

2.710 Óptica

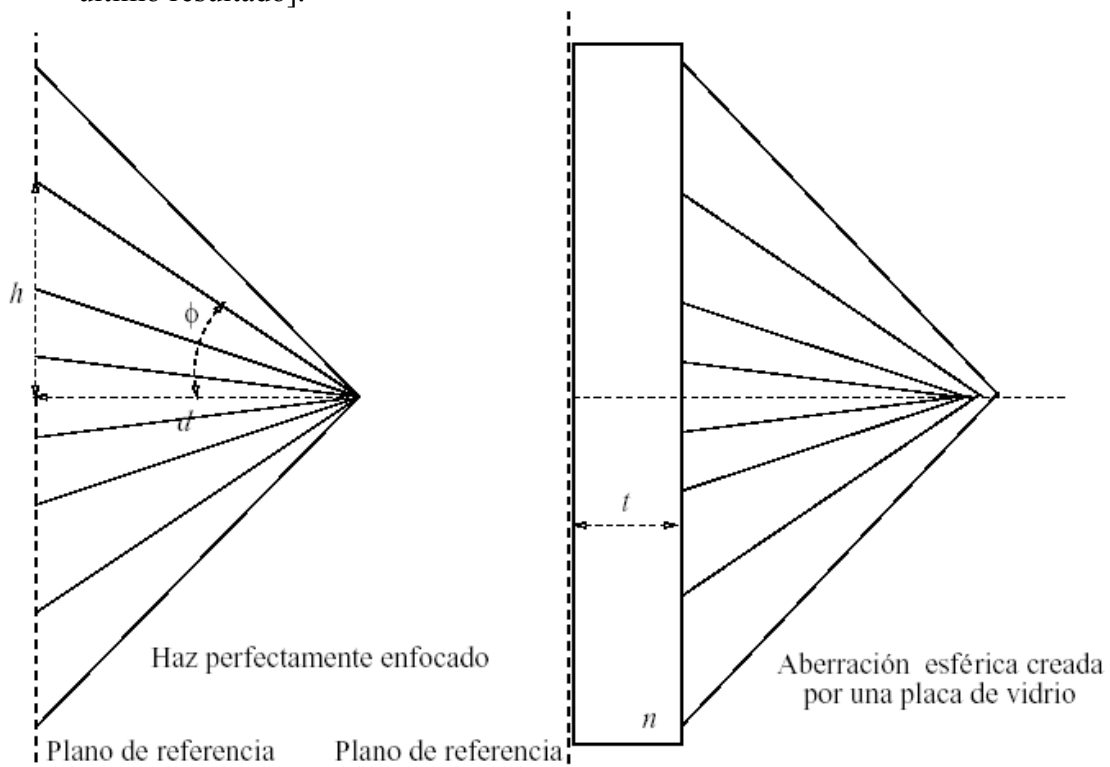
Otoño 2001

Boletín de problemas 5

Publicado el 18 de octubre de 2001

Fecha de entrega, miércoles 24 de octubre de 2001

- 1. Aberración esférica desde una placa de vidrio plana.** Un haz está perfectamente enfocado en un espacio libre de manera que todos los rayos convergen hacia el eje a una distancia d de un plano de referencia (véase la figura de abajo). Se inserta una placa de espesor t e índice de refracción n en la trayectoria del haz, exactamente más allá del plano de referencia (véase la figura de abajo). Calcule la aberración esférica longitudinal primaria (Seidel) creada por la placa de cristal. Ignore las reflexiones de las superficies de la placa. [Una pista: calcule la distancia desde la placa donde los rayos forman una intersección con el eje como función del ángulo ϕ de incidencia del rayo y de la altura h en el plano de referencia; extrápólo a las series de Taylor en el número pequeño (h/d) asegurándose de que las potencias hasta $(h/d)^2$ se mantienen en el último resultado].



- 2. Demuestre que:**

$$|e^{i\phi_1} + e^{i\phi_2}|^2 = 4 \cos^2 \left(\frac{\phi_1 - \phi_2}{2} \right)$$

3. Representaciones de fasor y de ondas planas. A lo largo de este problema, cuando decimos “expresión completa” de una onda nos estamos refiriendo a la representación tiempo-espacio. Por ejemplo: $f(x, y, z, t) = A \cos(kx - wt)$ es un plano de onda de magnitud de vector de onda k y de frecuencia w que transmite en la dirección del eje de coordenadas \hat{x} . Cuando decimos “expresión fasor” nos estamos refiriendo a la representación compleja de la onda. Por ejemplo: Ae^{ikx} para la misma onda.

3.a) Escriba la expresión completa y la expresión fasor correspondientes a un plano de onda $f_1(x, y, z, t)$ que se transmite en un ángulo de 30° relativo al eje \hat{z} en el plano xz (es decir, el plano $y = 0$). La longitud de onda es $\lambda = 1\mu\text{m}$ y la velocidad de onda es $c = 3 \times 10^8 \text{m} \cdot \text{seg}^{-1}$.

3.b) Escriba la expresión completa y la expresión fasor correspondientes a un plano de onda $f_2(x, y, z, t)$ de la misma longitud y velocidad de ondas que f_1 pero que se transmiten en un ángulo de 60° relativo al eje \hat{z} en el plano yz .

3.c) Emplee la expresión completa para determinar $f_1(x, y, z, = 0, t = 0)$ y $f_2(x, y, z = 0, t = 0)$ utilizando MATLAB. (Nota: probablemente necesite utilizar el comando *surf* u otro equivalente).

3.d) El plano $z = 0$ está iluminado por la superposición de las dos ondas f_1 y f_2 . Determine la forma de onda recibida en los puntos A, B, C, D y E con las coordenadas cartesianas, respectivamente, como función de tiempo (todas las unidades se muestran en micrones). ¿Qué es lo que observa?

$$(0, 0, 0), \left(\frac{1}{4}, -\frac{1}{4\sqrt{3}}, 0\right), \left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2\sqrt{3}}, 0\right), \left(\frac{3}{4}, -\frac{3}{4\sqrt{3}}, 0\right), \left(1, -\frac{1}{2\sqrt{3}}, 0\right)$$