

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

LÁSERES

CICLO

ELECTIVA

CLAVE DE LA ASIGNATURA

EPH04

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Impartir al estudiante los principios básicos de generación de luz láser, así como los procesos físicos fundamentales que se llevan a cabo en los diferentes sistemas láser. El estudiante al terminar el curso tendrá los conocimientos necesarios para ser capaz de resolver problemas básicos que involucren la luz láser, tanto en el área de investigación en óptica como en el uso de estos sistemas en diferentes aplicaciones.

TEMAS Y SUBTEMAS

1. INTRODUCCIÓN A LOS LÁSERES (1 Sesión)

- 1.1. Antecedentes.
- 1.2. Tipos de láseres.
 - 1.2.1. Láseres de onda continua.
 - 1.2.2. Láseres pulsados.
- 1.3. Propiedades de la luz láser.
 - 1.5.1. Monocromaticidad.
 - 1.5.2. Coherencia.
 - 1.5.3. Direccionalidad.
 - 1.5.4. Intensidad radiante.
- 1.4. Elementos básicos del láser.
- 1.5. Esquemas de bombeo.
 - 1.5.1. Bombeo mediante luz incoherente y coherente.
 - 1.5.2. Bombeo eléctrico.

2. INTERACCIÓN DE RADIACIÓN Y MATERIA (5 Sesiones)

- 2.1 Ecuaciones de Maxwell.
- 2.2 Modos en una cavidad.
- 2.3 Densidad de energía en una cavidad.
- 2.4 Coeficientes de Einstein.
- 2.5 Absorción.
- 2.6 Emisión espontánea.
- 2.7 Emisión estimulada.
- 2.8 Sección transversal y coeficiente de ganancia.
- 2.9 Función de forma de línea de absorción.
- 2.10 Mecanismos de ensanchamiento.

3. OSCILACIÓN LÁSER (5 Sesiones)

- 3.1 Condición para la oscilación láser.
- 3.2 Láseres de 2, 3 y 4 niveles.
- 3.3 Ecuaciones de balance de poblaciones.
- 3.4 Amplificación en medios homogéneos e inhomogéneos.
- 3.5 Umbral de laseo y potencia de salida.
- 3.6 Saturación de ganancia.
- 3.7 Sintonización del láser.
- 3.8 Ancho de línea del haz láser.
- 3.9 Oscilación unimodal y multimodal.
- 3.10 Fluctuación y estabilización de la frecuencia del láser.

4. RESONADORES LÁSER (5 Sesiones)

- 4.1 Tipos de Resonadores.

- 4.1.1. Resonador de Fabry Perot.
- 4.1.2. Resonador concéntrico, confocal, esférico y de anillo.
- 4.2 Modos de un resonador y sus frecuencias de resonancia.
- 4.3 Tiempo de vida del fotón en una cavidad.
- 4.4 Factor de cavidad Q.
- 4.5 Estabilidad en resonadores.
- 4.6 Sintonización en resonadores.

5. PROCESOS DINÁMICOS DEL LÁSER (5 Sesiones)

- 5.1 Oscilaciones de relajación.
- 5.2 Conmutación Q.
- 5.3 Conmutadores Q pasivos y activos
- 5.4 Amarre de modos.
 - 5.4.1 Descripción en el dominio de frecuencias.
 - 5.4.2 Descripción en el dominio del tiempo.
- 5.5 Métodos de amarre de modos.
 - 5.5.1. Amarre de modos pasivo.
 - 5.5.2. Amarre de modos activo.
- 5.6 Regímenes de amarre de modos.
- 5.7 Láseres pulsados.

6. SISTEMAS LÁSER (4 Sesiones)

- 6.1 Láseres de gas.
 - 6.1.2 Láseres atómicos: He-Ne, de vapor de Cu, etc.
 - 6.2.2 Láseres de gases ionizados: Ar, He-Cd, etc.
 - 6.3.2 Láseres de gases moleculares: CO₂, CO, N₂, excímeros, etc.
- 6.2 Láseres de estado sólido: ruby, titanio-safiro, YAG, Nd, etc.
- 6.3 Láseres de semiconductores: de homounión p-n, de heterounión doble, de pozo cuántico, de cascada cuántica, etc.
- 6.4 Láseres de fibra óptica.
- 6.5 Láseres de colorantes.
- 6.6 Láseres de electrones libres.
- 6.7 Láseres de pulsos ultracortos.
- 6.8 Aplicaciones de los láseres.

7. Prácticas de Laboratorio (3 Sesiones)

- 7.1 Laser de Nd:YAG en operación en modo continuo.
- 7.2 Laser de Nd:YAG en modo continuo doblado en frecuencia intracavidad.
- 7.3 Laser de Nd:YAG en modo pulsado con Q-switching.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

- i) **Frente a docente:** Se cubre un total de 28 sesiones de 1.5 horas cada una; de las cuales 25 sesiones se imparten en aula y 3 en laboratorio. El docente hace uso de diferentes técnicas de enseñanza que involucran la participación activa del estudiante. Las prácticas se proponen una semana antes del periodo de exámenes.
- ii) **Independientes:** El estudiante realiza actividades fuera del aula como la solución de problemas algebraicos y numéricos, lectura y análisis de artículos de investigación, prácticas de laboratorio, etc. En la actividad de solución a problemas numéricos, se da libertad al estudiante de utilizar el software de programación que él considere mejor se adecue a las necesidades del problema.

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje del estudiante de los temas del curso, se consideraran como aspectos de evaluación a los siguientes puntos: tareas, exposiciones, trabajos de investigación, exámenes y asistencia. La correspondiente ponderación a cada uno de los puntos a evaluar será a criterio del docente.

BIBLIOGRAFÍA

- a) O. Svelto and D. C. Hanna, Principles of lasers, Editorial Plenum Press, 2010.
- b) A. E. Siegman, Lasers, Editorial University Science Books, 1986.
- c) W. T. Silfvast, Laser Fundamentals, Cambridge University Press, 2004.
- d) F. Bretenaker, Laser Physics,
- e) www.lac.u-psud.fr/IMG/pdf/2015_laserphysics_bretenaker.pdf
- f) Aboites-Ponce, Manual de Prácticas de Laboratorio de Láseres de Estado Sólido, CIO, 2016.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- g) Amnov Yariv, Quantum Electronics, John Wiley & Sons, 1989.
- h) Andrew Forbes, Laser Beam Propagation, CRC Press, 2014.
- i) 9. Andrew M. Weiner, Ultrafast Optics, John Wiley & Sons, 2009.
- j) 10. L. V. Tarasov, Laser Physics, Mir Publishers, 1983.
- k) 11. T. Suhara, Semiconductor Laser Fundamentals, Marcel Dekker, 2004.
- l) 12. V. Aboites, Láseres una introducción, Centro de Investigaciones en Óptica, 1991.
- m) 13. Valerii (Vartan), Ter-Mikirtychev, Fundamentals of Fiber Lasers and Fiber Amplifiers, Springer, 2014.