

PRISMA ÓPTICO

- Sobre la cara lateral de un prisma de vidrio situado en el aire, de índice de refracción 1,45 y ángulo en el vértice de 48° , incide un rayo de luz monocromática con un ángulo de 20° .
Calcula:

 - El ángulo de emergencia del rayo luminoso.
 - El ángulo de desviación sufrido por el rayo.
 - El ángulo de desviación mínima que corresponde a este prisma.

Sol. a) 55° b) 27° c) $24,4^\circ$
- Sobre un prisma de vidrio de ángulo 40° e índice de refracción 1,50, situado en el aire, incide un rayo de luz monocromática. Si el ángulo de incidencia es 45° , calcula

 - El ángulo de emergencia
 - La desviación producida en el rayo.

Sol. a) 18° b) 23°
- Sobre la cara lateral de un prisma de vidrio de índice de refracción 1,46 y ángulo en el vértice de 48° , situado en el aire, incide un rayo de luz monocromática con un ángulo de 22° .
Determina:

 - El ángulo de desviación sufrido por el rayo.
 - El ángulo de desviación mínima que corresponde a este prisma.

Sol. a) 27° b) 25°
- Sobre un prisma de vidrio situado en el aire, de índice de refracción 1,52 y ángulo en el vértice de 30° , incide un rayo de luz monocromática perpendicularmente a una de sus caras.

 - Dibuja la marcha geométrica del rayo.
 - Calcula el ángulo de desviación.

Sol. b) $19,5^\circ$
- Determina el índice de refracción de un prisma de 30° sabiendo que la trayectoria de un rayo luminoso es paralela a la base del prisma para un ángulo de incidencia de 23° .

Sol. 1,51
- A un prisma de vidrio de ángulo 60° e índice de refracción $\sqrt{2}$ se le acopla otro prisma idéntico de modo que ambos prismas forman ahora un prisma rectangular. Determina el ángulo de emergencia en el segundo prisma si el ángulo de incidencia en el primer prisma es de 30° .

Sol. 30°
- Sobre un prisma de vidrio de índice de refracción igual a $\sqrt{2}$, cuyo ángulo es 60° , incide un rayo de luz monocromática perpendicularmente a la cara del prisma. Averigua si el rayo se refracta o se refleja al llegar a la segunda cara del prisma.
- Sobre un prisma de vidrio de índice de refracción 1,46, cuyo ángulo es de 50° , incide un rayo de luz monocromática perpendicularmente a la cara del prisma. Demuestra que en la segunda cara del prisma se produce reflexión total.

① a) Aplicamos la ley de Snell en la 1ª cara para hallar r

$$1 \cdot \operatorname{sen} i = n \operatorname{sen} r \Rightarrow \operatorname{sen} r = \frac{\operatorname{sen} i}{n} \Rightarrow r = \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{\operatorname{sen} i}{n} \right)$$

$$r = \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{\operatorname{sen} 20^\circ}{1,45} \right) = 13,6^\circ$$

Obtenemos r' : $\varphi = r + r' \Rightarrow r' = \varphi - r = 48^\circ - 13,6^\circ = 34,4^\circ$

Aplicamos la ley de Snell en la segunda cara:

$$n \operatorname{sen} r' = 1 \cdot \operatorname{sen} i' \Rightarrow i' = \operatorname{sen}^{-1} \left[\frac{n \operatorname{sen} r'}{1} \right] \Rightarrow$$

$$\boxed{i' = \operatorname{sen}^{-1} [1,45 \cdot \operatorname{sen} 34,4^\circ] = 55^\circ}$$

b) $\delta = i + i' - \varphi = 20^\circ + 55^\circ - 48^\circ = 27^\circ$

c) $\delta_m = 2i - \varphi$, Hay que calcular qué valor de i hace que δ sea mínimo. \rightarrow

Sabemos que, cuando δ es mínimo:

$$r = r' \Rightarrow \varphi = r + r' = 2r \Rightarrow r = \frac{\varphi}{2} = \frac{48^\circ}{2} = 24^\circ$$

Aplicamos la ley de Snell en la 1ª cara:

$$1 \cdot \operatorname{sen} i = n \cdot \operatorname{sen} r \Rightarrow i = \operatorname{sen}^{-1} (n \cdot \operatorname{sen} r) \Rightarrow$$

$$i = \operatorname{sen}^{-1} (1,45 \cdot \operatorname{sen} 24^\circ) = 36,2^\circ$$

Ahora podemos calcular $\boxed{\delta_m = 2i - \varphi = 2 \cdot 36,2^\circ - 48^\circ = 24,4^\circ}$

② 1ª case: $1 \cdot \text{sen } i = n \text{ sen } r \Rightarrow r = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\text{sen } i}{n} \right) = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\text{sen } 45^\circ}{1,5} \right)$
 $r = 28,1^\circ$

$$r' = \varphi - r = 40^\circ - 28,1^\circ = 11,9^\circ$$

2ª case: $n \text{ sen } r' = 1 \cdot \text{sen } i' \Rightarrow i' = \text{sen}^{-1} (n \text{ sen } r') \Rightarrow$

$$\boxed{i' = \text{sen}^{-1} (1,5 \cdot \text{sen } 11,9^\circ) = 18^\circ}$$

b) $\delta = i + i' - \varphi = 45 + 18 - 40 = \boxed{23^\circ}$

③ Para calcular δ necesito conocer i' .

$$1 \cdot \text{sen } i = n \text{ sen } r \Rightarrow r = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\text{sen } i}{n} \right) = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\text{sen } 22^\circ}{1,46} \right) = 14,9^\circ$$

$$r' = \varphi - r = 48 - 14,9 = 33,1^\circ$$

$$n \text{ sen } r' = 1 \cdot \text{sen } i' \Rightarrow i' = \text{sen}^{-1} (n \text{ sen } r') = \text{sen}^{-1} (1,46 \cdot \text{sen } 33,1^\circ)$$

$$i' = 52,9^\circ$$

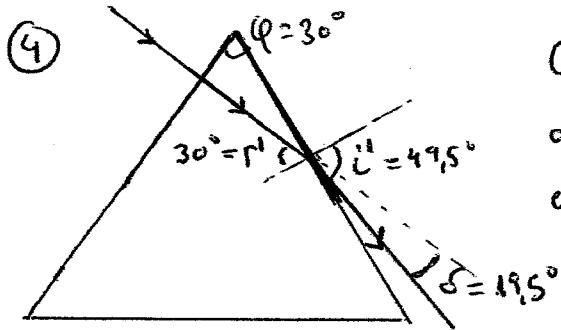
$$\boxed{\delta = i + i' - \varphi = 22 + 52,9 - 48 = 27^\circ}$$

b) Calcular el i para hacer que δ sea mínimo.

$$\varphi = 2r \Rightarrow r = \frac{\varphi}{2} = \frac{48^\circ}{2} = 24^\circ$$

$$1 \cdot \text{sen } i = n \text{ sen } r \Rightarrow i = \text{sen}^{-1} (n \text{ sen } r) = \text{sen}^{-1} (1,46 \cdot \text{sen } 24^\circ) = 36,4^\circ$$

$$\boxed{\delta_m = 2i - \varphi = 2 \cdot 36,4 - 48 = 24,8^\circ \approx 25^\circ}$$



Cuando el rayo incide perpendicularmente a la cara externa, el ángulo de incidencia sobre la cara interna es $r' = \varphi$

$$r' = 30^\circ$$

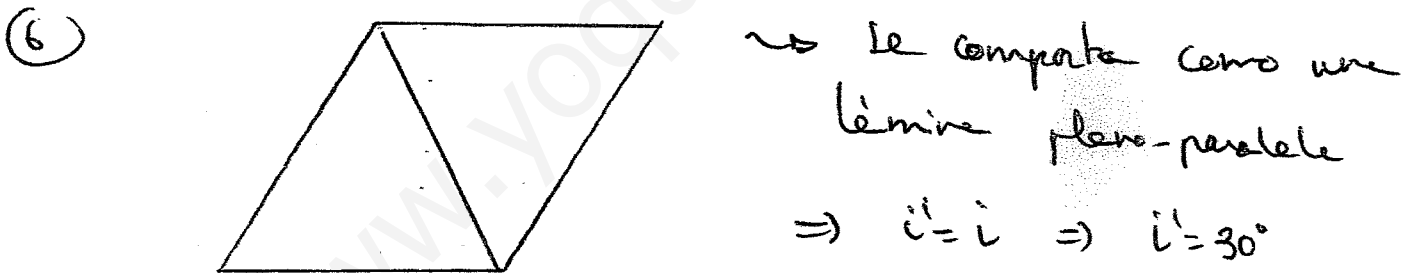
$$n \operatorname{sen} r' = 1 \cdot \operatorname{sen} i' \Rightarrow i' = \operatorname{sen}^{-1}(n \operatorname{sen} r') = \operatorname{sen}^{-1}(1,52 \cdot \operatorname{sen} 30^\circ)$$

$$i' = 49,5^\circ$$

$$\delta = i + i' - \varphi = 0 + 49,5 - 30 = 19,5^\circ$$

⑤ Cuando δ es mínimo $\Rightarrow \varphi = 2r \Rightarrow r = \frac{\varphi}{2} = \frac{30}{2} = 15^\circ$

$$1 \cdot \operatorname{sen} i = n \operatorname{sen} r \Rightarrow \left[n = \frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r} = \frac{\operatorname{sen} 23^\circ}{\operatorname{sen} 15^\circ} = 1,51 \right]$$



⑦ Para saber si se produce o no la refracción hemos de averiguar cuál es el ángulo límite para este sistema:

$$\operatorname{sen} l = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{n} \Rightarrow l = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{1}{n}\right) = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{1}{1,5}\right)$$

$$l = 45^\circ$$

Como el rayo incide perpendicularmente a la cara externa, no se desvía e incide sobre la segunda cara con ángulo $|r' = \varphi| \Rightarrow r' = 60^\circ > 45^\circ = l$

\Rightarrow se produce reflexión total, no hay refracción.

$$\textcircled{8} \quad \text{sen } l = \frac{1}{n} \Rightarrow l = \text{sen}^{-1}\left(\frac{1}{1.46}\right) = 43.2^\circ$$

$$r' = \varphi = 50^\circ > l \Rightarrow \underline{\underline{\text{Reflexión total}}}$$