establecido en el Art. 6 de la Ordenanza de las carreras de Posgrado del CDC, para desarrollar trabajos de posgrado de calidad en las siguientes áreas de Física: Física de materiales, Acústica, Física Nuclear, Física Atómica, Fotónica, Física Computacional, Física No-lineal y Caos, Mecánica de Fluidos, Óptica, Física Estadística. Esta lista no pretende ser exhaustiva y se mencionan estas áreas únicamente a título ilustrativo.

Se dispone de laboratorios en las siguientes áreas: Análisis óptico de las vibraciones, Espectroscopía laser, Física del estado sólido, Inestabilidades en fluidos, Óptica aplicada, Acústica ultrasonora.

Se dispone de un Taller de Mecánica Fina donde se prepara material para la puesta en funcionamiento de los experimentos.

Existe también acceso a recursos computacionales adecuados para cálculo intensivo (Cluster de la Facultad de Ingeniería y Cluster del PEDECIBA-Fsica)

A través del Portal TIMBÓ se cuenta con acceso electrónico a las revistas de la Editorial Elsevier (Physica A, Solar Energy, Solar Cells and Materials entre otras), Nature y otras que están siendo incorporadas a la colección Timbó.

Se dispone además de acceso electrónico y/o físico, a través del PEDECIBA, a las siguientes revistas: American Journal of Physics, Applied Optics, Applied Physics Letters, Chaos, Europhysics Letters, Journal of Applied Physics, Journal of Lightwave Technology, Journal of the OSA, part A, part B, Optics Letters, Physical Review A, Physical Review B, Physical Review C, Physical Review D, Physical Review E, Physical Review Letters y Reviews of Modern Physics.

Además de un acervo bibliográfico actualizado en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Ciencias.

3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

FINALIDAD:

El postgrado propuesto tiene como finalidad:

- a) La especialización a nivel de posgrado en temas de Física aplicada a la ingeniería, formando un profesional con un conocimiento más profundo de los aspectos básicos de los problemas que conciernen a su especialidad.
- b) Estimular la vinculación con el medio, generando un conjunto de estudiantes de posgrado que podrían mantener una vinculación laboral con el sector productivo.
- c) Estimular el desarrollo científico tecnológico en áreas de Física Aplicada con impacto productivo.
- d) Fomentar y profundizar la vinculación del Instituto de Física con otros Institutos y grupos de trabajo de la Facultad de Ingeniería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Son objetivos de este Doctorado generar recursos humanos capaces de desarrollar investigación original y crear nuevos conocimientos científico-tecnológicos en aquellas ramas de la Física con vinculación directa con la Ingeniería. Asimismo, es objetivo de este doctorado, de perfil académico, generar egresados capaces de insertarse en la actividad productiva realizando aportes creativos e innovadores.

PERFIL DEL EGRESADO:

El egresado del Doctorado en Ingeniería (opción Física) tendrá un nivel superior de formación de posgrado en el área, que lo capacitará para el manejo creativo y original de la disciplina, debiendo ser capaz de ampliar las fronteras del conocimiento. El egresado deberá poseer sólida cultura científica en general y en Física en particular

4. ORGANIZACION Y NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

Duración prevista del programa: 4 años.

Número de plazas previstas (incluyendo becas si es aplicable):
5 estudiantes

Número mínimo de alumnos para realizar el programa: 0

Requisitos para obtener el título: mínimo 250 créditos

Número de créditos mínimos de Actividad Programada: 85
Horas presenciales mínimas de Actividad Programada: 318
Tesis: mínimo 150 créditos

Otros: A los efectos de completar dichos créditos, en el caso en que el aspirante haya obtenido el título de Magíster en Ingeniería (opción Física), se computarán los créditos obtenidos por el estudiante como "Actividad Programada" en esa etapa. En aquellos casos (previstos en el Artículo 5° del Plan de Estudios) en los cuales el estudiante no posea a su ingreso el título de Magíster en Ingeniería (opción Física), la CAP podrá asignar, a propuesta de la SCAPA, créditos por "Actividades Programadas" realizadas previamente.

Ingreso

Perfil de ingreso

Podrán ingresar al Doctorado quienes posean título de Magíster en Ingeniería, o quienes a juicio de la CAP posean antecedentes académicos que acrediten la aptitud y la madurez necesarias para llevar a término satisfactoriamente los estudios en cuestión, de acuerdo a lo expresado en el Artículo 33 del RPG-FING.

Requisitos de Ingreso

El aspirante deberá solicitar su ingreso a la SCAPA de acuerdo a los requisitos dispuestos en el Artículo 34° del RPG-FING, conjuntamente con la propuesta y aceptación escrita de un docente para desempeñarse como Director de Tesis o Académico, el cual deberá cumplir con los requisitos reglamentarios. Dicho docente deberá avalar la propuesta del aspirante, debiendo adjuntar un plan primario de actividades, e incluir una evaluación sobre la formación general y aptitudes del mismo para ser admitido como estudiante de doctorado. La SCAPA recomendará a la CAP-FING la aceptación de la solicitud si a su juicio la actividad propuesta es adecuada a un programa de Doctorado, se reúnen las condiciones para realizar con éxito dicha actividad teniendo en cuenta los antecedentes académicos y profesionales del aspirante, y la existencia de recursos adecuados para completar las actividades de posgrado.

Criterios de selección de los candidatos

Por méritos académicos: Escolaridad y Antecedentes Laborales.
Se tendrá especialmente en cuenta el ser docente universitario en alguna facultad del área científico-tecnológica.

5. CUERPO DOCENTE Y SUS ACTIVIDADES

Nombre/titulación/instituto	Horas aula anuales dedicadas al programa	Nº previsto de candidatos a orientar	Nº previsto de estudiantes a orientar en otros programas	Horas anuales de otras actividades vinculadas al programa
01. Raúl Donangelo / Dr. / Inst. de Física				
02. Jose Ferrari / Dr. / Inst. de Física		1	2	
03. Hugo Fort / Dr. / Inst. de Física - FCIEN		1	2	
04. Arturo Lezama / Dr. / Inst. de Física			2	
05 Ariel Moreno / Dr. / Inst. Física - FCIEN			1	
06. Ramón Méndez / Dr. / Inst. de Física			1	
07 Carlos Negreira / Dr./ Inst. Física - FCIEN			4	
08. Gonzalo Abal / Dr. / Inst. de Física			1	
09. Enrique Dalchiele / Dr. / Inst. de Física				
10. Horacio Failache / Dr. Ing. / Inst. de Física			1 (CO)	
11. Erna Frins / Dra. / Inst. de Física		1	1	
12. Ricardo Marotti / Dr. Ing. / Inst. de Física			1	
13 Daniel Marta / Lic. / Inst. de Física				
14 Arturo Martí / Dr. / Inst, de Física - FCIEN		1	2	
15. Ismael Nuñez / Dr. / Inst. de Física			1 (CO)	
16. Alejandro Romanelli / Dr. / Inst. de Física				
17. Ricardo Siri / Ing. / Inst. de Física				
18. Nicolas Wschebor / Dr./ Inst. de Física			2	
19. Sergio Barreiro /Dr./ Inst. de Física				
20. Ítalo Bove /Dr./ Inst. de Física				
21. Cecilia Cabeza / Dra/ Inst. de Física - FCIEN		1	2 (CO)	

6. CURRÍCULA

Se describe a continuación una oferta curricular en el área de la Física. La misma se complementa con la amplia oferta de cursos de posgrado de la Facultad de Ingeniería.

Asignatura nº 01 : Propiedades Ópticas de Materiales

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Ing. Ricardo E. Marotti**

Instituto: **Instituto de Física**

Departamento: Grupo de Física del Estado Sólido

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 15

Cupos: mínimo 5, máximo 10

Horas Presenciales: 90

Objetivos: Introducir al estudiante al las Propiedades Ópticas de Materiales. Se pretende encarar los conceptos físicos del tema dentro del área más general de Ciencia de Materiales. Ambos aspectos, fundamentales y aplicaciones concretas, serán cubiertos en el curso. Se introducirán además temas de investigación de frontera en esta área.

Conocimientos previos exigidos: Electromagnetismo y Física Moderna

Metodología de enseñanza: Los aspectos fundamentales serán estudiados a través de modelos micro y nanoscópicos simples, introduciendo brevemente los aspectos teóricos conceptualmente más abstractos. Las aplicaciones concretas en métodos y materiales serán expuestos con la mayor generalidad posible, estudiándose en la práctica casos concretos específicos. El curso tendrá asignado un promedio de 4 horas semanales de clases teóricas. Asimismo se realizarán 2 horas semanales promedio de clases que se alternarán entre resolución de problemas seleccionados y clases de laboratorio. Se espera que el estudiante deba utilizar un número similar al total de horas de docencia directa para el estudio de los temas, resolución de problemas y preparación de informes.

Forma de evaluación

La aprobación del curso se realizará a través de la entrega periódica de problemas seleccionados y la presentación de temas concretos (cuya preparación debería insumirle al estudiante unas 30 horas) que será elegido de común acuerdo entre el estudiante y el docente. El curso tendrá además un examen final que constará de dos partes. Una parte práctica escrita y una parte teórica oral. Las entregas periódicas de problemas y la presentación permitirán al estudiante exonerar la parte práctica escrita. La parte teórica oral podrá ser sustituida de común acuerdo entre estudiante y docente por un seminario de un trabajo avanzado preparado por el estudiante.

Temario:

Introducción:

Tema 1: Propiedades Básicas de la Luz. Tema 2: Propiedades Básicas de la Materia.

Temas Generales:

Tema 3: Propiedades Ópticas de Metales. Tema 4: Propiedades Ópticas de Aislantes.

Tema 5: Películas Delgadas. Tema 6: Propiedades Ópticas de Semiconductores.

Tema 7: Absorción y Emisión de Luz.

Temas Específicos:

Tema 8: Procesos Ópticos No-Lineales y Modulación de la Luz. Tema 9: Nanofotónica.

Bibliografía:

Optical Materials, J. H. Simmons and K. S. Potter, Academic Press, ISBN-10 978-0-12-644140-6 o ISBN-13 0-12-644140-5, 2000.

The Physics of Thin Film Spectra, O. Stenzel, Springer, ISBN-10 3-540- 23147-1 o ISBN-13 978-3-540-23147-9, 2005.

Dielectric Phenomena in Solids, K. C. Kao, Elsevier, ISBN 0-12-396561-6, 2004.

<p>Asignatura nº 02 : Introducción a la Física No Lineal y la Sinérgica Responsable de la asignatura (docente): Dr. Alejandro Romanelli Instituto: Instituto de Física Departamento: Único Arancel: Ninguno Nº de Créditos: 12 Cupos: máximo 20 Horas Presenciales: 60</p>	
<p>Objetivos: el objetivo es presentar y desarrollar un conjunto de técnicas relacionadas con los Sistemas Dinámicos, Procesos Estocásticos, Ecuaciones Maestras, Caos Clásico y Cuántico, que permitirán comprender distintos procesos de auto-organización de los Sistemas Físicos.</p>	
<p>Conocimientos previos exigidos: Ecuaciones Diferenciales, Mecánica Newtoniana</p>	
<p>Metodología de enseñanza: El curso se dictará durante 15 semanas con una carga semanal de cuatro horas. Se requiere que el estudiante dedique personalmente un total de 120 horas, distribuidas a lo largo del semestre.</p>	
<p>Forma de evaluación. Examen final y carpeta de ejercicios.</p>	
<p>Temario:</p>	
<p>1.- Sistemas dinámicos. Espacio de fases: puntos fijos, ciclos límite, toros. Sistemas conservativos y disipativos. Estabilidad. Atractores y repelores. Atractores caóticos. Fractales. Caracterización del caos. Mapa de Poincaré. Puntos fijos y ciclos en mapas. Mapas caóticos. El mapa standard. 2.- Procesos estocásticos. Caminata al azar. Ergodicidad y mixing. Entropía y ganancia de información. Entropía de sistemas caóticos. Transiciones de fase y fenómenos críticos en las cercanías del equilibrio. Parámetro de orden y parámetro de control. Teoría del campo medio y teoría de Landau. Procesos de Gauss. Funciones de correlación y densidad espectral. 3.- Bifurcaciones locales y globales. Catástrofes. Bifurcaciones locales de codimensión 1. Bifurcaciones de Hopf. Bifurcaciones en mapas. Formas normales y reducción a la variedad central. Ecuaciones de amplitud en sistemas extendidos. Ejemplos. Ecuaciones de reacción-difusión. 4.- Procesos de Markov. La Ecuación Maestra. Ruido blanco. Movimiento Browniano y fluctuaciones. Las ecuaciones de Langevin y de Fokker-Planck. Técnicas para resolver la ecuación de Fokker-Planck. Aplicaciones. Formación de estructuras y transiciones de fase fuera del equilibrio. Ecuación de Ginzburg-Landau. Auto-organización. Criticalidad auto-organizada. 5.- Caos en sistemas hamiltonianos. Resonancias. El teorema de Birkhoff y el teorema KAM. Capa estocástica. Superposición de resonancias y transición a la estocasticidad global. Rutas al caos en sistemas disipativos: La Cascada Subarmónica. La ruta cuasiperiódica. Intermitencias. Crisis y transitorios caóticos. 6.- Caos Cuántico. Estadística de niveles. La localización cuántica. El kicked rotor y el acelerador de Fermi. Estudio clásico y cuántico. Destrucción de la localización por decoherencia y por cuasiperiodicidad.</p>	
<p>Bibliografía:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ J.Guckenheimer, P.Holmes, "Non Linear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifuractions of Vector Field", Spring-Verlag (1983) ISBN: 0-387-90819-6 ✓ Hermann Haken, "Synergetics", Springer-Verlag (1983) ISBN: 3-540-12356-3 	

Asignatura n° 03 : Óptica de Fourier Responsable de la asignatura (docente): Dr. José Ferrari Instituto: Instituto de Física Departamento: Único Arancel: Ninguno N° de Créditos: 12 Cupos: máximo 20 Horas Presenciales: 140	
Objetivos: Introducir al estudiante en el área de la Óptica Coherente	
Conocimientos previos exigidos: Aprobación del examen de la materia Óptica (pregrado) dictada por el IFFI	
Metodología de enseñanza: 3 hs/sem de clases teóricas + 2 hs/sem de prácticos + 5 s/sem estudios durante un total de 14 semanas	
Forma de evaluación. Examen final escrito	
Temario:	
<p>1. Análisis de Fourier. Funciones Especiales usadas en óptica y sus transformadas de Fourier: Funciones rectángulo, círculo, sign, escalón, delta, comb. Transformadas bidimensionales de Fourier y de Hankel (algoritmos). Teorema de Convolución. Teorema del Arreglo. Teorema de Wiener-Kintchine. Teorema del Muestreo.</p> <p>2. Teoría de la Difracción. Teoría escalar de la difracción: fórmula de Rayleigh-Sommerfeld. Aproximaciones de Fresnel y Fraunhofer. Equivalencia de los enfoques de Rayleigh-Sommerfeld y Debye (espectro angular). Generalización para ondas no-monocromáticas. Teoría Vectorial de la Difracción. Relación con el Teorema de Extinción de Ewald-Oseen.</p> <p>3. Teoría de la Coherencia. La señal analítica. Función de Coherencia Mutua. Coherencia espacial y temporal. Teorema de Van Cittert-Zernike. Aplicaciones: Interferómetro Estelar de Michelson, Interferometría de correlación.</p> <p>4. Formación de Imágenes. Efecto de una lente sobre la propagación de la luz. Transformada de Fourier por una lente y por un sistema de lentes. Formación de Imágenes con luz coherente e incoherente. Teoría de Abbe de la formación de imágenes. Resolución. Efecto Talbot. Análisis de Sistemas Ópticos en el dominio de frecuencia espacial. Funciones de Transferencia para luz coherente y luz incoherente.</p> <p>6. Procesamiento óptico de imágenes y filtrado espacial. Principios del filtrado espacial. Correlador Óptico. Filtro de Vander Lugt. Distintos tipos de Filtros: filtros inversos, matched-filters, etc. Filtros auto-adaptivos: aplicaciones. Reconocimiento de caracteres. Visualización de Objetos de Fase. Métodos de Schlieren, contraste de fase, campo oscuro, defocusación, etc.</p> <p>7. Interferometría. Interferómetros por división de frente de onda y por división de amplitud. Interferometría Diferencial. Interferometría de Pasos; métodos de phase-shifting interferometry. Métodos basados en óptica de polarización. Interferometría Speckle y sus aplicaciones. Descripción analítica de la Holografía. Clasificación de Hologramas. Aplicaciones.</p>	
Bibliografía:	
[1] J. W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics" (McGraw-Hill, 1988). [2] K Iizuka, "Engineering Optics" (Springer, 1987). [3] G. O Reynolds et al., "The New Physical Optics Notebook: Tutorials in Fourier Optics" (SPIE, 1989). [4] D. Malacara (Ed.), "Optical Shop Testing" (Wiley, 1978). [5] M. Born and E. Wolf, "Principles of Optics" (Pergamon Press, 1993).	

Asignatura nº 04 : Computación Cuántica

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Gonzalo Abal**

Instituto: Instituto de Física

Departamento: Único

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 10

Cupos: mínimo 4, máximo 30

Horas Presenciales: 60

Objetivos: Comprender las ventajas que presenta la Mecánica Cuántica a través del estudio de algoritmos cuánticos emblemáticos. Se busca que el estudiante aprenda a pensar en forma cuántica, tanto en el manejo de las compuertas lógicas, como en el diseño de algoritmos. Comprender el impacto negativo del ambiente sobre la coherencias cuánticas y las técnicas existentes para minimizarlo.

Conocimientos previos exigidos: Complejos y álgebra lineal. Nociones de cálculo y probabilidades

Metodología de enseñanza: Son 4 horas semanales de clases teóricas-prácticas. Se presentan los principios de la Mecánica Cuántica en forma compacta y en base a ellos, se plantean las ideas fundamentales de la computación cuántica, contrastándolas con las de la computación clásica. Se analizan la lógica, las compuertas y los algoritmos cuánticos. En todos los casos, se complementa la teoría con problemas y ejercicios, con los que el estudiante aprende a "pensar cuánticamente".

Forma de evaluación

En el caso de posgrado, la evaluación del curso se realiza mediante dos mecanismos:

- 1) Monografía sobre un tema vinculado al curso, con presentación oral.
- 2) Examen oral sobre los temas del curso.

En la modalidad de posgrado no se exige la presentación de una carpeta de ejercicios, aunque se espera del estudiante la capacidad de plantear las soluciones adecuadas para cualquiera de los ejercicios propuestos en el curso.

Temario:

Mecánica Cuántica, qubits, esfera de Bloch, compuertas unitarias básicas. Estados enredados. Medidas de enredo para estados puros. Codificado denso. Teleportación. Algoritmos de Deutsch y Deutsch-Josza. Criptografía cuántica. Nociones de Complejidad Algorítmica. Conjuntos universales de compuertas cuánticas. Técnicas de amplificación de amplitud. Algoritmo de Grover. Transformada de Fourier cuántica. Algoritmo de Shor. La Caminata Cuántica (CC). Algoritmos de búsqueda basados en CC. Matriz densidad. Operaciones cuánticas. Decoherencia. Corrección de errores. Código de Shor. Resiliencia. Teorema umbral. Código de Steane. Implementación Física. Criterios de di Vincenzo. Ejemplos de implementación Física.

Bibliografía:

BIBLIOGRAFIA BASICA:

- M. A. Nielsen & I. A. Chuang: Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000).
- J. Preskill: Quantum Information and Computation (Lecture Notes for Physics 229, Caltech 1998).

BIBLIOGRAFIA SUPLEMENTARIA:

- D. Bouwmeester et al: The Physics of Quantum Information (Springer Verlag, 2000).
- C. P. Williams & S. H. Clearwater: Explorations in Quantum Computing (Springer, 1997).
- R. Omnes: The interpretation of Quantum Mechanics (Princeton University Press, 1994)

Presentado a la CAP en el contexto de la Maestría en Ingeniería de la Energía

Asignatura nº 05 : ELEMENTOS DE FÍSICA NUCLEAR

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Raul Donángelo**

Instituto: Instituto de Física

Departamento:

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 6

Cupos:

Horas Presenciales: 45

Objetivos: : El objetivo de la asignatura será que el estudiante comprenda los fundamentos de la Física Nuclear y la forma en que los mismos pueden aplicarse a las distintas actividades nucleares. Las mismas comprenden una amplia gama que va desde la generación de energía eléctrica, el uso de radioisótopos y radiaciones para diagnóstico y tratamiento de diversas dolencias, y otras aplicaciones

Conocimientos previos exigidos: Mecánica clásica

Metodología de enseñanza: 2 clases semanales de 1,5 horas cada una

Forma de evaluación

- Dos pruebas parciales a ser realizadas durante el curso. Para la aprobación del mismo los alumnos deberán alcanzar una nota mínima 3 en cada una de ellas, y una nota promedio de 6 entre ambas.
- Examen oral sobre el contenido del curso, para los aprobados en el mismo.

Temario:

1. **Propiedades fundamentales del núcleo.** Densidad de carga y densidad de masa nucleares. Modelo de la gota líquida y formula semiempírica de masas. Parábolas de masa y valle de estabilidad beta. Ejercicios.
2. **Radioactividad y producción de radioisótopos.** Leyes del decaimiento radioactivo. Unidades de radiación. Cadenas de decaimientos sucesivos. Producción de radioisótopos por decaimiento de núcleos padre. Producción de radioisótopos por medio de reacciones nucleares. Ejercicios.
3. **Interacción de la radiación con la materia.** Efecto fotoeléctrico. Scattering Compton. Creación de pares. Interacción de las partículas cargadas con la materia. Energía depositada. Fundamentos de dosimetría. Unidades. Ejercicios.
4. **Las fuerzas nucleares y los sistemas de dos nucleones.** Breve introducción a la mecánica cuántica. Estado ligado del sistema neutrón-protón: el deuterón y sus propiedades. Scattering neutrón-protón en bajas energías. Resonancias. Ejercicios.
5. **Modelos nucleares.** Aproximación de partícula independiente. Modelo de capas. Modelos colectivos: modelo vibracional y modelo rotacional. Modelo de Nilsson. Ejercicios.
6. **Reacciones nucleares.** Cinemática de reacciones nucleares. Sistemas de laboratorio y de centro de masas. Formación del núcleo compuesto. Reacciones resonantes. Modelo óptico. Fisión nuclear, espontánea e inducida. Reactores nucleares. Fusión nuclear. Reactores de fusión. Ejercicios.

Bibliografía:

Elements of Nuclear Physics, Walter E. Meyerhof, McGraw-Hill, ISBN-13: 97-0070417458, 1967.

Subatomic Physics, Hans Frauenfelder y Ernest M. Henley, Prentice-Hall, ISBN 0-13-859082-6, 1974.

Nuclear and Particle Physics, W.S.C. Williams, Oxford University Press, ISBN: 0-19- 852046-8, 1995.

Presentado a la CAP en el contexto de la Maestría en Ingeniería de la Energía

Asignatura nº 06 : FUNDAMENTOS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Gonzalo Abal**

Instituto: Instituto de Física

Departamento: Único

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 6

Cupos:

Horas Presenciales: 45

Objetivos: Describir los mecanismos básicos determinantes para la conversión eficiente de energía solar en energía térmica utilizable. Describir en detalle algunas aplicaciones tecnológicas de interés para las condiciones climáticas de nuestro país. Aportar métodos simples para estimar la eficiencia y el análisis económico para este tipo de dispositivos.

Conocimientos previos exigidos: Termodinámica de sistemas abiertos

Metodología de enseñanza: dos clases semanales de 1,5 horas cada una.

Forma de evaluación

1) Monografía sobre un tema a determinar, con defensa y presentación oral.

2) Examen oral sobre los contenidos del curso.

Temario:

- **Radiación Solar.** Movimiento del sol. Efecto de la atmósfera. Radiación directa y difusa. Medidas de radiación. Estimación de la radiación incidente en una superficie plana horizontal e inclinada.
- **Fundamentos de Transferencia de calor.** Conducción térmica. Radiación. Superficies grises. Convección natural y forzada. Transmisión de radiación a través de placas de vidrio.
- **Colectores planos.** Balance térmico. Distribución de temperaturas. Medidas de performance.
- **Colectores concentradores (CC).** CC de Torre central. CC Parabólico lineal. CC individual con ciclo Stirling. CC lineal con óptica de Fresnel. Performance comparativa.
- **Almacenamiento de energía térmica.** Tanques de agua. Estratificación. Otros materiales. Almacenamiento estacional.
- **Otras aplicaciones.** Sistemas de calentamiento/enfriamiento ambiental. Calentamiento solar para proceso industriales.
- **Análisis de desempeño de sistemas solares térmicos.** Estimación de carga. Modelos y simulaciones. Elementos de análisis económico.

Bibliografía:

Bibliografía básica:

- o Solar Engineering of Thermal Processes, John A. Duffie and William A. Beckman, John Wiley and Sons, 2006, ISBN: 13-978-0-471-69867-8

Bibliografía complementaria:

- o Solar radiation and daylight models, T. Muneer, Elsevier, 2004, ISBN 0-7506-5974-2
- o Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage, 3ed, S. P. Sukhatme, J. K. Nayak, Tata McGraw Hill Publishing Co., Nueva Delhi, ISBN 0-07-014-296-3
- o Solar Thermal Energy: Fundamentals And Experiments, H. P. Garg, T. C. Kandpal, Alpha Science International, Ltd; 1 edition (January 2005), ISBN 978-1842651520
- o Solar Energy: Fundamentals, Design, Modeling and Applications, G.N. Tiwari , Narosa Publishing House, Nueva Delhi, 2004, ISBN 81-7318-450-5

Presentado a la CAP en el contexto de la Maestría en Ingeniería de la Energía

Asignatura nº 07 : Fundamentos de Celdas Fotovoltaicas

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Enrique Dalchiele**

Instituto: Instituto de Física

Departamento:

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 6

Cupos: mínimo 5, máximo 20

Horas Presenciales: 40

Objetivos: El objetivo del curso es introducir en la física e ingeniería de los dispositivos fotovoltaicos. Se pretende que los participantes comprendan claramente el fenómeno fotovoltaico en diversas estructuras sobre materiales cristalinos, policristalinos y amorfos. Además sabrán caracterizar y también diseñar celdas solares, así como interpretar sus figuras de mérito más importantes, tales como corriente de corto-circuito, voltaje de circuito abierto, factor de llenado, eficiencia, entre otros. Se prevé la asistencia a laboratorios a los efectos de tomar contacto con dispositivos reales. Al final del curso los participantes deberán ser capaces de realizar un trabajo en profundidad de un tópico específico que se les propondrá.

Conocimientos previos exigidos: Electromagnetismo y Termodinámica

Metodología de enseñanza: El curso consistirá de 2 clases semanales de 1.5 horas promedio, durante las 10 primeras semanas del semestre. Se sustituirán algunas de dichas clases por demostraciones de laboratorio o vistas de campo. Posteriormente los participantes deberán realizar un trabajo en grupos de dos personas, bajo la supervisión de los docentes. Dicho trabajo (monografía) deberá ser entregado al final del semestre y presentado oralmente al resto de los participantes. La dedicación horaria estimada para la realización del trabajo (monografía + presentación) es de 30 horas.

Forma de evaluación

Trabajo Final y Examen Final.

Alternativamente el examen final podrá sustituirse por una evaluación continua a lo largo del curso.

Temario:

I Introducción. Breve Revisión del Efecto Fotovoltaico. , II Radiación Solar. , III Revisión de Propiedades de Transporte en Semiconductores. , IV Procesos de Generación y Recombinación. , V Caracterización de Celdas Solares. , VI Límites de Eficiencia y Pérdidas. , VII Tecnología Estándar de Celdas Solares de Silicio. , VIII Nuevos Acercamientos a la Fabricación de Celdas Fotovoltaicas. , IX Utilización de Paneles Fotovoltaicos.

Bibliografía:

Básica:

o M. A. Green, *Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications*, Prentice-Hall series in solid state physical electronics, 1982, ISBN 0-13-822270-3.

o J. Nelson, *The Physics of Solar Cells*, Imperial College Press, 2003, ISBN 10-186-0-943497.

Consulta:

o M. A. Green, *Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion*, Springer Series in Photonics, 2003, ISBN 3-540-40137-7.

o S. M. Sze, *Physics of Semiconductor Devices*, John Wiley & Sons, 1981, ISBN 0-471-05661-8.

o J. P. McKelvey, *Física del Estado Sólido y de Semiconductores*, Limusa, 1994, ISBN 968-18-0431-7.

o Antony, Falk, Dürschner, Christian, Remmers y Karl-Heinz. *Fotovoltaica para profesionales: diseño, instalación y comercialización de plantas solares fotovoltaicas*, 2006, ISBN: 978-84-95693-35-8

o Photovoltaic Systems. Course Book for the Seminar. Prepared as a part of the Comett project SUNRISE. Fraunhofer-Institute (FHG-ISE), 1995.

Asignatura nº 08 : Inestabilidades en Fluidos

Responsable de la asignatura (docente): **Dra. Cecilia Cabeza**

Instituto: Instituto de Física de la Facultad de Ciencias

Departamento:

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 9

Cupos: mínimo 4, máximo 15

Horas Presenciales: 60

Objetivos:

- * Familiarización del estudiante con la experimentación actual en física de fluidos, en particular con aspectos de inestabilidades e hidrodinámica no lineal
- * Iniciación al trabajo de laboratorio científico utilizando técnicas propias de la física de fluidos así como herramientas de otras disciplinas (matemática, informática, etc.)

Conocimientos previos exigidos: * Conocimientos básicos de cinemática y dinámica de fluidos
* Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

Metodología de enseñanza: Clases teóricas presenciales: 20hs; resolución de problemas: 6hs; trabajo en laboratorio: 34hs

Forma de evaluación

Ganancia del curso: Asistencia al laboratorio, entrega de ejercicios e informes.

Aprobación de asignatura: Montaje de un experimento que involucre fenómenos que no hayan sido implementados en el curso práctico, elaboración de un informe sobre el mismo que discuta en profundidad los resultados obtenidos en relación al modelo teórico, y presentación oral

Temario:

- 1- Repaso de conceptos fundamentales
- 2- Conceptos de estabilidad; métodos normales; estructuras disipativas
- 3- Inestabilidades:
 - termoconvectivas (Rayleigh-Bénard, Bénard-Marangoni)
 - en fluidos con rotación (Taylor-Couette)
 - en flujos estratificados (Ondas de Gravedad, Kelvin-Helmholtz)
- 4 Difusión; difusión turbulenta; inestabilidad de doble difusión
- 5 Digitación viscosa (experiencia de Hele-Shaw)
- 6 Ondas no lineales

Bibliografía:

- o Fluid Mechanics, P.K. Kundu y I. M. Cohen, Academic Press, ISBN 0121782514, 2nd edition (2001)
- o Experiments in Fluid Mechanics, Robert A. Granger, International Thomson Publishing, ASIN 0030046386, (1997)
- o Dissipative Structure & Weak Turbulence, Paul Manneville, Academic Press, ISBN 0124692605, (1990)
- o Introduction to Hidrydynamical Stability, P.G. Drazin, Cambridge University Press, ISBN: 0521009650 (2002).

Este programa todavía no fue presentado a la CAP para su aprobación

Asignatura n° 09 : Acusto - Óptica

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Ismael Núñez**

Instituto: Instituto de Física

Departamento: Único

Arancel: Ninguno

N° de Créditos: 9

Cupos:

Horas Presenciales: 60

Objetivos: El curso tiene dos objetivos fundamentales. Primero, mostrar el estrecho paralelismo entre los problemas de la óptica y de la acústica de altas frecuencias, proveniente de la similitud formal entre las ecuaciones de onda respectivas. Esto está contenido en un desarrollo teórico del tema hasta la unidad 4 inclusive. El desarrollo del curso aplica en cada unidad la teoría a ejemplos concretos de la óptica y la acústica. Tal es el caso de la comparación entre los índices de refracción y las impedancias acústicas, los poderes de resolución en ambos casos, las lentes y espejos ópticos y acústicos y sus aplicaciones, etc. En segundo lugar, el desarrollo del curso se orienta hacia aspectos más aplicados (unidades 5 y 6) donde se involucran las interacciones acusto-ópticas. Esto incluye el estudio de los diversos tipos de interferómetro para la observación de vibraciones mecánicas, así como los métodos que utilizan las propiedades elasto-ópticas de los medios transparentes para estudiar campos acústicos. Ambos casos con actividades de laboratorio. Las unidades 7 a 9 contienen temas de abordaje relativamente reciente, tanto en teoría como en experimento. Su principal fuente bibliográfica se encuentra en artículos de las dos últimas décadas.

Conocimientos previos exigidos: Ondas y Teoría Electromagnética.

Metodología de enseñanza: Es un curso semestral de 4 hs. semanales de actividades teóricas y de laboratorio.

Forma de evaluación

A través de un trabajo monográfico teórico-experimental sobre algún tema de investigación con aplicaciones de los métodos acusto-ópticos estudiados. Se tomará un examen oral que consistirá en la defensa de este trabajo y cuestiones sobre el contenido general del curso.

Temario:

Ecuaciones fundamentales (Revisión). Deducción de las ecuaciones de ondas para la Acústica en fluidos no viscosos y la Óptica en el vacío. Potenciales de velocidad y electromagnético. Ondas monocromáticas y ecuación de Helmholtz. Solución para ondas planas. Vector de Poynting para ondas mecánicas en fluidos y ondas electromagnéticas. Intensidad.

Interfaces y condiciones de frontera (Revisión). Reflexión y refracción. Ecuaciones de Fresnel. Impedancias e índices de refracción.

Pequeñas longitudes de onda. Ecuación de la Eikonal. Lentes y espejos ópticos y acústicos. Similitudes y diferencias entre la Óptica geométrica y la acústica de alta frecuencia. Sistemas ópticos y acústicos sencillos.

Ecuación de ondas con fuente. Función de Green. Integral de Kirchhoff para la difracción. Aproximaciones para la Óptica y para la Acústica. Aberturas ópticas y transductores acústicos circulares. Región de Fresnel y región de Fraunhofer. Patrón de difracción de Airy. Poder de resolución (óptico y acústico).

Medición óptica de campos acústicos en superficies reflectantes. Interferometría óptica para la medición de vibraciones mecánicas. Interferómetros para vibraciones de amplitud grande (mayor que la longitud de onda luminosa), y para vibraciones menores que la longitud de onda. Interferómetros de Michelson y de Mach-Zender. Ruido. Interferómetros compensados. Interferómetros heterodinos para altas frecuencias.

Medición óptica de campos acústicos en medios transparentes. Interacción acusto-óptica en medios ópticamente isotrópicos. Condiciones de Raman-Nath y de Bragg. Coeficiente elasto-óptico. Métodos schlieren, de campo oscuro y de contraste de fase para observar el campo acústico en la condición de Raman-Nath.

Regímenes no monocromáticos. Diferencias entre los "pulsos cortos" de la Óptica y la Acústica. Paquetes de onda. Dispersión y velocidad de grupo. Espectro y fase del paquete. Ancho de banda. Paquetes gaussianos. Evolución de la dispersión.

Medida óptica de campos acústicos extensos. La conjugación de fase en Óptica. Conjugación de fase mediante métodos holográficos. Cristales foto-refractivos, holografía y conjugación de fase en tiempo real. Eliminación de aberraciones ópticas mediante conjugación de fase. Interferómetros de gran campo con cristales foto-refractivos.

La inversión temporal en Acústica. Inversión temporal por una cavidad cerrada y mediante un "espejo" de inversión temporal. Focalización espacial y compresión temporal de un pulso por inversión temporal. Eficacias espacial y temporal de la focalización en medios acústicos dispersivos.

Bibliografía:

Unidades 1 y 2: Fundamentos de Acústica (Kinsler).
Óptica (Hecht).

Unidad 3: Principios de Óptica (Born & Wolf).
Óptica (Hecht).
Fundamentos de Acústica (Kinsler).

Unidad 4: Fundamentos de Acústica (Kinsler).
Óptica (Hecht).

Unidad 5: Óptica (Hecht).
Ondas elásticas en los sólidos (Royer – Dieulesaint). Tomo II
Laser Ultrasonics (Scrubby).

Unidad 6: Ondas elásticas en los sólidos (Royer – Dieulesaint). Tomo II
Laser Ultrasonics (Scrubby).
Principios de Óptica (Born & Wolf).

Unidad 7: Ondas elásticas en los sólidos (Royer – Dieulesaint). Tomo I
Acoustic waves:...(G.S.Kino)

Unidad 8: Introduction to Photorefractive Nonlinear Optics. (*Compendio de artículos sobre el tema*). (Pochi Yeh)

Unidad 9: Generación de ondas de Lamb. Funciones de Green y su aplicación en los procesos de Inversión Temporal Acústica (I. Núñez. Tesis de Doctorado)
Mathias Fink, "Time Reversal of Ultrasonic Fields – Part I: Basic Principles", IEEE Transactions on UFFC, Vol. 39, No. 5 September 1992, pp. 555-566
M. Fink et al "Time reversed acoustics", Reports on Progress in Physics, Vol. 63, No. 14, December 2000, pp.1933-1995.

Este programa todavía no fue presentado a la CAP para su aprobación

Asignatura nº 10 : Acústica Física

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Carlos Negreira**

Instituto: Instituto de Física de la Facultad de Ciencias

Departamento: Único

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 9

Cupos:

Horas Presenciales: 60

Objetivos: Este curso esta dirigido a un estudiante que deba utilizar técnicas y métodos basados en principios de la propagación de ondas acústicas en distintos medios , y/o que se interese en el estudio de los parámetros acústicos de los materiales. La finalidad de este curso es , luego de repasar nociones adquiridas en Mecánica de Fluidos y Ondas, estudiar en profundidad primero los fenómenos de radiación, absorción y dispersión en diferentes tipos de medios, en particular en fluidos , materiales viscoelásticos y materiales heterogéneos. Se analizará en particular el caso de ondas ultrasónicas de alta frecuencia (del MHz al GHz). En segundo lugar se estudiarán los fenómenos asociados a la propagación de ondas ultrasónicas en medios aleatorios con microinhomogeneidades difusoras. Se estudiará el scattering simple y múltiple, la difusión y el transporte. Se verán nociones del cono de retrodifusión coherente y la localización. Se analizarán métodos experimentales para la obtención de los diferentes parámetros asociados a esta propagación: libres recorridos medios, sección eficaz, coeficiente de difusión , speckle, etc. Por ultimo se estudiarán fenómenos acústicos no lineales como las ondas de choque, la cavitación y las interacciones ondas -turbulencia , ondas -vórtices . Se verán asimismo diferentes ejemplos de aplicaciones y medida de parámetros de estos fenómenos. El contenido del curso hace hincapié en las técnicas y métodos experimentales para estudiar los aspectos tratados.

Conocimientos previos exigidos: Ondas, Física Estadística , Mecánica de Fluidos.

Metodología de enseñanza: Es un curso semestral de 4 hs. semanales de actividades teóricas-prácticas.

Forma de evaluación

Examen oral y presentación de monografía teórica y/o experimental

Temario:

- 1) Revisión de las ecuaciones de la dinámica de fluidos. Ecuaciones de ondas , propagación ultrasónica en régimen no monocromático y en medios inhomogéneos. Difracción impulsional para diferentes geometrías de fuentes, acústica de Fourier. Absorción ultrasónica en fluidos con diferente grado de viscosidad .fenómenos de relajación, ecuaciones de dispersión. Métodos experimentales para determinar la absorción y la dispersión ultrasónica en fluidos.
- 2) Scattering simple y propagación ultrasónica impulsional en medio heterogéneo aleatorio con difusores débiles. Fenómenos de speckle y transporte , aproximación a la difusión clásica. Scattering múltiple, medio efectivo y difusión de ondas. Cono de retrodifusión coherente y localización en medios aleatorios. Métodos experimentales de medida de los principales parámetros para un medio multidifusor en el caso de una onda ultrasónica ; sección eficaz de difusión, libre recorrido medio elástico ,de absorción y de transporte, coeficiente de difusión, velocidades efectivas y de transporte. Aplicación a la caracterización de tejidos biológicos y materiales heterogéneos.
- 3) Propagación de ondas de amplitud finita. Parámetros de no linealidad en los fluidos. Ecuación de Burgers. Ondas de choque y armónicos superiores. Cavitación ultrasónica, dinámica de las burbujas. Scattering de sonido con sonido. Interacciones ultrasonido-vórtices y ultrasonido-turbulencias. Métodos de medida de parámetros de la cavitación, ondas de choque y verticidad . Aplicación a la hipertermia y litotripsia ultrasónica en medicina.

Bibliografía:

- Tema 1:** -Theoretical Acoustics P.Morse, K.Ingard, Mc.Graw-Hill, 1968
 -Introduction to Fourier optics J.Goodman.McGraw-Hill, 1968 Cap. 1,2,3,4,6.
 -Absortion and dispersión of ultrasonic waves. K.Herzfeld, T.Litovitz, Serie Pure and Applied Physics, A. Press, 1979. Cap.I, II, III VIII, IX.
- Tema 2:** -Wave propagation and Scattering in random media A.Ishimaru.Academic Press,1978.
 -Propagation of sound in porous media. Modelling sound absorbing materials. J.F.Allard, Elsevier Applied Science, 1994. Cap.4, 5,6.
 -Scattering and localization of classical waves in random media. P. Sheng, Series in Cond. Matter Physics-vol 8, World Scientific,1996 Cap. 1,6,7.
 -Introduction to wave scattering, localization and mesoscopic phenomena. P. Sheng, A.Press, 1995. Cap. 1, 3, 4, 5.
- Tema 3:** -Nonlinear Acoustics R.Beyer, Academic Press, 1974. Cap. 1,2,4,6,.8.
 -Nonlinear waves in acoustics K.Naigalnykh, Cambridge Univer. Press, 1998. Cap. 1,2 3, 4, 5
 -The acoustic Bubble T.Leighton.Academic Press, 1994. Cap. 2, 3, 4.

Este programa todavía no fue presentado a la CAP para su aprobación

Asignatura nº 11 : MÉTODOS ULTRASÓNICOS EN FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO

Responsable de la asignatura (docente): **Dr. Ariel Moreno**

Instituto: Instituto de Física – Facultad de Ciencias

Departamento:

Arancel: Ninguno

Nº de Créditos: 12

Cupos:

Horas Presenciales: 48

Objetivos: Este curso pretende inicialmente profundizar los conocimientos en temas que se abordan en cursos básicos. Atendiendo estas consideraciones, se abordan los temas del # 1, con la visión de libros avanzados, como Kino, Truell y Lindsay. Además, y constituye el paquete principal del curso, se introducen nuevos conocimientos relacionados a la acústica en medios materiales cristalinos, vinculados principalmente a la interacción cristal-radiación acústica, en una visión integrada del cristal desde su concepción más simplificada como sólido perfecto hasta la del sólido real.

Conocimientos previos exigidos: Ondas. Física del Estado Sólido.

Metodología de enseñanza: Total 180 horas repartidas en 16 semanas: Exposición de temas 48. Trabajo domiciliario del alumno (preparación de las exposiciones y ejercicios) 132 horas. Modalidad: lecturas dirigidas. Los estudiantes deberán presentar semanalmente los temas del programa que el docente le indique e ir confeccionando una carpeta de ejercicios.

Forma de evaluación

El curso culminará con una monografía individual de algún/os tópico/s que seleccionará el docente, la que será expuesta por el estudiante durante el proceso examinador. El tribunal podrá además interrogar al estudiante en todos los temas tratados durante el curso.

Temario:

- 1 - Generalidades de propagación de ondas mecánicas **4 sesiones**
 Modos de onda. Pérdidas acústicas. Impedancia acústica. Materiales piezoeléctricos
 1.1 - Ondas en medios isotrópicos.
 1.1.1 - Elasticidad. Formulación tensorial.
 1.1.2 - Ecuación de ondas en un medio isotrópico y soluciones. Energía y flujo de energía.
 1.1.3 - Problemas de transmisión de ondas planas en interfases: conversión de modos. Reflexión y refracción. Problema de tres medios.
 1.1.3 - Guías de onda acústica.
 1.1.4 - Ondas de Superficie y de Lamb
 1.2 - Ondas en medios cristalinos.
 1.2.1 - Elasticidad de cristales. Formulación tensorial y matricial.
 1.2.2 - Ecuación de ondas en un medio cristalino. Soluciones dependientes de la orientación. Cristales cúbicos.
 1.3 - Propagación de ondas con fuentes de excitación finitas. Difracción
 1.3.1 - Ondas esféricas en líquidos y sólidos. Esfera oscilatoria.
 1.3.3 - Funciones de Green. Teorema de Helmholtz. Condición de radiación de Sommerfeld.
 1.3.4 - Fórmula de Kirchhoff. Fórmula de Rayleigh-Sommerfeld.
 1.3.5 - Baffles.
 1.4 - Transductor como pistón plano.
 1.4.1 - Radiación por un pistón plano.
 1.4.2 - Campo en el eje. Aproximación de Fresnel
 1.4.3 - Zona de Fraunhofer y Fresnel.
 1.4.4 - Aproximación de Fraunhofer.
 2 - TÉCNICAS ULTRASÓNICAS EXPERIMENTALES: Medición de la atenuación y la velocidad **3 sesiones**
 2.1 - El método general de pulso-eco.
 2.2 - Definición de: atenuación α , decremento δ y disipación Q.
 2.3 - Métodos para medir la atenuación.
 2.4 - Acoplamiento con dos transductores.
 2.5 - Pérdidas de acoplamiento.
 2.6 - Medidas de velocidad.
 2.7 - Sistemas para medición de velocidad.
 2.8 - Medida de las pérdidas.
 2.9 - Pérdidas por difracción.
 2.10 - Efectos de la falta de paralelismo.
 3 - CAUSAS DE PÉRDIDAS Y CAMBIOS DE VELOCIDAD ASOCIADOS
 3.1 - Scattering **2 sesiones**
 3.1.1 - Teoría general
 3.1.2 - Aproximaciones de Born y cuasiestática
 3.1.3 - Aproximación de Kirchhoff para el scattering por una esfera grande ($ka \gg 1$)
 3.1.4 - Generalización de la teoría
 3.1.5 - Sección transversal de scattering y atenuación
 3.1.6 - Scattering múltiple y densidad de scattering
 3.2 - Transiciones de fase magnéticas **2 sesiones**
 3.2.1 - Transición de fase magnética
 3.2.2 - Mecanismo de acoplamiento spin-fonón
 3.2.3 - Coeficiente de atenuación crítico
 3.2.4 - Efectos en la velocidad sonora cerca de transiciones magnéticas.
 3.3 - Transiciones de fase estructurales **3 sesiones**
 3.3.1 - Charge Order
 3.3.2 - Efecto cooperativo de Jahn-Teller y transición cuadrupolar (orbital)
 3.3.3 - Otras transiciones de fase estructurales: transiciones de fase ferro-elásticas y martensíticas.

Bibliografía:

1. Acoustic Waves: Devices, Imaging, and Analog Signal Processing. *A. Kino.*
2. Ultrasonic Methods in Solid State Physics. *R. Truell, C. Elbaum, and B. Chick*
3. Mechanical Radiation. *R. B. Lindsay.*
4. Physical Acoustics. Principles and Methods. *Ed. Warren P. Mason.* Vol III-Part A, Vol IV-Part A.
5. Physical Acoustic in the Solid State. *B. Lüthi*
6. Acoustics: Basic Physics, Theory and Methods. *P. Filippi, D. Habault, J-P Lefebvre and A. Bergassoli.*
7. Anelastic Relaxation in Crystalline Solids. *A. S. Nowick and. B. S. Berry.*
8. Internal Friction in Metallic Materials: A Handbook. *M.S. Blanter, I.S. Golovi, H. Neuhäuser and H. R. Sinning*
9. Stress Waves in Solids. *H. Kolsky*

<p>Asignatura nº 12 : METODOS DE SIMULACION COMPUTACIONAL APLICADOS A SISTEMAS FISICOS</p>	
<p>Responsable de la asignatura (docente): Dr. Hugo Fort</p>	
<p>Instituto: Instituto de Física – Facultad de Ciencias</p>	
<p>Departamento:</p>	<p>Arancel: Ninguno</p>
<p>Nº de Créditos: 8</p>	<p>Cupos: Máximo: 20; mínimo: 4</p>
<p>Horas Presenciales: 60</p>	
<p>Objetivos: Resolución de diversos problemas de la termodinámica, electromagnetismo, física estadística, física de materiales, etc, utilizando diferentes herramientas cálculo con computadores. Se busca que el estudiante adquiera experiencia en los siguientes temas: a) modelar problemas físicos, b) análisis numérico, c) manipulación simbólica, d) simulación, e) análisis de datos, f) representación gráfica. Se utilizará FORTRAN, MATLAB, MAPLE y MATHEMATICA</p>	
<p>Conocimientos previos exigidos: Curso básico de Programación y Física.</p>	
<p>Metodología de enseñanza: Son 4 horas semanales de teórico-práctica. Se plantearán distintos problemas científico-tecnológicos a resolver y se discutirán diferentes estrategias de aproximación y como modelarlos. Luego se entrenará en el uso de las herramientas de computo y lenguajes de programación más apropiados para atacar los problemas con miras a desarrollar en forma progresiva los programas y algoritmos de cálculo correspondientes.</p>	
<p>Forma de evaluación</p>	
<p>Presentación de una carpeta de programas y ejercicios y un examen oral de defensa de la carpeta</p>	

Temario:

1) INTRODUCCION

Importancia de los Computadores en Física. La Naturaleza de la Simulación Computacional. Cálculo Numérico vs Manipulación Simbólica. Lenguajes de Programación.

2) CALCULO SIMBOLICO APLICADO A PROBLEMAS DE ELECTROMAGNETISMO, TERMODINAMICA Y MECÁNICA ESTADÍSTICA.

Circuito eléctrico con varias mallas. Fuerza entre corrientes. Ecuación de Estado de Van der Waals y transición líquido-gas. Modelo de molécula diatómica.

3) RESOLUCION DE ECUACIONES DIFERENCIALES CON ALGORITMO DE EULER: EL ENFRIAMIENTO DEL CAFE Y CAIDA DE LOS CUERPOS.

El problema del café. El Algoritmo de Euler. Programa para el problema del café. El problema de caída libre y de caída en un fluido viscoso.

Programa para caída unidimensional.

4) LA CAMINATA AL AZAR: DIFUSION Y FISICA DE LOS POLIMEROS.

Del orden al desorden.

Caminata al Azar (RW) y Ecuación de Difusión. Programas para RW en 1 y 2 dimensiones. Aplicación del RW a la Física de los polímeros.

5) PERCOLACION: CONDUCTIVIDAD DE MATERIALES COMPUESTOS Y TRANSICION AISLANTE-METAL.

El umbral de percolación. Etiquetamiento de los clusters. La transición de aislante a conductor.

6) METODOS MONTE CARLO: TRANSICION DE FASE FERROMAGNETISMO-PARAMAGNETISMO

Cálculos usando "fuerza bruta" para el Modelo de Ising en 2 dimensiones. Breve historia del Método Monte Carlo. Evaluación sencilla de integrales por Método Monte Carlo. Estimación de errores. Calidad de Muestreo ("Importance Sampling").

El algoritmo de Metropolis. Simulación del ensemble canónico. Modelo de Ising en una dimensión. La transición de fase de Ising en 2 dimensiones.

7) AUTOMATAS CELULARES: AUTO-ORGANIZACION CRITICA DE SISTEMAS COMPLEJOS

¿Qué es un autómata celular? Auto-organización crítica. El ejemplo de la Pila de Arena. Un modelo sencillo de evolución.

8) ECUACIONES DIFERENCIALES ACOPLADAS: ECOSISTEMAS.

Las ecuaciones de Lotka-Volterra para predador-presa. Un modelo sencillo de ecología de 3 especies.

Bibliografía:

- An Introduction to Computer Simulation Methods, H. Gould and J. Tobochnik
- An Introduction to Computational Physics, T. Pang
- Monte Carlo Methods in Statistical Physics, Newman and Barkema.
- Using MATLAB, The Math Works Inc.

7. INFORMACIONES COMPLEMENTARIAS

Antecedentes del Programa: PEDECIBA- Física

Año de comienzo de actividades:

Actualmente, algunos de los docentes involucrados en este programa están orientando 8 tesis de maestría y 9 tesis doctorado en el marco del PEDECIBA-Física, dictan cursos de posgrado en ese marco y dictarán cursos en el marco de la futura Maestría en Ingeniería de la Energía.

En los últimos 10 años, ese grupo de docentes ha orientado (o co-orientado) 19 tesis de maestría y 7 tesis de doctorado ya culminadas.

Otras informaciones pertinentes:

8. SUB-COMISIÓN ACADÉMICA DEL ÁREA

Integrantes:

Firmas:

Lugar y fecha:

9. APROBACIONES PARTICULARES

Fecha de aprobación Comisión/es Instituto/s del Área (o sector equivalente) :

(Nº de expediente y anexar resolución)

Fecha de aprobación Consejo de Facultad de Ingeniería

(Nº de expediente y anexar resolución)

Homologación Comisión Académica Posgrado UdelaR

(Nº de expediente y anexar resolución)

Aprobación por el Consejo Directivo Central

(Nº de expediente y anexar resolución)

10. ANEXOS

Curriculum vitae actualizado de cada docente participante del programa incluyendo:

Cargo docente actual

Estudios y títulos

Experiencia docente universitaria:

cursos de actualización y posgrado, orientación de alumnos, dirección de tesis y título de la misma.

Producción académica: publicaciones, etc. (hasta 5)

Producción profesional creativa: (hasta 5)

Otros méritos de valor académico. (hasta 5)



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado
