

# TEMARIO ÓPTICA

## MOVIMIENTO ONDULATORIO

- Ondas unidimensionales
- Ondas armónicas
- Fase y velocidad de fase
- Principio de superposición
- Ec. Diferencial de onda
- Ondas Planas, esféricas y cilíndricas

## INTERFERENCIA

- Condiciones para la interferencia
- Interferómetros de división del frente de onda
- Interferómetros de división de amplitud

## TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

- Leyes básicas de la teoría electromagnética
- Ondas electromagnéticas
- La luz en la materia

## DIFRACCIÓN

- Difracción de Fraunhofer
- Difracción de Fresnel

## PROPAGACIÓN DE LA LUZ

- Reflexión
- Refracción
- Principio de Fermat
- Reflexión total interna
- Propiedades ópticas de los metales

## ÓPTICA GEOMÉTRICA

- Lentes delgadas
- Espejos
- Prismas
- Los sistemas ópticos

## POLARIZACIÓN

- La naturaleza de la luz polarizada
- Polarizadores
- Dicroísmo
- Birrefringencia
- esparcimiento y polarización
- Retardadores

## PROBLEMARIO DE ÓPTICA PARA EL EXAMEN DE ADMISIÓN AL DOCTORADO

1. Una onda electromagnética se especifica por la siguiente función:

$$\vec{E} = (-3\hat{i} + 3\sqrt{3}\hat{j}) \left(10^4 \text{ V/m} \right) \exp \left[ i \left( \frac{1}{3} (\sqrt{5}x + 2y) \pi \times 10^7 - 9.42 \times 10^{15} t \right) \right]$$

Calcula: a) la dirección en la que el campo oscila, b) el valor escalar de la amplitud del campo eléctrico, c) la dirección de propagación de la onda, d) el número de propagación y la longitud de onda, e) la frecuencia y la frecuencia angular y f) la velocidad.

2.-El campo eléctrico de una onda plana electromagnética se expresa en unidades SI como

$$\vec{E} = \vec{E}_0 e^{i(3x - \sqrt{2}y - 9.9 \times 10^8 t)}$$

a) ¿Cuál es la frecuencia angular de la onda?, b) Escriba una expresión para  $\vec{k}$ , c) ¿Cuál es el valor de  $k$ ?

3.-Escriba las ecuaciones de Maxwell y describa su significado físico.

4.-Partiendo de las ecuaciones de Maxwell en el vacío obtenga la ecuación de onda para el campo eléctrico

5.-Una onda armónica plana, linealmente polarizada, con una amplitud escalar de 10 V/m se propaga a lo largo de una línea en el plano  $xy$  a  $45^\circ$  con respecto al eje  $x$  con el plano  $xy$  como su plano de vibración. Escriba una expresión vectorial que describa la onda suponiendo que  $k_x$  y  $k_y$  son positivos. Calcule la densidad de flujo considerando que la onda está en el vacío.

6.-La ecuación para un oscilador forzado amortiguado es:

$$m_e \ddot{x} + m_e \gamma \dot{x} + m_e \omega_0^2 x = q_e E(t)$$

a) Explique el significado de cada término

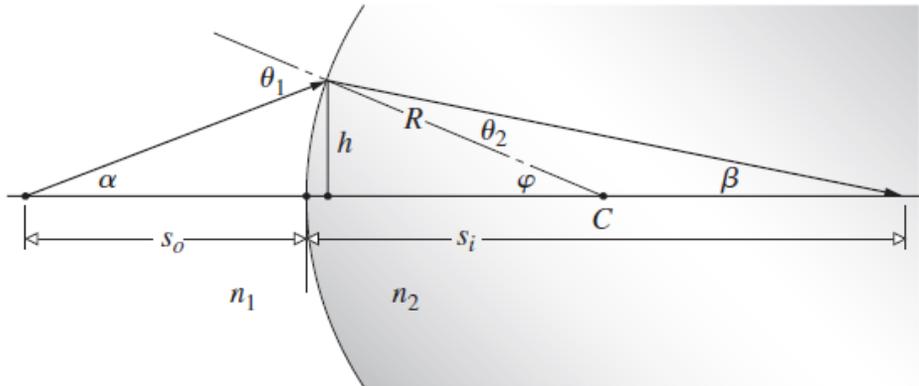
b) Sea  $E = E_0 e^{i\omega t}$  y  $x = x_0 e^{i(\omega t - \alpha)}$ , donde  $E_0$  y  $x_0$  son cantidades reales. Sustitúyalos en la expresión anterior y demuestre que

$$x_0 = \frac{q_e E_0}{m_e} \frac{1}{[(\omega_0^2 - \omega^2) + \gamma^2 \omega^2]^{1/2}}$$

c) Desarrolle una expresión para el retardo de fase  $\alpha$ , y discuta el modo en que  $\alpha$  varía a medida que  $\omega$  cambia de  $\omega \ll \omega_0$  a  $\omega = \omega_0$  y a  $\omega \gg \omega_0$

7.-A partir de la figura siguiente, la ley de Snell y el hecho de que en la región paraxial  $\alpha = h / s_0 \approx h / R$  y  $\beta = h / s_i$ , deducir la ecuación

$$\frac{n_1}{s_0} + \frac{n_2}{s_i} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$



8.- Determine la dirección de propagación para el cual el ángulo entre el vector de onda  $\mathbf{K}$  y el vector de Poynting  $\mathbf{S}$  en cuarzo ( $n_e=1.553$  y  $n_o=1.544$ ) es máximo.

9.- Considere una onda dada por la siguiente expresión

$$E(z, t) = [\hat{i}\cos\omega t + \hat{j}\cos(\omega t - \pi/2)]E_0\text{sen}kz.$$

Describa completamente el tipo de onda que representa esta ecuación.

10.-Sean los campos

$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_1(\vec{r})e^{-i\omega t}$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_2(\vec{r})e^{-i\omega t}$$

Donde las formas de los frentes de onda no están especificadas explícitamente y  $\vec{E}_1$  y  $\vec{E}_2$  son vectores complejos dependientes del espacio y del ángulo de fase inicial. Demuestre que el término de interferencia viene dado por

$$I_{12} = \frac{1}{2}(\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2^* + \vec{E}_1^* \cdot \vec{E}_2) \quad (\text{I})$$

Hint: Se tendrán que evaluar los términos de la siguiente forma

$$\langle \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 e^{-2i\omega t} \rangle_T = (\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 / T) \int_t^{t+T} e^{-2i\omega t'} dt'$$

Para  $T \gg \tau$ . Demuestre que la ecuación (I) lleva a la ecuación:

$$I_{12} = \vec{E}_{01} \cdot \vec{E}_{02} \cos \delta \text{ para ondas planas, con } \delta = (\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \vec{k}_2 \cdot \vec{r} + \varepsilon_1 - \varepsilon_2)$$

11.-Una rendija individual estrecha (en el aire) en una pantalla opaca está iluminada con luz de un láser He-Ne de 633 nm y el centro de la quinta franja oscura de la distribución de Fraunhofer se halla a un ángulo de  $7.2^\circ$  fuera del eje central. Determina el ancho de la rendija. ¿A qué ángulo aparecerá el décimo mínimo si todo el conjunto está sumergido en agua con  $n = 1.33$  en lugar de aire?