



INTRODUCCION A LA NANOFOTONICA

A. M. Yacomotti

Programa (duración aproximada=50 hs)

1. Introducción (teóricas)

- 1.1 De la fibra óptica a las aplicaciones recientes de la nanofotónica
- 1.2 Un puente entre la óptica y la electrónica
- 1.3 Propagación de la luz en un medio dieléctrico lineal y uniforme: índice de refracción y constante de absorción
- 1.4 Efectos de confinamiento espacial: dispersión de la luz en partículas sub-micrométricas resonantes
- 1.5 Confinamiento sub-longitud de onda de la luz: la nanoplasmónica
- 1.6 Nanoemisores de luz : pozos, hilos y puntos cuánticos.

2. Cristales fotónicos (teóricas+ ejercicios numéricos)

- 2.1 Generalidades: geometrías y materiales
- 2.2 Medio periódico 1D: modos de Bloch y relación de dispersión
- 2.3 Banda prohibida fotónica y velocidad de grupo: modos de Bloch lentos
- 2.4 Caso general 3D : ecuación de autovalores
- 2.5 Problema de autovalores en cristales fotónicos 2D
- 2.6 Calculo de bandas fotónicas: método de expansión en ondas planas
- 2.7 Dos ejemplos: red cuadrada y red triangular
- 2.8 Cristales fotónicos 1.5D: método de expansión en modos guiados (GME)
- 2.9 Modos de Bloch guiados vs. radiativos: pérdidas propagativas y factor de calidad
- 2.10 Cálculos numéricos GME: ejemplos y aplicaciones
- 2.11 Confinamiento óptico en defectos 1D: guía de ondas W1. Aplicaciones
- 2.12 Confinamiento óptico en defectos 0D: micro y nano-cavidades ópticas. Aplicaciones
- 2.13 Efectos de desorden
- 2.14 Progresos recientes en la concepción de micro y nano-cavidades. Acople de cavidades
- 2.15 Tecnología de fabricación
- 2.16 Métodos de caracterización óptica de cristales fotónicos

3. Plasmónica (teóricas + ejercicios numéricos)

- 3.1 Generalidades
- 3.2 La función dieléctrica del gas de electrones libres: modelo de Drude
- 3.3 Metales reales y transiciones interbanda
- 3.4 Plasmones de superficie propagativos: interface única, interfaces múltiples
- 3.5 Confinamiento de la energía y longitud efectiva de propagación
- 3.6 Métodos experimentales de excitación de plasmones de superficie
- 3.7 Plasmones de superficie localizados. Modelo quasi-estático
- 3.8 Polarizabilidad. Secciones eficaces de absorción y extinción. Nano-antenas
- 3.9 Correcciones a la aproximación quasi-estática y tiempo de vida del plasmón
- 3.10 Partículas reales: observaciones de plasmones localizados. Acople entre plasmones
- 3.11 Aplicaciones

4. Interacción luz-materia en la sistemas nanométricos (teóricas + problemas)

- 4.1 La regla de oro de Fermi
- 4.2 Decaimiento (emisión) espontáneo
- 4.3 Electrodinámica cuántica (QED) del decaimiento espontáneo
- 4.4 Densidad de estados local
- 4.5 Tiempos de vida y tasas de decaimiento: modelo clásico
- 4.6 Dinámica de la emisión espontánea en micro y nanocavidades
- 4.7 Acople fuerte luz-materia. Formación de estados cuánticos mixtos excitón-fotón
- 4.8 Acople débil. Efecto Purcell
- 4.9 Óptica no lineal: breve introducción. No-linealidades de segundo y tercer orden.
- 4.10 No-linealidades intrínsecas vs. activas
- 4.11 Ejemplos de nanocavidades no lineales: filtros acordables, conmutadores, bi-estables ópticos, análogos ópticos de neuronas...

·Ejercicios numéricos:

E.N.1. Cálculo de bandas de cristales fotónicos. Se propondrán ejercicios de cálculo de diagramas de bandas usando el programa GME de libre acceso (<http://fisica.unipv.it/nanophotonics/>)

E.N.2 Simulaciones numéricas de sistemas plasmónicos. Se propondrán ejercicios de cálculo de espectros de transmisión y cartografía de campo EM usando el código de cálculo modal (RCWA) RETICOLO de libre acceso (<http://www.lp2n.institutoptique.fr/Membres-Services/Responsables-d-equipe/LALANNE-Philippe>)

Bibliografía:

Steven G. Johnson and John D. Joannopoulos, *Photonic Crystals: The road from theory to practice* (Kluwer Academic Publishers), Norwell, 2002.

John D. Joannopoulos, Steven G. Johnson, Joshua N. Winn and Robert D. Meade, *Photonic Crystals: Molding the Flow of Light* (Princeton University Press), Princeton, 2008

K. Sakoda, *Optical Properties of Photonic Crystals* (Springer-Verlag), Berlin, 2005.

Lourtioz JM, Benisty H, Berger V, Gérard JM, Maystre D, Tchelnokov A, *Photonic Crystals: Towards Nanoscale Photonic Devices* (Springer, Berlin, 2005).

L. C. Andreani, *The Guided-Mode Expansion Method for Photonic Crystal Slabs*, COST P11 Training School, Univ. of Nottingham, June 19-22, 2006 (<http://fisicavolta.unipv.it/dipartimento/ricerca/Fotonici/Index.htm>).

L. Novotny and B. Hecht, *Principles of Nano-Optics* (Cambridge University Press, 2011)

S. A. Maier, *Plasmonics: Fundamentals and Applications* (Springer, 2007)



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expediente. 504.247/14

Buenos Aires, 17 NOV 2014

VISTO:

la nota de fecha 23/09/2014 presentada por el Dr. Pablo Mininni, Director del Departamento de Física, en la que se eleva información y el programa del curso de posgrado **Introducción a la Nanofotónica**, que será dictado por el Dr. Alejandro Yacomotti y la Dra. Andrea Bragas en el 2º cuatrimestre de 2014,

CONSIDERANDO:

- lo actuado en la Comisión de Doctorado
- lo actuado en la Comisión de Postgrado,
- lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,
- en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo Nº 113 del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RESUELVE

- Artículo 1º: Autorizar el dictado del curso de posgrado **Introducción a la Nanofotónica** de 50 hs de duración.
- Artículo 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado **Introducción a la Nanofotónica** obrante a fs 4 y 5 del expediente de la referencia.
- Artículo 3º: Aprobar un puntaje máximo de tres (3) punto para la Carrera del Doctorado.
- Artículo 4º: Comuníquese a la Dirección del Departamento de Física, a la Biblioteca de la FCEN y a la Secretaría de Posgrado (con fotocopia del programa incluida).
- Artículo 5º: Comuníquese a la Dirección de Alumnos (sin fotocopia del programa). Cumplido, archívese.

RESOLUCION CD Nº
SP.GA 03/10/2014

2628


Dr. JOSE OLABE IPARRAGUIRRE
SECRETARIO DE POSGRADO
FCEN-UBA


Dr. JUAN CARLOS RESOREZA
DECANO