

Fundamentos de los láseres I

Requisitos de la materia: Óptica y Teoría Electromagnética.

Descripción de la asignatura: Este curso consiste en los conceptos básicos de los láseres como: estructura fundamental de un láser, generación de luz en un láser, propiedades de la luz del láser, tipos de láseres etc. Esta información es fundamental para los alumnos que van a aplicar el laser en su trabajo. La materia es indispensable para los alumnos que van a estudiar o trabajar en el área de Óptica Aplicada.

Índice Temático:

- 1. Radiación láser y sus propiedades:** Radiación electromagnética en el vacío, Descripción de una onda, El espectro electromagnético, Radiación electromagnética en la materia, Longitud de onda en la materia, Refracción de haces de luz - Ley de Snell, Propiedades de la radiación láser: Monocromaticidad, Direccionalidad, Coherencia, Superposición de ondas.
- 2. Proceso láser:** Estados de energía (niveles), Transferencia de energía al átomo y desde el átomo, Fotones y diagramas de energía, Absorción de radiación electromagnética, Emisión espontánea de radiación electromagnética, Procesos de relajación, Equilibrio termodinámico, Población relativa, Población en equilibrio termodinámico, Inversión de población, Emisión estimulada
- 3. Propiedades de la radiación láser:** Procesos posibles entre fotones y átomos, Ecuaciones de velocidad para la emisión espontánea, Transiciones estimuladas (forzadas), Ecuaciones de velocidad de absorción, Ecuaciones de velocidad de emisión estimulada, Diagrama de población de niveles de energía, Amplificación, Laser de tres niveles, Laser de cuatro niveles
- 4. El sistema láser:** El medio activo láser, El mecanismo de excitación, Láser de Helio-Neón, Mecanismo de retroalimentación, Acoplador de salida
- 5. Modos longitudinales y transversales de un láser:** Ondas estacionarias, Ondas estacionarias en un láser, Condiciones para ondas estacionarias, Modo longitudinal básico, Número de modos posibles, Frecuencias permitidas en la cavidad láser, Curva de ganancia del medio activo, Número de modos ópticos longitudinales, Control del número de modos longitudinales de un láser, Modos electro-magnéticos trasnversales (TEM), Distribución del campo eléctrico de los modos TEM, Control de los modos transversales de un láser, Características del modo básico transversal (TEM_{00}) del láser
- 6. Cavidad óptica:** Definiciones, pérdidas en la cavidad óptica, Tipos: Cavidad óptica de planos paralelos, Cavidad circular concéntrica, Cavidad confocal, Cavidad con radio de curvatura de los espejos mayor que la

longitud de la cavidad, Cavidad hemiesférica, Semicurva con radio mayor que el de curvatura de la cavidad, Resonador inestable; Criterio de estabilidad de la cavidad, Parámetros geométricos de una cavidad óptica, Diagrama de estabilidad de una cavidad óptica

7. **Ganancia láser:** Forma de las líneas de fluorescencia del láser, Anchura de banda de fluorescencia, Curva de ganancia láser, Ensanchamiento de la línea de fluorescencia, Ganancia del bucle, Cálculo de la ganancia en un ciclo sin pérdidas, Cálculo de la ganancia en un ciclo con pérdidas, Cálculo del umbral de ganancia, “Agujeros calientes” en la curva de ganancia del láser, Curva de ganancia del medio activo con y sin acción láser - Agujeros calientes, Ganancia de saturación en un láser de onda continua, Láser de onda continua, Láser pulsado
8. **Diferentes tipos de láser y sus características- Láseres de gas:** Mecanismos de excitación, Láseres de gas neutros (láser de He-Ne), Láseres de vapor metálico (láser de vapor de cobre), Láser de gas ionizado (Láser de gas de ión de Argón), Láseres de gas molecular (láser de dióxido de carbono, Láser de nitrógeno, Láser de excímero), Láser químico (Láser químico de yodo y oxígeno), Láseres de Infra-Rojo lejano
9. **Diferentes tipos de láser y sus características - Láseres de estado sólido:** Láseres de estado sólido bombeados ópticamente, Láseres de estado sólido bombeados por láseres de diodo (DPSS), Láser de rubí, Láser de Nd-YAG, Láser de alexandrita, Láser de centro de color, Láser de zafiro de titanio
10. **Diferentes tipos de láser y sus características - Láseres de diodo:** Niveles de energía, Acción láser en un láser de semiconductor, Construcción del láser de diodo, I -V curva del láser de diodo, Dependencia de los parámetros del láser de diodo con la temperatura, Confinamiento de la luz dentro de la región activa, Diferentes estructuras de los láseres de diodo, Láseres de diodo basados en la ganancia, Láseres de diodo acoplados

Bibliografía:

1. V. Aboites, **“El Láser”**, Ed. Fondo de cultura económica (FCE), México, 2007.
2. M. L. Wolbarst, **“Laser Applications in Medicine and Biology”**, Springer, Germany, 2000.
3. J. Ion, **“Laser Processing of Engineering Materials”**, Elsevier, 2005.
4. D.C. Winburn, **“Practical Laser Safety”**, Marcel Dekker Inc, NY and Basel, 2003.
5. <http://www.mrl.columbia.edu/ntm/pg2.html>
6. Apuntes impresos del Profesor.

Planeación Educativa

Competencias a desarrollar:

Generales:

1. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
2. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
3. Capacidad de investigación
4. Habilidad para trabajar en forma autónoma
5. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas

Específicas:

1. Aplicar el conocimiento teórico de la física a la realización e interpretación de experimentos.
2. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos fundamentales y principios de la física clásica y la moderna.
3. Estimar órdenes de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos
4. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
5. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.

| Resultados del aprendizaje | Actividades educativas | TETE H | Evaluación |
|-----------------------------------|--|----------|---------------------------------|
| Radiación láser y sus propiedades | Teóricas, Practicas (4.5T+1.5P= 6 hrs.) Autoestudio | 6 4.5 | Entra en el 1-er examen parcial |
| Proceso Láser | Teóricas, Practicas (7.5T+1.5P= 9 hrs.) Autoestudio | 9 6 | Entra en el 1-er examen parcial |
| Propiedades de la Radiación Láser | Teóricas, Practicas (7.5T+1.5P= 6 hrs.) Autoestudio | 9 6 | Entra en el 1-er examen parcial |

| | | | |
|--|--|----------|--|
| El sistema Láser | Teóricas, Practicas (4.5T+1.5P= 6 hrs.) Autoestudio | 6 4.5 | Entra en el 1-er examen parcial |
| Modos longitudinales y transversales de un Láser | Teóricas, Practicas (9T+3P= 12 hrs.) Autoestudio | 12 6 | Entra en el 2-do examen parcial |
| Cavidad Óptica | Teóricas, Practicas (4.5T+1.5P= 6 hrs.) Autoestudio | 6 4.5 | Entra en el 2-do examen parcial |
| Ganancia Láser | Teóricas, Practicas (7.5T+1.5P= 9 hrs.) Autoestudio | 9 6 | Entra en el 2-do examen parcial |
| Láseres de Gas | Teóricas, Practicas (9T+3P= 12 hrs.) Autoestudio | 12 6 | Entra en el 3-er examen parcial |
| Láseres de Estado Sólido | Teóricas, Practicas (7.5T+1.5P= 9 hrs.) Autoestudio | 9 4.5 | Entra en el 3-er examen parcial |
| Láseres de Diodo | Teóricas, Practicas (9T+3P= 9 hrs.) Autoestudio | 12 6 | Entra en el 3-er examen parcial |

Total de horas de trabajo del estudiante: $(70.5+19.5)= 90$ horas presenciales +
(54) horas de autoestudio= 144 hrs.

Número de Créditos: 8