

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

## ÓPTICA NO LINEAL

CICLO

**Electiva**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**EPH03**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El estudiante conocerá y manejará los fundamentos y técnicas de la óptica no lineal. Esta asignatura se abordará desde la perspectiva de la física clásica para interpretar los diversos fenómenos relacionados con la óptica no lineal y sus aplicaciones, haciendo énfasis en aquellas de interés tecnológico. Lo fundamentos de la respuesta no lineal de los materiales se complementa con aspectos de la mecánica cuántica. Se espera que al final del curso, el estudiante maneje los conceptos fundamentales sobre la interacción radiación materia que da lugar a fenómenos no lineales, y que identifique sus implicaciones prácticas en varios campos de la fotónica.

**Prerrequisitos:** Electromagnetismo, Interacción radiación materia (puede cursarse simultáneamente), Optoelectrónica (puede cursarse simultáneamente)

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### 1. Óptica no lineal y susceptibilidad óptica (3 sesiones)

- 1.1 Introducción a la óptica no lineal.
- 1.2 Interacciones ópticas no lineales.
- 1.3 Susceptibilidad no lineal de segundo y tercer orden.
- 1.4 Naturaleza tensorial de la susceptibilidad no lineal.
- 1.5 Propiedades y relaciones de simetría de la susceptibilidad no lineal.

#### 2. Interacciones ópticas no lineales de segundo orden (conversión de frecuencias) (7 sesiones)

- 2.1 La ecuación de onda para medios ópticos no lineales.
- 2.2 Generación de segundo armónico y consideraciones de acoplamiento de fase.
- 2.3 La ecuación de onda acoplada para la generación de suma de frecuencias.
- 2.4 Generación de diferencia de frecuencias y amplificación paramétrica.
- 2.5 Efectos electro-ópticos.
- 2.6 Relaciones de Manley-Rowe y conservación de energía.
- 2.7 Óptica no lineal en superficies.
- 2.8 Materiales no lineales de segundo orden.
- 2.9 Técnicas de medición.

#### 3. Interacciones ópticas no lineales de tercer orden (efectos dependientes de la intensidad) (7 sesiones)

- 3.1 Descripción de la dependencia del índice de refracción con la intensidad.
- 3.2 Autoenfocamiento y desenfoque.
- 3.3 Óptica no lineal de haces gaussianos enfocados.
- 3.4 Absorción no lineal.
- 3.5 Biestabilidad óptica.
- 3.6 Conjugación de fase.
- 3.7 No linealidades electrónicas fuera de resonancia.
- 3.8 No linealidades debidas a orientación molecular.
- 3.9 Acoplamiento de dos haces.
- 3.10 Auto-modulación de fase.
- 3.11 Modulación mutua de fase.
- 3.12 Propagación de pulsos y solitones ópticos.
- 3.13 Mezcla de cuatro ondas.

- 3.14 Esparcimiento Raman.
- 3.15 Esparcimiento Brillouin.
- 3.16 Materiales no lineales de tercer orden.
- 3.17 Técnicas de medición.

#### **4. Efectos ópticos no lineales en fibras ópticas (6 sesiones)**

- 4.1 Propagación de pulsos en fibras ópticas.
- 4.2 Auto-modulación y modulación mutua de fase en fibras ópticas.
- 4.3 Switches y moduladores.
- 4.4. Autodistorsión.
- 4.4 Generación de solitones.
- 4.5 Efectos paramétricos en fibras ópticas.
- 4.6 Efectos de esparcimiento en fibras ópticas.
  - 4.6.1 Esparcimiento Raman estimulado.
  - 4.6.2 Polarización Raman.
  - 4.6.4 Ecuaciones de propagación
  - 4.6.5 Láseres y amplificadores Raman de fibra óptica.
  - 4.6.6 Esparcimiento Brillouin estimulado.
  - 4.6.7 Polarización Brillouin.
  - 4.6.8 Láseres y amplificadores Brillouin de fibra óptica.

#### **5. Teoría cuántica de la susceptibilidad óptica no lineal (3 sesiones)**

- 5.1 Cálculo mediante la ecuación de Schrödinger de la susceptibilidad óptica no lineal.
- 5.2 Efectos de campo local.

#### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

**i) Frente a docente:** Se cubre un total de 28 sesiones, durante un periodo de 14 semanas; semanalmente se cubren dos sesiones de una hora y media en aula frente a pizarrón. Durante las sesiones se promueve la participación activa del estudiante, a través de preguntas, aportación de ejemplos, desarrollos algebraicos y exposición de temas.

**ii) Independientes:** El estudiante realiza tareas diversas fuera del aula, como solución de problemas algebraicos y numéricos, lectura y análisis de artículos de investigación y referencias bibliográficas, y desarrollo de temas relacionados con la materia. El alumno acude a consultas de asesoría con el profesor de la materia citada.

#### **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos: tareas, exposiciones, investigación, exámenes y asistencia. El porcentaje para cada uno de estos puntos, será criterio del docente.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Contemporary Nonlinear Optics, Editors; Govind P. Agrawal and Robert Boyd, Academic Press, 1992.
- George I. Stegeman and Robert A. Stegeman, Nonlinear Optics: phenomena, materials and devices; John Wiley & Sons, 2012.
- Robert W. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press, 2008.
- Govind. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, 2013.