

## SELECTIVIDAD ANDALUCÍA 2013 (JUN) - Ejercicio de ÓPTICA

4. Un haz compuesto por luces de colores rojo y azul incide desde el aire sobre una de las caras de un prisma de vidrio con un ángulo de incidencia de  $40^\circ$ .

a) Dibuje la trayectoria de los rayos en el aire y tras penetrar en el prisma y calcule el ángulo que forman entre sí los rayos en el interior del prisma si los índices de refracción son  $n_{\text{rojo}} = 1,612$  para el rojo y  $n_{\text{azul}} = 1,671$  para el azul, respectivamente.

b) Si la frecuencia de la luz roja es de  $4,2 \cdot 10^{14}$  Hz, calcule su longitud de onda dentro del prisma.  
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ;  $n_{\text{aire}} = 1$

a) Cuando un rayo de luz que se propaga por un medio transparente (en este caso, el aire) se encuentra con la frontera con otro medio, pueden ocurrir (y suelen ocurrir conjuntamente) los fenómenos de reflexión, refracción y absorción. El caso que nos preocupa en esta cuestión es el de refracción, en el que la luz pasa a propagarse por el interior del cristal del prisma. Debido a la diferencia de velocidades de propagación en los dos medios, el frente de onda se desvía, con lo que los rayos forman un ángulo con la normal diferente al de incidencia. La relación entre ambos ángulos viene dada por la ley de Snell

$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$$

donde :  $n_1$  : índice de refracción del medio 1. En este caso  $n_1 = 1$

$\alpha_1$  : ángulo de incidencia. En este caso  $40^\circ$

$n_2$  : índice de refracción del medio 2.

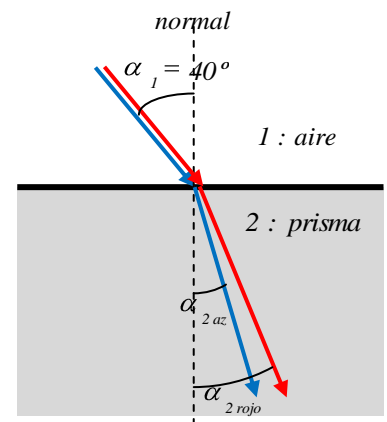
$\alpha_2$  : ángulo que forma el rayo refractado.

Como el índice de refracción es diferente para los rayos azul y rojo, también los ángulos de refracción serán distintos. Calculamos cada uno de ellos.

Rayo azul :

$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_{2\text{azul}} \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow 1 \cdot \sin 40^\circ = 1,671 \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow \sin \alpha_2 = 0,3847 \rightarrow \alpha_{2\text{azul}} = 22,62^\circ$$

Rayo rojo :  $n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_{2\text{rojo}} \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow 1 \cdot \sin 40^\circ = 1,612 \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow \sin \alpha_2 = 0,3986 \rightarrow \alpha_{2\text{rojo}} = 23,50^\circ$



Vemos que, al ser mayor el índice de refracción del rayo azul, su ángulo de refracción es menor que el del rojo. Es también el que más se desvía (se dispersa) de la dirección original del haz, como vemos en el dibujo.

La diferencia entre los dos ángulos de refracción es el dato que nos piden:  $\Delta\alpha = 0,88^\circ$  ( $0^\circ 52' 48''$ )

b) La longitud de onda (distancia más corta entre dos puntos en fase) puede calcularse a partir de la frecuencia  $\nu$  y

la velocidad de propagación  $v$   $\lambda = \frac{v}{\nu}$

La velocidad de propagación depende del medio. Además, para un medio dispersivo, depende de la frecuencia de la radiación. Como nos dan el índice de refracción para el color rojo, calculamos a partir de ahí la velocidad de propagación.

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1,612} = 1,861 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Ahora podemos calcular la longitud de onda de la luz roja en el interior del prisma, teniendo en cuenta que la frecuencia no cambia al cambiar de medio.

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{1,861 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{4,2 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 4,431 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$