Facultad de Matemática, Astronomía y Física

Universidad Nacional de Córdoba

Física General IV: Óptica

Guía N°6: Interferencia

Problema 1: Sean:

$$\begin{aligned}\vec{E}_1(\vec{r},t) &= \vec{E}_1(\vec{r})\, e^{-i\omega t}\\ \vec{E}_2(\vec{r},t) &= \vec{E}_2(\vec{r})\, e^{-i\omega t}\end{aligned}$$

donde la forma de los frentes de ondas no está explícitamente especificada y $\vec{E}_1$ y $\vec{E}_2$ son vectores complejos dependientes de las coordenadas espaciales y del ángulo de fase inicial. Mostrar que el término de interferencia está dado por:

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

y que esta expresión se reduce a $I_{12} = \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \cos\delta$ para el caso de ondas planas; donde δ es la diferencia de fase total debida a la diferencia de ángulo de fase inicial y a la diferencia de caminos ópticos.

Problema 2: Considerar la distribución espacial de energía para dos fuentes puntuales de longitud de onda λ, separadas una distancia a. ¿Qué sucede con el término de interferencia si $a >> \lambda$? ¿Qué sucede si $a << \lambda$?

Problema 3: ¿Se obtendrá un patrón de interferencia en el experimento de Young si se reemplaza la rendija fuente (S) por una lámpara con un único filamento largo? ¿Qué ocurrirá si se remplazan las rendijas S_1 y S_2 por dos de estas lámparas ?

Problema 4: Un haz extenso de luz roja proveniente de un laser de He-Ne ($\lambda_0 = 632.8\,\text{nm}$), incide sobre una pantalla que contiene dos rendijas horizontales paralelas muy estrechas separadas por $0.2\,\text{mm}$. Un patrón de franjas de interferncia aparece sobre una pantalla blanca a $1.00\,\text{m}$ de distancia.

a) ¿A qué distancia angular (en radianes) y espacial (en milímetros) por encima y debajo del eje central están los primeros ceros de la irradiancia?

b) ¿Cuán lejos (en mm) del eje central está la quinta franja brillante?

c) Comparar los resultados anteriores.

Problema 5: Un haz colimado de electrones, cada uno de los cuales transporta una energía $0.5\,\text{eV}$, incide sobre una pantalla con un par de rendijas extremadamente estrechas separadas por $10^{-2}\,\text{mm}$. ¿Cúal es la distancia entre mínimos adyacentes en el patrón de interferencia que aparece sobre una pantalla a 20 m detrás de las rendijas? ($m_e = 9.108 \times 10^{-31}$ Kg, 1 eV= 1.602×10^{-19} J, $h = 6.6262 \times 10^{-34}$ J seg.)

Nota: Preguntar de que se trata este problema!

Problema 6: Mostrar que la separación a entre las fuentes virtuales para el biprisma de Fresnel está dada por: $a = 2\,d\,(n-1)\,\alpha$; donde d es la distancia desde el plano de las fuentes al vértice del biprisma, n el índice de refracción de los prismas y α el ángulo de los prismas.

Problema 7: El biprisma de Fresnel es usado para obtener franjas de una fuente puntual, la cual es colocada a 2 m de la pantalla y el prisma está a la mitad entre la fuente y la pantalla. Sea la longitud de onda de la luz $\lambda_0 = 500$ nm y el índice de refracción del vidrio $n = 1.5$. ¿Cuál es el ángulo del prisma si la separación de franjas resulta 0.5 mm?

Problema 8: ¿Cuál es la expresión general para la separación entre franjas de un biprisma de Fresnel de índice n inmerso en un medio de índice de refracción n'?

Problema 9: En un doble espejo de Fresnel $s = 2$ m, $\lambda_0 = 589$ nm y la separación entre franjas que se encontró es igual a 0.5 mm. ¿Cuál es el ángulo de inclinación de los espejos, si la distancia perpendicular de la fuente puntual real a la intersección de los espejos es 1 m?

Problema 10: Usando un espejo de Lloyd fueron observadas franjas de rayos X y el espaciamiento a las cuales se las encontró es 0.0025 cm. La longitud de onda utilizada fue 8.33 Å. Si la distancia entre la fuente y la pantalla era 3 m, cuán arriba sobre el espejo estaba ubicada la fuente puntual de rayos X?

Problema 11: Considerar que la antena de un radiotelescopio se encuentra justo al borde de un gran lago. La altura sobre el nivel del lago del receptor de la antena es $a/2$. La antena capta la señal de una radio estrella distante, la cual comienza a ascender desde el horizonte en la dirección del lago. Dar la posición angular de la estrella cuando se detecta el primer máximo de intensidad.

Problema 12: Considerar el patrón circular de franjas de Haidinger resultante para un filme con un espesor de 2 mm y un índice de refracción de 1.5. Para iluminación monocromática de $\lambda_0 = 600$ nm, encontrar el orden de la franja central ($\theta_t = 0$). ¿Será brillante o oscura?

Problema 13: Se observan franjas cuando un haz paralelo de luz de longitud de onda 500 nm incide perpendicularmente sobre una película en forma de cuña con índice de refracción 1.5. ¿Cuál es el ángulo de la cuña si las separación de las franjas es 1/3 cm?

Problema 14: Se observan anillos de Newton con luz cuasimonocromática de longitud de onda 500 nm. Si el 20^o anillo brillante tiene radio de 1 cm, cuál es el radio de curvatura de la lente que forma parte del sistema de interferencia?

Problema 15: Un interferómetro de Michelson es iluminado con luz monocromática. Uno de sus espejos es entonces desplazado $2.53 \times 10^{-5}\,\mathrm{m}$ y se observa que 92 pares de franjas brillantes y oscuras se suceden durante el proceso. Determinar la longitud de onda del haz incidente.

Problema 16: Dado que los espejos de un interferómetro de Fabry-Perot tienen un coeficiente de reflexión $r = 0.8944$, encontrar:

a) el coeficiente de fineza F,

b) el semi-ancho γ,

c) la fineza $\mathcal{F}$ y

d) el factor de contraste definido por:

$$C = \frac{(I_t/I_i)_{max}}{(I_t/I_i)_{min}}$$

Problema 17: Determinar el índice de refracción y el espesor de una película depositada sobre la superficie de un vidrio ($n_g = 1.54$) de manera tal de suprimir la reflexión, bajo incidencia normal, de luz con longitud de onda $540\,\mathrm{nm}$.

Problema 18: Una lente de vidrio ($n = 1.55$) de un microscopio está recubierta con una película de fluoruro de magnesio para incrementar la transmición, bajo incidencia normal, de luz amarilla ($\lambda_0 = 550\,\mathrm{nm}$). ¿Cuál es el mínimo espesor que debe ser depositado?