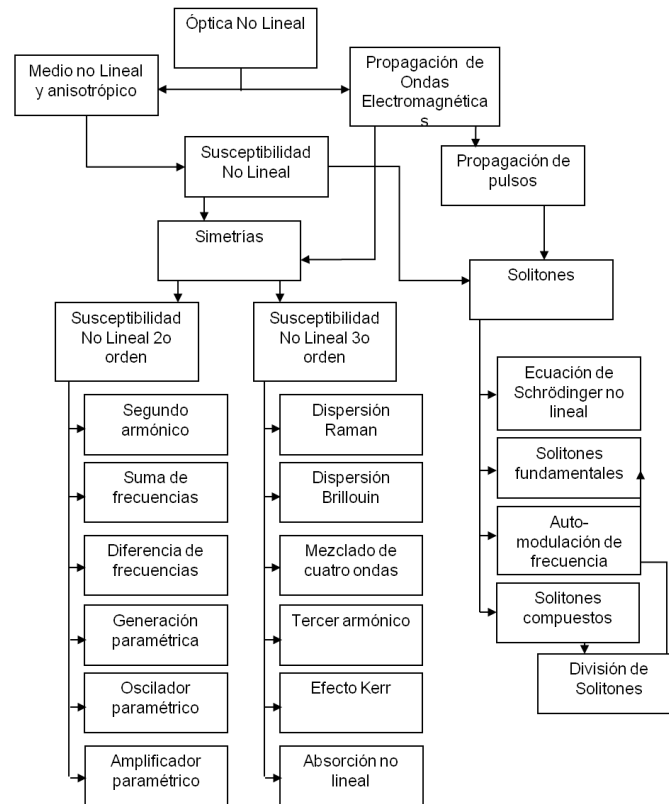


UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO										
NOMBRE DE LA ENTIDAD:		CAMPUS LEÓN; DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍAS								
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Licenciatura en Ingeniería Física								
NOMBRE DE LA MATERIA:		Óptica No Lineal					CLAVE:		PFONL-08	
FECHA DE ELABORACIÓN:		17 junio 2011					HORAS/SEMANA/SEMESTRE			
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:										
ELABORÓ:		Carlos Herman Wiechers Medina								
PRERREQUISITOS:						TEORÍA:		2		
CURSADA Y APROBADA:		Ninguno				PRÁCTICA:		2		
CURSADA:		Ninguno				CRÉDITOS:		6		
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA										
POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO:		DISCIPLINARIA		FORMATIVA	X	METODOLÓGICA				
POR LA DIMENSIÓN DEL CONOCIMIENTO:		ÁREA BÁSICA		ÁREA GENERAL		ÁREA PROFESIONAL	X			
POR LA MODALIDAD DE ABORDAR EL CONOCIMIENTO:		CURSO	X	TALLER		LABORATORIO		SEMINARIO		
POR EL CARÁCTER DE LA MATERIA:		OBLIGATORIA		RECURSABLE		OPTATIVA	X	SELECTIVA		
ES PARTE DE UN TRONCO COMÚN O MATERIAS COMUNES:		SI		NO	X					
COMPETENCIA (S) GENERAL(ES) DE LA MATERIA:										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los conceptos y definiciones usados en la Óptica No lineal.</li> <li>• Comprender y aplicar los fundamentos de la Óptica No Lineal.</li> <li>• Resolver problemas teóricos de la Óptica No Lineal.</li> <li>• Adquirir los conocimientos básicos para poder explicar fenómenos ópticos en medios no lineales.</li> <li>• Vincular los conocimientos teóricos adquiridos con resultados experimentales reportados en artículos publicados de revistas arbitradas.</li> </ul>										
CONTRIBUCIÓN DE LA MATERIA AL LOGRO DEL PERFIL POR COMPETENCIAS.										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales tanto de la Física Clásica como la Física Moderna.</li> <li>• M5. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales y numéricos.</li> <li>• M6. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.</li> <li>• M11. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución y problemas nuevos.</li> </ul>										

## PRESENTACIÓN DE LA MATERIA

En esta materia se presentará la descripción de los fenómenos ópticos no lineales a partir del marco básico de las leyes del electromagnetismo y de la mecánica cuántica. A partir de la formulación semi-clásica basada en las leyes de Maxwell y en fundamentos de la mecánica cuántica, se describirán los fenómenos de propagación e interacción de ondas electromagnéticas en un medio no lineal y anisotrópico, los cuales dan lugar a fenómenos ópticos no lineales tales como conversión paramétrica hacia arriba y hacia abajo, generación del segundo armónico, mezclado de cuatro ondas, dispersión Raman, dispersión de Brillouin, etcétera. Dada a la relevancia actual de esta rama de la ciencia se analizarán aplicaciones tecnológicas actuales, tales como láseres de segundo armónico, criptografía cuántica, metrología, aplicaciones en medicina, entre otros. A continuación se expone un diagrama temático del curso.



## RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Para facilitar el aprendizaje de esta materia se recomienda haber cursados las materias de 1) Fluidos, Ondas y Temperatura, Electromagnetismo, 2) Física Cuántica, 3) Análisis Vectorial, 4) Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y 5) Variable Compleja.

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	1. Introducción a la Óptica No Lineal	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	2 Hrs
--	---------------------------------------	---	-------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer sobre el desarrollo histórico de la Óptica no lineal.</li> <li>• Conocer sobre generalidades y conceptos básicos de los fenómenos de la propagación e interacción de la luz en un medio no lineal anisotrópico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo Histórico de la Óptica no lineal.</li> <li>• Generalidades sobre la propagación de la luz en un medio no lineal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender y analizar literatura sobre Historia de la Óptica no lineal.</li> <li>• Formar un marco de referencia de los fenómenos ópticos no lineales que se presentan dado a su interés tecnológico.</li> <li>• Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la Óptica no lineal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales.</li> <li>• El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en clase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarea de investigación sobre aspectos históricos del desarrollo de la Óptica no lineal.</li> </ul>

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	2. Susceptibilidad óptica no lineal y sus simetrías. Propagación de ondas electromagnéticas.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	10 Hrs
--	--	---	--------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la relación de la polarización con la susceptibilidad del material.</li> <li>• Conocer la naturaleza tensorial de la susceptibilidad óptica.</li> <li>• Conocer el efecto de la propagación de las ondas electromagnéticas sobre la densidad de polarización de un material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de polarización no lineal.</li> <li>• Simetrías en óptica no lineal. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Simetría de permutación intrínseca.</li> <li>➤ Simetría de permutación general.</li> <li>➤ Simetría Kleinman</li> <li>➤ Simetría espacial.</li> </ul> </li> <li>• Condiciones para observar interacciones ópticas no lineales.</li> <li>• Descripción fenomenológica del tensor de susceptibilidad óptica.</li> <li>• Función de respuesta de polarización lineal.</li> <li>• Función de respuesta de polarización cuadrática.</li> <li>• Función de respuesta de polarización de mayor orden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la Teoría Electromagnética de Maxwell y óptica cuántica.</li> <li>• Desarrollar las habilidades para resolver problemas teóricos en la descripción de fenómenos ópticos no lineales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales.</li> <li>• El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en clase.</li> <li>• Ejercicios de pizarrón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas</li> <li>• Exámenes.</li> </ul>

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	3. Efectos no lineales debido a la componente de la susceptibilidad óptica segundo orden	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	20 Hrs
--	--	---	--------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer el tratamiento cualitativo y cuantitativo de los fenómenos no lineales de segundo orden.</li> <li>Conocer los factores que determinan la operación de los sistemas de amplificadores y osciladores paramétricos ópticos, que son construidos basados en la conversión hacia arriba o hacia abajo producida en un cristal no lineal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto de las simetrías de los cristales que presentan una componente de susceptibilidad de segundo orden.</li> <li>Generación de segundo armónico</li> <li>Conversión paramétrica hacia arriba y hacia abajo, espontánea e inducida.</li> <li>Suma y diferencia en el mezclado de frecuencias.</li> <li>Amplificación paramétrica</li> <li>Oscilador paramétrico óptico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usar la terminología propia usada para describir los procesos no lineales de segundo orden.</li> <li>Desarrollar las habilidades matemáticas para resolver problemas teóricos en los fenómenos paramétricos.</li> <li>Vincular los conocimientos adquiridos para analizar sistemas ópticos no lineales reales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales.</li> <li>El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación en clase</li> <li>Ejercicios de pizarrón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tareas</li> <li>Exámenes</li> </ul>

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	4. Efecto Kerr y mezclado de cuatro ondas, dispersión de Raman y de Brillouin.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	22 Hrs
--	--	---	--------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer el tratamiento cualitativo y cuantitativo de los fenómenos no lineales de tercer orden.</li> <li>Entender los regímenes en los cuales cada uno de los efectos de tercer orden dominara respecto a los demás.</li> <li>Conocer de manera general los fenómenos ópticos no lineales de tercer orden, sus efectos macroscópicos y sus aplicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales con propiedades ópticas altamente no lineales</li> <li>Dispersión Raman. Tipo Stockes y tipo anti-Stockes</li> <li>Dispersión de Brillouin.</li> <li>Mezclado de cuatro ondas.</li> <li>Mezclado de cuatro ondas degenerado.</li> <li>Generación del tercer armónico.</li> <li>Efecto Kerr.</li> <li>Auto-enfoque debido al efecto Kerr.</li> <li>Generación de luz comprimida debido al efecto Kerr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usar la terminología propia usada para describir los procesos no lineales de tercer orden.</li> <li>Desarrollar las habilidades matemáticas para resolver problemas teóricos en los fenómenos paramétricos.</li> <li>Vincular los conocimientos adquiridos para analizar sistemas ópticos no lineales reales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales.</li> <li>El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación en clase</li> <li>Ejercicios de pizarrón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tareas</li> <li>Exámenes</li> </ul>

	•Absorción no lineal.			
--	-----------------------	--	--	--

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	5. Generación y propagación de Solitones.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	10 Hrs
--	---	---	--------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la física que involucra la generación de solitones en medios no lineales.</li> <li>• Conocer los tipos de solitones ópticos.</li> <li>• Conocer la metodología para la resolución de las ecuaciones de propagación de solitones. Conocer las características de los solitones fundamentales y solitones compuestos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagación de pulsos en medios no lineales.</li> <li>• Resolución de Ecuación de Schrödinger no lineal, para la propagación de pulsos.</li> <li>• Solitones fundamentales y degenerados. Generación.</li> <li>• Tipos de solitones: Fundamentales y compuestos.</li> <li>• Dispersión de solitones.</li> <li>• Auto modulación de frecuencia en solitones.</li> <li>• División de solitones en solitones fundamentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar la terminología propia usada para describir la teoría de los solitones</li> <li>• Desarrollar las habilidades matemáticas para resolver problemas teóricos en los fenómenos propagación e interacción de pulsos y solitones en medios no lineales.</li> <li>• Vincular los conocimientos adquiridos para analizar la física involucrada en los sistemas ópticos no lineales que involucren la generación, propagación y/o interacción de solitones reales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales.</li> <li>• El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en clase</li> <li>• Ejercicios de pizarrón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas</li> <li>• Exámenes</li> </ul>

<b>ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (Sugeridas)</b>	
Exposición de temas relacionados con aplicaciones de la óptica no lineal, y fenómenos ópticos no lineales de interés: conversión paramétrica hacia abajo y hacia arriba, mezclado de cuatro ondas, efecto Kerr en fibras de cristal fotónico, correlaciones cuánticas en fotones producidos en conversión paramétrica hacia abajo, generación de fuentes de luz supercontinuo, etcétera.	
<b>RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS (Sugeridos)</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recursos didácticos: Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, equipo e implementos de laboratorio, internet.</li> <li>2. Materiales didácticos: Videos y programas sobre fenómenos ópticos.</li> </ol>	
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	
<b>EVALUACIÓN:</b>  Formativa: participación en clase, tareas Sumaria: exámenes escritos y orales, trabajos de investigación  <b>PONDERACIÓN (SUGERIDA):</b> Tres exámenes parciales, uno de los cuales podrá ser la exposición oral de temas de óptica no lineal de interés u aplicaciones actuales.	
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boyd Robert W., Nonlinear Óptics, Second Edition, Academic Press, 2003.</li> <li>2. Guangsheng He, Song H. Liu, Physics of nonlinear optics, World Scientific, 1999</li> <li>3. Sutherland Richard L., Handbook of Nonlinear Optics, Second Edition, Revised and Expanded, Marcel Dekker, 2003</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bloembergen Nicolaas, Nonlinear Optics, 4<sup>th</sup> Edition, World Scientific, 1996</li> <li>2. Sauter E. G., Nonlinear Optics, Wiley Series in Microwave and Optical Engineering, 1996</li> <li>3. Mills D.L., Nonlinear Optics: basic concepts, Springer-Verlag, 1991</li> </ol>
	<b>OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:</b>
	Internet Videos y experimentos demostrativos Programas de cómputo