

Academia de Física

SUGERENCIAS PARA LA IMPARTICIÓN DE LA ASIGNATURA FUNDAMENTOS DE ÓPTICA.

Objetivo(s) del curso:

El alumno identificará los fenómenos que construyen el objeto de estudio de la óptica y comprenderá los aspectos fundamentales de las teorías físicas que los explican; así como, desarrollará la habilidad para resolver los problemas relacionados con la emisión, propagación y detección de la luz.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Movimiento ondulatorio	6.0
2.	Propagación de la luz	6.0
3.	Óptica geométrica	8.0
4.	Polarización	4.0
5.	Interferencia	4.0
6.	Difracción	<u>4.0</u>
		32.0
Actividades experimentales (prácticas de laboratorio)		32.0
Total		<u>64.0</u>

Introducción

El estudio de la Óptica ha cobrado gran relevancia a partir de vertiginoso desarrollo de la tecnología basada en ellas. Con el advenimiento de las computadoras digitales se logró un gran adelanto en el diseño de sistemas ópticos complejos, que llevaron a descubrir todo un panorama amplio de instrumentos, así como sistemas de comunicaciones basados en la Óptica. La fusión de la óptica con las telecomunicaciones ha llevado a desarrollar toda una rama técnica de aplicaciones. Esta asignatura responde a la relevancia que adquieren esta parte de la Física en la Ingeniería de las Telecomunicaciones, por lo que forma parte de su mapa curricular como asignatura obligatoria.

1 Movimiento ondulatorio

Objetivo: El alumno describirá matemáticamente el comportamiento de algunos tipos de ondas, con base en los conceptos fundamentales del movimiento ondulatorio.

1.1 Descripción breve de los diversos tipos de ondas: elásticas y electromagnéticas; ondas transversales y longitudinales; ondas armónicas; ecuación diferencial de onda.

Introducir el concepto de onda. Conocer las propiedades relevantes de las ondas, en términos de la masa y la energía transportada. Clasificar a las ondas bajo el hecho de si requieren, o no, de un medio para propagarse. En el caso de ondas que requieran de un medio para propagarse destacar la clasificación de: Ondas transversales y ondas longitudinales. Introducir o recordar, de cursos antecedentes, la forma más simple de la

ecuación diferencial de onda así como las condiciones necesarias y suficientes para la existencia de sus soluciones. Con base en lo anterior conocer la forma armónica de la función de onda destacando aquellos parámetros que la caracterizan, tales como: la amplitud, la frecuencia o el período, la longitud de onda o el número de onda y la rapidez de propagación.

1.2 Descripción matemática de las ondas planas, así como de las esféricas y cilíndricas.

Emplear el modelo de función de onda armónica para describir matemáticamente, en distintos sistemas coordenados, los casos más conocidos de ondas planas, esféricas y/o cilíndricas. Introducir el concepto de frente de onda como lugar geométrico en donde el estado de perturbación, valor de la función de onda, permanece constante. En los casos considerados establecer la naturaleza escalar o vectorial de los parámetros físicos representados por las funciones de onda estudiadas.

1.3 Ondas mecánicas, fenómenos acústicos y rapidez del sonido.

Como un caso particular de ondas elásticas estudiar aquellas ondas mecánicas involucradas en los fenómenos acústicos. Introducir, en el campo de estudio de la acústica, el concepto de onda sonora. Conocer el rango de frecuencias audibles para el ser humano. Introducir a la ecuación de onda que describe al fenómeno acústico empleando para ello conceptos tales como: compresión adiabática, presión acústica, densidad de equilibrio y módulo adiabático del volumen. Con base en lo anterior, conocer expresiones que permitan calcular la rapidez del sonido como función, por ejemplo, de la temperatura. Introducir los conceptos de: energía acústica, potencia acústica y sonoridad. Estudiar los aspectos fundamentales que permiten describir el efecto Doppler para las ondas sonoras.

Actividades sugeridas: Uso de simuladores, ver en: http://dcb.fi-c.unam.mx/Cursos/FisicaModerna/ActivPhysics_simulation_applets/02_applet.html

2 Propagación de la luz

Objetivo: El alumno explicará los principios que describen la propagación de la luz a través de la materia.

2.1 Índice de refracción; dispersión y esparcimiento.

Introducir el concepto de índice de refracción como una propiedad de los medios materiales. Relacionar dicho concepto con la razón de la rapidez de propagación de la luz en el vacío y la rapidez de propagación de la luz en un medio material; por ejemplo, a la luz de la teoría electromagnética. Conocer el índice de refracción de distintas sustancias con la finalidad de caracterizarlas según sus propiedades ópticas. Explicar el fenómeno de la dispersión de la luz, en medios materiales, con base en la variación del índice de refracción con la longitud de onda. Reconocer las principales consecuencias de los fenómenos de dispersión de la luz, en términos del índice de refracción y la rapidez de propagación de la luz en un medio material.

2.2 Explicación de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz a partir del Principio de Fermat.

Introducir, a partir del índice de refracción, el concepto de longitud de camino óptico. Reconocer el principio de Fermat, en el estudio del fenómeno luminoso, como un proceso de optimización para la longitud de camino óptico. Emplear el cálculo diferencial y el principio de Fermat para verificar la ley de la reflexión en interfaces planas. Emplear el cálculo diferencial y el principio de Fermat para verificar la ley de la refracción, ley de Snell, en interfaces planas. Reconocer la validez y los alcances de las leyes de la reflexión y la refracción como fundamentos sólidos en el estudio de la óptica geométrica. Conocer deducciones alternativas a los principios de la reflexión y la refracción a partir de, por ejemplo, el principio de Huygens o bien a la luz de la teoría electromagnética.

2.3 Reflexión interna total y principio de operación de la fibra óptica.

Establecer las condiciones necesarias para explicar el fenómeno de la reflexión interna total a partir de la ley de la reflexión, la ley de la refracción y los índices de refracción de dos medios limitados por una inter-fase plana. Introducir el concepto de ángulo crítico, como ángulo de incidencia, en el estudio del fenómeno de la reflexión interna total. Identificar los componentes básicos y la naturaleza de los mismos en el estudio de las fibras ópticas. Calcular, como ejemplo, el ángulo máximo de proyección de la información hacia una fibra óptica, desde el aire, como función de los índices de refracción de la fibra y su cubierta. Conocer los valores típicos para los índices de refracción del núcleo de una fibra óptica, su cubierta, así como las precauciones pertinentes en el uso y manejo de las mismas.

Actividades sugeridas: Uso de simuladores, ver en: http://dcb.fi-c.unam.mx/Cursos/FisicaModerna/ActivPhysics_simulation_applets/05_applet.html

3 Óptica geométrica

Objetivo: El alumno analizará el comportamiento de los rayos luminosos en algunos sistemas ópticos de acuerdo con los principios básicos de la óptica geométrica.

3.1 Definición del concepto de rayo de luz.

Con base en el principio de Fermat y la longitud de camino óptico, introducir el concepto de rayo de luz desde el punto de vista geométrico. Definir geoméricamente, para inter-fases planas y esféricas los conceptos de: ángulo de incidencia, ángulo de reflexión, ángulo de refracción y la normal a una inter-fase.

3.2 Lentes delgadas; superficies reflectoras planas y esféricas.

Estudiar, estableciendo los modelos matemáticos pertinentes, los casos de las superficies reflectoras planas y esféricas. Introducir los conceptos de distancia objeto, distancia imagen y aumento lateral para superficies reflectoras. Establecer las convenciones de signo pertinentes para distinguir los casos de imágenes reales o virtuales, así como los casos de imágenes derechas o invertidas formadas por superficies reflectoras. En el caso

de superficies reflectoras esféricas, distinguir los casos de superficies cóncavas y convexas. Conocer el método geométrico para determinar la naturaleza de las imágenes formadas por superficies reflectoras.

3.3 Superficies refractoras planas y esféricas.

Estudiar, estableciendo los modelos matemáticos pertinentes, los casos de las superficies refractoras planas y esféricas. Introducir los conceptos de distancia objeto, distancia imagen y aumento lateral para superficies refractoras esféricas. Establecer las convenciones de signo pertinentes para distinguir los casos de imágenes reales o virtuales, así como los casos de imágenes derechas o invertidas formadas por superficies refractoras esféricas. Para el caso de superficies refractoras esféricas, establecer la forma gaussiana para las lentes delgadas, distinguiendo los casos para lentes convergentes y divergentes. Conocer el método geométrico para determinar la naturaleza de las imágenes formadas por lentes delgadas.

3.4 Prismas.

Establecer la diferencia y utilidad, en cada caso, de prismas reflectores y prismas dispersores. Para el caso de un prisma dispersor introducir los conceptos de ángulo de dispersión, ángulo de desviación y ángulo de desviación mínima. Conocer el modelo matemático que permite calcular el índice de refracción de un prisma a partir del ángulo de desviación mínima y el ángulo que forman aquellas caras del prisma que toman parte en la dispersión.

3.5 Sistemas de lentes.

Conocer los modelos matemáticos y la nomenclatura pertinente en el estudio de los sistemas formados por lentes delgadas. Estudiar, en sus versiones elementales, la naturaleza de las imágenes formadas por: el microscopio simple, el microscopio compuesto, el telescopio astronómico, el telescopio terrestre y el telescopio de Galileo. Identificar, en cada caso, conceptos tales como: objetivo, ocular, aumento angular del ocular, aumento lateral del objetivo, aumento total del instrumento, poder de amplificación y pupila de salida, entre otros. Conocer el método geométrico para determinar la naturaleza de las imágenes formadas por sistemas de lentes.

Actividades sugeridas: Uso de simuladores, ver en: http://dcb.fi-c.unam.mx/Cursos/FisicaModerna/ActivPhysics_simulation_applets/05_applet.html

4 Polarización

Objetivo: El alumno explicará los estados de polarización de la luz y algunas de sus aplicaciones.

4.1 Estados de polarización.

Conocer, con fundamento en la teoría electromagnética, los estados de polarización plana y circular de las ondas electromagnéticas; a partir del estudio de los modelos matemáticos pertinentes.

4.2 Dicroísmo.

Introducir el concepto de dicroísmo en el contexto de la absorción selectiva de los campos, eléctricos o magnéticos, producido por materiales transparentes empleados en la industria.

4.3 Ley de Malus.

Establecer el modelo matemático, ley de Malus, empleado para conocer el estado de polarización y la intensidad transmitida por un par de polarizadores dicroicos ideales.

4.4 Ángulo de polarización por reflexión.

Introducir la condición de Brewster como fundamento para explicar el fenómeno de polarización por reflexión. Con base en lo anterior hallar un modelo matemático que permita conocer el ángulo de polarización, por reflexión, para distintas inter-fases.

Actividades sugeridas: Uso de simuladores, ver en: http://dcb.fi-c.unam.mx/Cursos/FisicaModerna/ActivPhysics_simulation_applets/05_applet.html

5 Interferencia

Objetivo: El alumno describirá el fenómeno de interferencia y algunas de sus consecuencias.

5.1 Condiciones para la interferencia.

Conocer las condiciones necesarias, superposición y coherencia, en el estudio de la interferencia de las ondas electromagnéticas.

5.2 Interferencia por división de frente de onda y división de amplitud y experimento de Young.

Distinguir los casos bien conocidos de interferencia por división de frente de onda, experimento de Young, así como de interferencia por división de amplitud, reflexiones múltiples en películas delgadas. Conocer los modelos matemáticos, asociados a cada una de estas modalidades, que permitan establecer las condiciones para la interferencia constructiva y destructiva.

5.3 Interferómetros.

Conocer y estudiar las modalidades de interferómetros por división de frente de onda, de Michelson, y por división de amplitud, de Fabry-Perot, Establecer los modelos matemáticos pertinentes, en cada caso, que permitan conocer las condiciones para la interferencia constructiva y destructiva.

Actividades sugeridas: Uso de simuladores, ver en: http://dcb.fi-c.unam.mx/Cursos/FisicaModerna/ActivPhysics_simulation_applets/05_applet.html

6 Difracción

Objetivo: El alumno analizará el fenómeno de difracción y sus consecuencias.

6.1 Principio de Huygens-Fresnel.

Explicar cualitativamente la deformación del frente de onda en la proximidad de un obstáculo, difracción, cuyas dimensiones son comparables con la longitud de onda a partir del principio de Huygens-Fresnel.

6.2 Difracción de Fraunhofer y difracción de Fresnel.

Conocer las modalidades de difracción de campo lejano, Fraunhofer, y de campo cercano, Fresnel; estableciendo las diferencias en la complejidad de su tratamiento. Estudiar, en este contexto, el caso de la abertura sencilla para obtener el modelo matemático que relaciona al ancho de la abertura con la longitud de onda y el orden de la difracción.

6.3 Rejilla de difracción y aberturas circulares.

Introducir los modelos matemáticos pertinentes para el estudio de una red de difracción, así como de una abertura circular. Destacar conceptos tales como el poder de resolución, para una red de difracción, o el criterio de Rayleigh para una abertura circular.

Actividades sugeridas: Uso de simuladores, ver en: http://dcb.fi-c.unam.mx/Cursos/FisicaModerna/ActivPhysics_simulation_applets/05_applet.html

Bibliografía básica

BAUER, Wolfgang, WESTFALL, Gary D.
Física para ingeniería y ciencias con física moderna
México
McGraw Hill, 2011

HECHT, Eugene
Óptica
3a. edición
Madrid
Addison Wesley, 2000

YOUNG, Hugh D., FREEDMAN, Roger A.
Física universitaria con física moderna Todos
12a. edición
México
Pearson Educación, 2009

Bibliografía complementaria

OHANIAN, Hans, C. MARKERT, John T.
Física para ingeniería y ciencias Todos
3a. edición
México
McGraw Hill, 2009

YOUNG, Hugh D., FREEDMAN, Roger A.
University Physics with Modern Physics Todos
13th. edition
San Francisco
Addison Wesley, 2012

Noviembre de 2016

Elaboró: Prof. Fís. Salvador Enrique Villalobos Pérez