

Curso o Seminario de Postgrado y/o Doctorado

Departamento: FÍSICA

3

Nombre del curso o seminario: De la nano a la macroescala: respuesta electromagnética de estructuras complejas

Responsable: Dr. RICARDO DEPINE

En el caso de que el responsable del curso no sea docente de esta Facultad, deberá adjuntarse su curriculum vitae y una nota solicitando la autorización.

Docentes que colaboran en el dictado del curso:

Adjuntar listado con nombre, apellido y cargo docente (curriculum si no son docentes de la Facultad)

Dirigido a: ESTUDIANTES DE DOCTORADO

Fecha de iniciación: 6/8 Fecha de finalización: 10/8
En ambos casos consignar día y mes

Modalidad horaria: 5 días de 9 a 17 hs.
Informar días y horario aun cuando sea tentativo

Cantidad de horas totales: 40 Cantidad de horas semanales: 40

- a) Horas semanales de clases teóricas: ---
- b) Horas semanales de clases de problemas: ---
- c) Horas semanales de laboratorio, trabajos de campo, etc.: ---

Nº de alumnos mínimo 20 (para doct.) máximo: 30 (para doctorado)
(80 en total)

En el caso de número máximo, indicar prioridades de ingreso o métodos de selección

Forma de evaluación: EXAMEN FINAL

Puntaje para doctorado: 1
Justificar si difiere de las pautas aconsejadas por la Comisión de Investigación, Publicación y Postgrado

Arancel (justificar): ---
En caso de aceptar excepciones al arancel total, indicarlos con claridad

Modalidad de pago: ---

Nº de resolución de aprobación de programa: NUEVO
Si aun no fue aprobado poner "nuevo". En todos los casos adjuntar programa.

Comisión que evaluó el curso: ---

VºBº del Departamento

IX ESCUELA DE INVIERNO J. J. GIAMBIAGI-Parte B

De la nano a la macro escala: respuesta electromagnética de estructuras complejas

Esta escuela estará dedicada a ilustrar los avances y tendencias más recientes en aspectos teóricos y métodos de análisis de sistemas físicos complejos involucrados en aplicaciones que requieren el empleo de la teoría electromagnética rigurosa. Constará de los siguientes cursos y conferencias:

Cursos

Ayhan Altıntas, Department of Electrical and Electronic Engineering, Bilkent University, Ankara, Turkey.

High frequency techniques and applications in electromagnetics

High frequency techniques are powerful tools for solving a variety of practical electromagnetic (EM) antenna and scattering problems. We will start with the ray optical concept of geometrical optics and its generalization to the phenomena of diffraction developed by Keller, named as the Geometrical Theory of Diffraction (GTD). Afterwards, we will discuss the uniform version of GTD (the UTD) developed to prevent the failure of GTD within the ray shadow boundary transition regions of GTD. Other asymptotic techniques such as physical optics (PO), physical theory of diffraction (PTD) and equivalent current method (ECM) are most useful in problems where caustics of diffracted rays are present. The connection between PTD, GTD/UTD and ECM will be described. Applications of HF methods for predicting the scattering from structures and the patterns of antennas on complex geometries will be illustrated through numerous examples.

Miguel Andrés, Departamento de Física Aplicada, ICMUV, Valencia, España.

Dispositivos de Fibra Óptica y Fibras de Cristal Fotónico

- Introducción: Ejemplos de dispositivos - Teoría de ondas acopladas (parte 1): teoría y ejemplos de acoplos entre resonancias.
- Redes de Bragg en fibra óptica y redes con defectos: ejemplos y aplicaciones.
- Teoría de ondas acopladas (parte 2): teoría y ejemplos de acoplos entre modos guiados.
- Fibras de cristal fotónico: fabricación y ejemplos de disintas fibras, postprocesado de la fibra y fabricación de dispositivos para la generación de supercontinuo.

Paolo Ferrazzoli, University Tor Vergata of Rome, Italy

Remote sensing using electromagnetic waves

- Interactions of microwaves with natural media
The main interaction processes between microwaves and natural media will be illustrated. In particular, soil, vegetation and water bodies will be considered. The basic definitions for scattering and emission processes will be summarized. Surface and volume scattering will be identified. The basic rationale for microwave remote sensing will be illustrated and discussed.
- Modeling scattering and absorption of single elements
The basic models for surface scattering will be reviewed. For vegetation, the subdivision of a canopy into single elements with canonical shapes will be illustrated. The main approximations adopted to compute scattering and absorption cross sections will be summarized and discussed.
- Modeling scattering and emission of vegetated soils

The objective of this talk is to illustrate the various approaches adopted to combine the effects of single elements, in order to simulate the scattering and emission properties of a whole medium, made by soil covered by vegetation. The talk will cover: radiative transfer models, with single and multiple scattering approaches, and coherent models.

- Application to monitoring of variables: soil moisture, vegetation biomass, wetland properties
- This talk will review the state of the art about the potential of active and passive instruments in monitoring soil and vegetation variables. In particular, variables important for applications, such as soil moisture, plant biomass and plant height will be considered. The analysis will be based on both experimental and modeling results.

Eugenio Méndez, Laboratorio de Óptica Estadística y Electromagnética, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

Light scattering by randomly rough surfaces

This course presents a review of theoretical and experimental techniques for the treatment of the interaction of electromagnetic waves with randomly rough surfaces.

Course contents:

1. Introduction. Phenomenological description of the problem.
2. Characterization of randomly rough surfaces.
3. Statistical properties of the scattered field.
4. Classical theoretical approaches:
 - The Kirchhoff approximation.
 - Perturbation theory.
5. Statistical properties of the scattered field.
6. Rigorous numerical techniques.
7. Experimental techniques.
8. Inverse scattering problems.
 - Determination of statistical parameters.
 - Profilometry.

Juan Monsoriu, Departamento de Física Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Sistemas multiscala: teoría y simulaciones numéricas

El estudio completo del problema de la reflexión/refracción implica la obtención de las expresiones que determinan las direcciones de propagación (propiedades cinemáticas) y las amplitudes, cambios de fase y polarización (propiedades dinámicas) de las ondas reflejada y transmitida. Para realizar este estudio se utilizarán las condiciones de continuidad de los campos en la frontera entre los dos medios materiales. Estas relaciones, que se derivan de las ecuaciones de Maxwell, establecen que las componentes tangenciales de los campos eléctricos y magnéticos toman el mismo valor a ambos lados de la frontera. Aplicando estas condiciones de continuidad deduciremos, en primer lugar, las direcciones de propagación de las ondas reflejada y transmitida que se expresan mediante las leyes de la reflexión y de la refracción. A continuación se estudiarán las relaciones entre las amplitudes (coeficientes de reflexión y transmisión) e intensidades (reflectancia y transmitancia) de las ondas obteniendo las expresiones conocidas como fórmulas de Fresnel. El análisis de estas fórmulas pone de manifiesto la existencia del ángulo de Brewster (o de polarización) y del ángulo límite del que se deriva el fenómeno de reflexión total interna. Para concluir esta parte del curso se verán algunas aplicaciones.

Se utilizarán las fórmulas de Fresnel para abordar el estudio de las películas delgadas que se utilizan, ya sea como una sola capa o como elementos multicapa, en muchas aplicaciones de óptica y optoelectrónica. Comenzaremos por estudiar el caso más sencillo de una sola lámina delgada, o capa, de un cierto índice de refracción rodeada de un sustrato y un recubrimiento de índices distintos. Para ello, aplicaremos las fórmulas de Fresnel en cada una de las dos fronteras de la lámina obteniendo las expresiones de los coeficientes de reflexión y transmisión de la película. El procedimiento anterior no es viable en el caso de una película multicapa, sobre todo si el número de capas es elevado, por el gran número de ecuaciones que es necesario manejar. Por esta razón se introducirá un método matricial que aborda de modo más sencillo y sistemático el estudio de las películas multicapa. Este método permite describir el comportamiento de una lámina mediante su matriz característica. Para concluir se verán algunos ejemplos de aplicación de las películas delgadas tanto sencillas como multicapa.

Enrique Silvestre, Departamento de Óptica, Universidad de Valencia, España.

Fundamentos, técnicas de análisis y de diseño en cristales fotónicos 2D

- Introducción a las fibras ópticas con envoltura de cristal fotónico: Descripción, mecanismo de guiado, tipos de fibras, y propiedades más relevantes.
- Modelización de fibras de cristal fotónico: Técnicas de análisis modal y de propagación de frentes de onda.
- Diseño de fibras de cristal fotónico: Expresiones empíricas, propiedades de simetría aproximadas, y herramientas diferenciales para el diseño.

Conferencias

Alexandre G. Brolo, Department of Physical/Analytical Chemistry, University of Victoria, Canada.

A Chemist's View of Plasmonics: Optical Applications of Metallic Nanostructures

The surface plasmons (SP) from nanostructured Au substrates can be directly excited using visible radiation. This process leads to the localization of the electromagnetic field at specific sub-wavelength regions. When compared to the "free molecule", the spectroscopic response from species adsorbed on these "hot spots" shows an extraordinary enhancement. In this lecture, we will discuss the optical and spectroscopic properties of several gold nanostructures that support direct SP excitation investigated by our group.

The first type of substrate studied consisted of multilayered gold nanoparticles immobilized on glass slides. The 3-D superstructures were constructed through a self-assembly procedure using dithiol linkers. A linear relationship between the surface-enhanced Raman scattering (SERS) intensity and the surface roughness of these structures was observed.

SERS spectra from scratched 100 nm gold films were also obtained. The scratches were prepared using a ca 20 nm metallic tip and presented a fine substructure of parallel gold lines of ca 600 nm. The SERS signal from these scratches showed remarkable polarization dependence with a maximum signal observed when the polarization of the excitation radiation was perpendicular to the gold stripes. This polarization dependence was also reported for experiments of light transmission through grids of gold nanowires.

Finally, the excitation of SP was also achieved using grating coupling. In this case, square arrays of 200 nm nanoholes on a 100 nm gold film were used. These arrays showed enhanced SP-mediated light transmission and SERS signal dependent on the periodicity. We also explore

the dependence of the shape of the holes on the optical and spectroscopic properties of these nanostructures. The application of these arrays of nanoholes as SP resonance sensors for biological molecules was also demonstrated.

Haydeé Karszbaum, Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina.

Necesidad de modelos electromagnéticos y aplicaciones en teledetección

Hans Lochbihler, Giesecke & Devrient GmbH, Munich, Germany.

Characterization of metallic wire-gratings by analyzing optical resonant phenomena

Metallic wire-gratings exhibit different kind of resonances in the 0-th diffraction order, when the grating is illuminated by light with wavelengths longer than the grating period having a component of its E-vector perpendicular to the grating wires.

One kind of resonance is related to the excitation of surface plasmon-polaritons (SP's). This resonance takes place when the momentum of impinging photons and the k-vector of SP's match by a non-zero number of reciprocal lattice-vectors and can be accompanied by strong field en-hancements on the wire-surface and consequently to absorption of radiation. This phenomenon is studied by evaluating transmission spectra as well as power loss spectra for various grating pro-files.

A rather different kind of resonance is attributed to cavity modes which can induce up to 100% transmission for certain profile parameters. The relationship between profile parameters and transmitted spectra is studied in detail. It is shown that the parameters of highly conducting wire gratings with trapezoidal profile influence its transmission spectrum in a characteristic manner. By exploiting this knowledge, the profile parameters from this kind of wire gratings can be determined very precisely from measured spectra. This method was successfully used for building the Low Energy Transmission Grating Spectrometer of NASA's CHANDRA X-ray observatory.

Eugenio Méndez, Laboratorio de Óptica Estadística y Electromagnética, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

The design of surfaces with prescribed scattering properties

We describe general procedures for the design of randomly rough surfaces that scatter light with specified properties. We focus our attention on the design of diffusers that produce a uniform scattering pattern within a specified region, and on the design of diffusers to extend the depth of focus of imaging systems. Methods for fabricating such surfaces are proposed and implemented. The experimental results demonstrate the validity of the designs.

Raj Mittra, Electromagnetic Communication Laboratory, Electrical Engineering Department, Pennsylvania State University, USA.

A case for metamaterial modeling

Guillermo Ortiz, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Respuesta óptica efectiva de un sistema nanoestructurado

Lucía Scaffardi, Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), Gonnet, La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Determinación de tamaño de micro y nanopartículas por scattering de luz

La caracterización de tamaño de partículas nano y micrométricas ha sido y es de gran importancia tanto en investigación básica como en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas en distintas áreas como la farmacológica, del cemento, de alimentos, del cuero, de cerámicas, etc.

Entre los variados métodos empleados para determinar tamaño de partículas, las técnicas ópticas ofrecen las ventajas de ser no invasivas, simples y económicas. Dentro de éstos, los métodos dinámicos y estáticos son variados y dependen del rango de radios a medir y de las características de las partículas en estudio.

Para partículas dieléctricas, los métodos ópticos estáticos utilizados en forma complementaria son scattering angular, espectroscopia de extinción y espectroscopia de backscattering cubriendo entre todos, tamaños de partículas que van desde 50 nm hasta 30 μm de radio.

En particular, espectroscopia de extinción es una técnica establecida para determinar el tamaño de partículas dieléctricas en la región micrométrica. En general, sus resultados dejan de ser válidos cuando el tamaño de las partículas es inferior a la longitud de onda empleada, quedando limitado este rango de tamaños a valores de aproximadamente 100 nm.

Sin embargo, las partículas metálicas son una excepción a esta regla ya que los espectros de extinción presentan marcados efectos de tamaño para radios inferiores a la longitud de onda. La existencia de plasmones superficiales cuya frecuencia de resonancia es función del tamaño, es la responsable de que metales nobles como oro y plata presenten colores muy llamativos cuando se encuentran en suspensiones coloidales, mientras que no lo hacen cuando se encuentran en el material extenso (bulk).

El análisis del comportamiento de los espectros de extinción permite determinar el radio de partículas metálicas hasta tamaños tan pequeños como 10 nm. Más aún, es posible determinar radios por debajo de este valor, tomando la precaución de modificar apropiadamente la función dieléctrica para incluir la limitación del camino libre medio de los electrones de conducción por colisiones con los bordes de las nanopartículas.

Esta última técnica ofrece una alternativa interesante frente al uso de microscopía, cuando no se dispone de esta última.

Propiedades ópticas de nanoestructuras metálicas

Las propiedades ópticas de los materiales pueden ser descriptas alternativamente por su función dieléctrica o por su índice de refracción complejo. Es sorprendente que las características determinadas para el material bulk sean válidas para explicar el comportamiento óptico de materiales nanoestructurados hasta una escala tan pequeña como 10 nm. Por debajo de este tamaño, la función dieléctrica debe ser modificada para incluir efectos de confinamiento. Esta modificación puede realizarse por cualquiera de los dos caminos comunes en la nanotecnología: desde el bulk hacia la nanoestructura (top-down) o desde los átomos hacia los aglomerados (bottom-up). En esta presentación utilizaremos la primera aproximación y consideraremos a la nanoestructura como un cristal pequeño.

En un primer ejemplo consideraremos partículas esféricas metálicas de tamaños entre 1 y 10 nm, para las cuales es necesario considerar la limitación del camino libre medio de los electrones de conducción producida por colisiones con los bordes de las nanopartículas. Este fenómeno se traduce en una modificación de la función dieléctrica que permite caracterizar tamaños por técnicas de scattering óptico. El procedimiento puede extenderse a la región subnanométrica si se incluyen además, modificaciones en la contribución de los electrones ligados. Las partículas nanométricas bimetalicas constituyen un caso especial de gran interés por sus aplicaciones en catálisis. Se analizarán las diferencias que surgen en el comportamiento óptico de estas partículas cuando el material es homogéneo y cuando tienen una estructura tipo núcleo-recubrimiento.

Se considerará, en un segundo ejemplo, el caso de alambres nanométricos aislados. Surge aquí una nueva situación de dicroísmo diferente a la que presentan los alambres de mayor tamaño, ya que los nanoalambres metálicos tienen una fuerte absorción para radiación con el campo eléctrico perpendicular al eje del alambre. Las técnicas basadas en el scattering óptico también permiten caracterizar el radio de los nanoalambres más pequeños, si se utilizan correcciones adecuadas en la función dieléctrica.

Por último consideraremos las propiedades ópticas de películas metálicas manométricas y su conexión con las aplicaciones biológicas de interés actual.

Docentes que colaboran en el dictado del curso:

Paolo Ferrazzoli: Se ha desempeñado en la empresa satelital Telespazio (Alcatel) donde se ha encargado del desarrollo de antenas y sistemas avanzados para comunicaciones satelitales. Desde 1984 es Profesor en la Universidad Tor Vergata de Roma. Sus intereses actuales están enfocados hacia la teledetección satelital de terrenos con vegetación, con énfasis particular en el modelado electromagnético. Ha formado parte de experimentos internacionales de sensorado remoto satelital como AGRISAR, AGRISCATT, MAESTRO-1, MAC-Europe, y SIR-C/X-SAR. Ha participado en el equipo coordinador del proyecto ERA-ORA. Es miembro del Science Advisory Group de la European Space Agency. Está colaborando con investigadores del IAFE en el monitoreo de humedales en la zona del Delta. Para más información, consultar su página personal en <http://www.disp.uniroma2.it/geoinformazione/news.php>.

Raj Mittra: Se desempeña como Profesor en el Electrical Engineering department of the Pennsylvania State University. El también es el Director del Electromagnetic Communication Laboratory, en el Departamento de Ingeniería Eléctrica. Antes de establecerse en Penn State se desempeñó como Profesor de Ingeniería Eléctrica y Computacional en la Universidad de Illinois en Urbana Champaign. Es Life Fellow de IEEE, Past-President de AP-S, y actuó como Editor de la Transactions of the Antennas and Propagation Society. Ganó el Guggenheim Fellowship Award en 1965, el IEEE Centennial Medal en 1984, el IEEE Millennium medal en 2000, el IEEE/AP-S Distinguished Achievement Award en 2002 y el AP-S Chen-To Tai Distinguished Educator Award en 2004. También fue Profesor Visitante en Oxford University, Oxford, England y en la Technical University of Denmark, Lyngby, Dinamarca.

Sus intereses profesionales incluyen áreas de Diseño de Antenas de Comunicación, circuitos de radio frecuencia, Electromagnetismo Computacional, modelado electromagnético, circuitos de compatibilidad electromagnética, scattering, superficies selectoras de frecuencias, análisis integrados de microondas y de ondas milimétricas, antenas para satélites. Ha publicado más de 700 artículos en revistas y más de 35 libros o capítulos de libros en temas varios relacionados con electromagnetismo, antenas, microondas, etc. Ha dirigido 84 Tesis Doctorales, 85 Tesis de Master, y ha tenido más de 50 postdocs e investigadores visitantes. Para más información, consultar su página personal en <http://www.ee.psu.edu/faculty/mittra/mittra1.html>

Ayhan Altintas: Nació en Turquía en 1958. Recibió su B.S. y su Master en Ingeniería Eléctrica de la Middle East Technical University, Ankara, Turquía, y su PhD en la Ohio State University, Columbus, Ohio, USA. Entre 1981 y 1987 trabajó en el ElectroScience Laboratory de la Ohio State University. Trabajó en el Optical Sciences Center de la Australian National University, Canberra Australia en 1987-1988 como investigador posdoctoral y se desempeñó como Profesor Visitante en el Tokyo Institute of Technology, Japan, en la Technical University of Munich y en la Concordia University, Montreal. Fue Co-fundador de la IEEE Turkey Section y la dirigió por dos períodos. Es Fulbright Scholar y Alexander von Humboldt Fellow. Recibió la medalla IEEE Third Millennium. Actualmente se desempeña como Profesor en la Bilkent University, Ankara, Turquía. Sus intereses en investigación incluyen scattering y difracción electromagnética, antenas, propagación de ondas, simulación y manejo de espectros, comunicación inalámbrica por radio frecuencia, óptica de fibras y de guías de ondas. Para mayor información, consultar su página personal en: <http://www.ee.bilkent.edu.tr/~altintas/>

Alexandre G. Brolo: Department of Physical/Analytical Chemistry, University of Victoria, Canada. Graduado en el Laboratory of Molecular Spectroscopy de la Universidad de Sao Paulo y doctorado en la University of Waterloo, Department of Chemistry, A. Brolo reside en Canadá desde 1993. Su grupo ha estado trabajando activamente en nanotecnología plasmónica, logrando importantes contribuciones que en los últimos tres años han aparecido en revistas internacionales de alta calidad, como Nanoletters, Physical Review Letters, Langmuir, Journal of Physical Chemistry B y Journal of the American Chemical Society. Los resultados de estos trabajos han merecido la atención de las "highlight sections" de revistas como el IEEE Spectrum magazine, the CSC ACCN magazine y Nature. Entre sus áreas de interés relevantes

para este workshop se mencionan: a) estudios de intensificación de luz transmitida por nanohuecos en películas delgadas, b) empleo de nanoestructuras como sensores SPR (surface-plasmon resonance) y como sustratos para espectroscopias SERS (Surface-enhanced Raman scattering) y c) estudios de la interacción entre nanohuecos en películas de oro y puntos cuánticos semiconductoros. Para más información, consultar su página personal en <http://web.uvic.ca/~agbrolo/>

Eugenio Méndez: es responsable del Laboratorio de Óptica estadística y electromagnética, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México. Graduado en la UAM, obtuvo un PhD in Applied Optics en el Imperial College of Science & Technology, Londres, UK. Es miembro de la Electromagnetics Academy y Fellow de la Optical Society of America. Actualmente se desempeña como editor de la revista Applied Optics (OSA). Ha realizado numerosos trabajos de alto impacto y entre sus aportes más relevantes para la temática de este workshop se mencionan: a) trabajos teóricos y experimentales sobre la intensificación de luz retroreflejada en superficies rugosas aleatorias y su relación con la localización débil, b) óptica no lineal de superficies rugosas.

Enrique Silvestre: Departamento de Óptica, Universidad de Valencia. Graduado en la Universidad de Valencia, ha realizado su trabajo posdoctoral en el Departamento de Física de la University of Bath (U.K). Entre sus aportes más significativos para la temática de este workshop se menciona el desarrollo de herramientas para el modelado de guiado de luz en fibras de cristal fotónico y el desarrollo de nuevas técnicas electromagnéticas rigurosas para el estudio no destructivo de estructuras complejas difractantes. Más información en <http://www.uv.es/~fourier/>

Juan Monsoriu: Departamento de Óptica, Universidad Politécnica de Valencia. Ha realizado su trabajo posdoctoral en el Universidad de Valencia, donde se desempeña actualmente como profesor asociado. Ha realizado numerosos trabajos científicos que han sido publicados en revistas internacionales de excelente nivel. Entre sus áreas de interés relevantes para este workshop se menciona el estudio de las propiedades de reflexión y transmisión de películas delgadas en sistemas de una capa o multicapas. Mas información en: <http://gea.df.uba.ar/giambiagi/documentos/monsoriu.pdf>