

# Óptica

Examen, 24 de febrero de 2022

## Ejercicio 1

- a) Demuestre a partir de la ecuación de rayos:  $\frac{d}{ds} \left( n \frac{d\vec{r}}{ds} \right) = \nabla n$  que para el caso de propagación luminosa en un medio bidimensional (plano  $x - y$ ) donde el índice de refracción ( $n$ ) es sólo función de la coordenada vertical  $y$ :  $n = n(y)$ , la trayectoria  $y(x)$  del rayo verifica la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{2C^2} \frac{\partial n^2}{\partial y},$$

donde  $C = n(y_0) \cos(\gamma_0)$ , siendo  $y_0$  la coordenada vertical inicial del rayo y  $\gamma_0$  el ángulo que forma con respecto al eje horizontal.

- b) Considere que el índice de refracción de la atmósfera varía en altura de acuerdo a  $n(y) = 1 + \Delta e^{-y/h}$  con  $\Delta = 2,93 \times 10^{-3}$  y  $h = 9,5 \text{ km}$ . Determine cuál es la curva de propagación de un rayo que parte del punto  $P(0, y_0)$  ( $y_0 \ll h$ ) en dirección horizontal (*sugerencia*: comience por usar que para todo  $y$  se cumple  $y \ll h$  y realice una aproximación a primer orden en  $\frac{y}{h}$  en el índice de refracción.).

**Ejercicio 2** Un haz con polarización elíptica izquierda pasa a través de un polarizador lineal ideal. Cuando el eje de transmisión del polarizador coincide con la dirección vertical, la intensidad de la luz transmitida es mínima y corresponde al valor  $I_0$ . Si en cambio el eje coincide con la dirección horizontal, la intensidad de la luz transmitida es máxima y corresponde al valor  $3I_0$ .

- a) Determine la dirección de los semi-ejes mayor y menor de la elipse y el vector de Jones que representa este estado.
- b) Halle la intensidad transmitida cuando el eje del polarizador forma un ángulo  $\theta$  con respecto a la horizontal.
- c) Suponga ahora que el mismo haz pasa a través de un lámina de cuarto de onda con eje rápido vertical y luego a través del polarizador lineal ideal. Encuentre la dirección del eje del polarizador para el cual la intensidad de la luz transmitida es máxima y el valor de esta intensidad.

**Ejercicio 3** Considere una onda plana, de longitud de onda  $\lambda$ , que incide normalmente sobre un arreglo de 2 rendijas infinitesimales separadas una distancia  $a$  entre sí. Una película delgada de un material transparente de índice de refracción  $n$  y espesor  $d$  cubre una de las rendijas tal como se ilustra en la figura (a).

- a) Halle el patrón de interferencia en una pantalla lejana y determine la posición que ocupa el máximo central.
- b) Determine el patrón de interferencia en una pantalla lejana si el arreglo está formado ahora por  $2N$  rendijas con películas como la anterior dispuestas rendija de por medio como se muestra la figura (b).

*Sugerencia:* puede ser útil

$$\sum_{n=0}^{N-1} r^n = \frac{1 - r^N}{1 - r}$$

- c) Interprete el resultado obtenido en b) función del hallado en la parte a).

