

Fotonica i Lasers

Curso 2004/05

Programa

1. Introducción.

- Objetivo del curso
- Definición de Fotónica. Relación de la Fotónica con la Óptica.
- La Óptica en la Física
- Situación actual de la Óptica, la Fotónica y los Láseres.

2. Ecuaciones de ondas en el vacío y en medios dieléctricos.

- Ecuaciones de Maxwell
- Ecuaciones de ondas
- Frontera entre dos dieléctricos. Fórmulas de Fresnel. Reflexión total. Ángulo de Brewster

3. Propagación de la luz en el vacío y en medios dieléctricos

- Haces de luz. Haces Gaussianos: Definición y características.
- Manipulación de haces Gaussianos. Formalismo matricial. Matrices ABCD
- Haces Hermite-Gaussianos
- Haces de Bessel
- Guías de onda ópticas. Tipos de guías.
- Guía dieléctrica plana. Estructura y número de modos guiados.
- Guías acanaladas
- Acoplamiento de modos entre guías de onda
- Fibras ópticas. Estructura y tipos de fibras. Modos guiados

4. Resonadores ópticos

- Resonadores abiertos y cerrados
- Resonador Fabry-Perot. Modos longitudinales. Fineza. Rango espectral libre. Factor de calidad y pérdidas del resonador.
- Resonador tridimensional cerrado.
- Densidad de modos del campo. Radiación térmica. Fórmula de Planck.

- Resonadores con espejos esféricos. Tratamiento geométrico: Diagrama de estabilidad. Tratamiento electromagnético: Modos Gaussianos. Pérdidas por difracción.

5. **Atomos, moléculas y sólidos. Emisión y absorción de luz. Interacción átomo – fotón**

- Estructura atómica. Diagramas de niveles atómicos. Ejemplos útiles en física del láser.
- Estructura molecular. Diagramas de niveles moleculares. Ejemplos útiles en física del láser.
- Diagramas de niveles electrónicos en sólidos. Conductores, aislantes y semiconductores. Pozos cuánticos, superredes.
- Interacción entre átomos y fotones:
 - o Modelo clásico
 - o Modelo fenomenológico de Einstein. Coeficientes A y B
 - o Modelo semiciclásico. Oscilaciones de Rabi, efecto Stark dinámico
- Ensanchamiento de transiciones y perfiles espectrales.
- Ensanchamiento homogéneo. Ensanchamiento inhomogéneo

6. **Láseres**

- Breve introducción histórica.
- Discusión cualitativa sobre el funcionamiento del láser. Componentes básicos del láser.
- Tipos de láser
- Propiedades de la luz láser
- Esquemas de bombeo: Sistemas de tres y de cuatro niveles
- Modelo de ecuaciones de balance para el láser: Condición umbral y frecuencia de oscilación. Intensidad de salida y acoplamiento óptimo.
- Distribuciónpectral de la luz láser: emisiones mono-modo y multimodo. Anchuraespectral límite en láseres monomodo.
- Lamb-dip.
- Transitorios de encendido del láser: Encendido monótono; oscilaciones de relajación.
- Emisión láser pulsada: Q-switching y mode-locking

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

B.E.A. Saleh & M.C. Teich,
Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc (1991).

R. Mentzel, *Photonics*, Springer (2001)

P.W. Milonni & J.H. Eberly, *Lasers*, John Wiley & Sons, Inc (1988).

K. Shimoda, *Introduction to Laser Physics*, Springer (1986)
interacciones no lineales

O. Svelto, *Principles of Lasers*, Plenum Press (1998)