

- Los índices de refracción absolutos del agua y el vidrio para la luz amarilla del sodio son 1,33 y 1,52 respectivamente.

 - Calcula la velocidad de propagación de esta luz en el vidrio.
 - Halla el índice de refracción relativo del vidrio respecto al agua.

Sol. a) $1,97 \cdot 10^8$ m/s b) 1,14
- Calcula la velocidad de la luz en el etanol si su índice de refracción absoluto es 1,36.

Sol. $2,21 \cdot 10^8$ m/s
- Calcula la longitud de onda en el agua y en el cuarzo de un rayo de luz amarilla cuya longitud de onda en el vacío es 589 nm, sabiendo que los índices de refracción absolutos del agua y el cuarzo son 1,33 y 1,54 respectivamente.

Sol. $\lambda_a = 443$ nm $\lambda_c = 382$ nm
- Un rayo de luz de 625 nm de longitud de onda en el aire penetra en el agua ($n = 1,33$).

 - ¿Cuál es su velocidad en el agua?
 - ¿Cuál es su frecuencia y su longitud de onda en este medio?

Sol. a) $2,26 \cdot 10^8$ m/s b) $4,8 \cdot 10^{14}$ Hz 470 nm
- Un haz de luz monocromática incide desde el aire en el agua con un ángulo de 30° . Parte de la luz se refleja y parte se refracta. Si el índice de refracción absoluto del agua es 1,33, averigua los ángulos de reflexión y de refracción.

Sol. 30° 22°
- Un haz de luz monocromática incide con un ángulo de 45° sobre la superficie de una lámina de vidrio de índice de refracción $n = 1,52$. ¿Cuánto valen los ángulos de reflexión y de refracción?

Sol. 45° $27,7^\circ$
- Una lámina de vidrio de 0,5 cm de espesor tiene un índice de refracción de 1,48 para un determinado rayo de luz. ¿Cuánto tiempo tarda este rayo en atravesarla perpendicularmente?

Sol. $2,46 \cdot 10^{-11}$ s
- Un rayo de luz monocromática, que se propaga en un medio de índice de refracción 1,58, penetra en otro medio, de índice de refracción 1,24, formando un ángulo de incidencia de 15° en la superficie de discontinuidad entre ambos medios. Calcula:

 - El ángulo de refracción.
 - El valor del ángulo límite para estos medios.

Sol. a) $19,3^\circ$ b) $51,7^\circ$
- Un rayo de luz monocromática pasa del agua ($n = 1,33$) al aire. Si el ángulo de incidencia es 30° , calcula:

 - El valor del ángulo de refracción.
 - El ángulo límite.

Sol. a) $41,7^\circ$ $48,8^\circ$
- Una lámina de vidrio de caras planas y paralelas, situada en el aire, tiene un índice de refracción $n = 1,61$ y un espesor de 8,2 cm. Un rayo de luz monocromática incide en la cara superior de la lámina con un ángulo de 30° . Calcula:

 - El valor del ángulo de refracción en el interior de la lámina y del ángulo de emergencia.
 - El desplazamiento lateral que experimenta el rayo al atravesar la lámina y la distancia recorrida por éste dentro de la misma.

Sol. a) $18,1^\circ$ 30° b) $\delta = 1,8$ cm 8,6 cm
- Una lámina de vidrio de caras planas y paralelas, situada en el aire, tiene un espesor de 5,4 cm y un índice de refracción $n = 1,64$. Un rayo de luz monocromática incide en la cara superior de la lámina con un ángulo de 45° . Calcula:

 - Los valores del ángulo de refracción en el interior de la lámina y del ángulo de emergencia.
 - El desplazamiento lateral experimentado por el rayo al atravesar la lámina y la distancia recorrida dentro de la misma.

Sol. a) $25,5^\circ$ 45° b) $\delta = 2$ cm 6 cm
- Sobre una lámina de vidrio de caras plano-paralelas de 1,5 cm de espesor y de índice de refracción 1,58 situada en el aire, incide un rayo de luz monocromática con un ángulo de 30° .

 - ¿Cuánto vale el ángulo de emergencia?
 - Determina la distancia recorrida por el rayo dentro de la lámina y el desplazamiento lateral del rayo emergente.

Sol. a) 30° b) 1,6 cm $\delta = 0,32$ cm

$$\textcircled{1} \quad n = \frac{c}{v} \quad n_a = 1,33 \quad n_v = 1,52$$

$$\text{a) } v_a = \frac{c}{n_a} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,52} = \boxed{1,97 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

$$\text{b) } \frac{n_v}{n_a} = \frac{1,52}{1,33} = \boxed{1,14}$$

$$\textcircled{2} \quad v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,36} = \boxed{2,21 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

$$\textcircled{3} \quad \lambda_0 = 589 \text{ nm} \quad n_a = 1,33 \quad n_c = 1,54$$

$$n_0 \cdot \lambda_0 = n_a \cdot \lambda_a \Rightarrow \lambda_a = \frac{n_0 \cdot \lambda_0}{n_a} = \frac{1 \cdot 589}{1,33} = \boxed{443 \text{ nm}}$$

$$\lambda_c = \frac{n_0 \cdot \lambda_0}{n_c} = \frac{1 \cdot 589}{1,54} = \boxed{382 \text{ nm}}$$

$$\textcircled{4} \quad \lambda_0 = 625 \text{ nm} \quad n_0 = 1 \quad n_a = 1,33$$

$$\text{a) } v_a = \frac{c}{n_a} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33} = \boxed{2,26 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

$$\text{b) } \left. \begin{array}{l} c = \lambda_0 \nu \\ v_a = \lambda_a \nu \end{array} \right\} \text{ Como } \nu \text{ no cambia, la calculo a} \\ \text{partir de los datos en el aire.}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{625 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \boxed{4,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$$

$$n_0 \lambda_0 = n_a \lambda_a$$

$$\lambda_a = \frac{n_0 \lambda_0}{n_a} = \frac{1 \cdot 625}{1,33} = \boxed{470 \text{ nm}}$$

5

Reflexión: $\hat{i} = \hat{r} \Rightarrow \boxed{\hat{r} = 30^\circ}$

Refracción: $n_1 \text{sen } \hat{i} = n_2 \text{sen } \hat{r}$

$$\text{sen } \hat{r} = \frac{n_1 \text{sen } \hat{i}}{n_2} = \frac{1 \cdot \text{sen } 30^\circ}{1,33} = 0,38$$

$$\hat{r} = \text{sen}^{-1}(0,38) = \boxed{22^\circ}$$

6

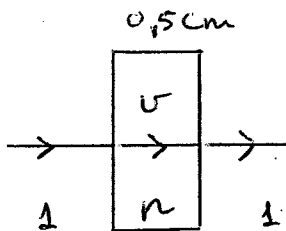
Reflexión: $\hat{r} = \hat{i} = \boxed{45^\circ}$

Refracción: $n_1 \text{sen } \hat{i} = n_2 \text{sen } \hat{r}$

$$\text{sen } \hat{r} = \frac{n_1 \text{sen } \hat{i}}{n_2} = \frac{1 \cdot \text{sen } 45^\circ}{1,52}$$

$$\hat{r} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\text{sen } 45^\circ}{1,52}\right) = \boxed{27,7^\circ}$$

7



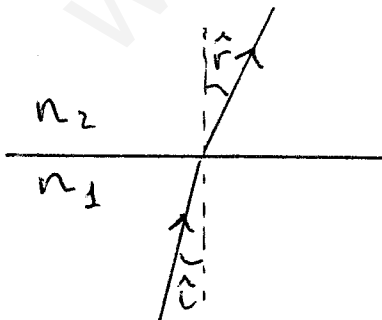
$$s = vt$$

$$s = 0,5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,48} = 2,03 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{2,03 \cdot 10^8} = \boxed{2,46 \cdot 10^{-11} \text{ s}}$$

8



a) $\hat{i} = 15^\circ$ $n_1 = 1,58$ $n_2 = 1,24$

$$n_2 \text{sen } \hat{r} = n_1 \text{sen } \hat{i}$$

$$\text{sen } \hat{r} = \frac{n_1 \text{sen } \hat{i}}{n_2}$$

$$\hat{r} = \text{sen}^{-1}\left[\frac{n_1 \text{sen } \hat{i}}{n_2}\right] = \text{sen}^{-1}\left[\frac{1,58 \cdot \text{sen } 15^\circ}{1,24}\right]$$

$$\boxed{\hat{r} = 19,3^\circ}$$

b) El ángulo límite es aquel para el cual

$$\hat{r} = 90^\circ$$

$$n_1 \operatorname{sen} \hat{i}_e = n_2 \operatorname{sen} 90^\circ$$

$$\operatorname{sen} \hat{i}_e = \frac{n_2 \cdot \operatorname{sen} 90^\circ}{n_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\hat{i}_e = \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\hat{i}_e = \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{1,24}{1,58} \right) = \boxed{51,7^\circ}$$

9) Este ejercicio es análogo al n° 8 :

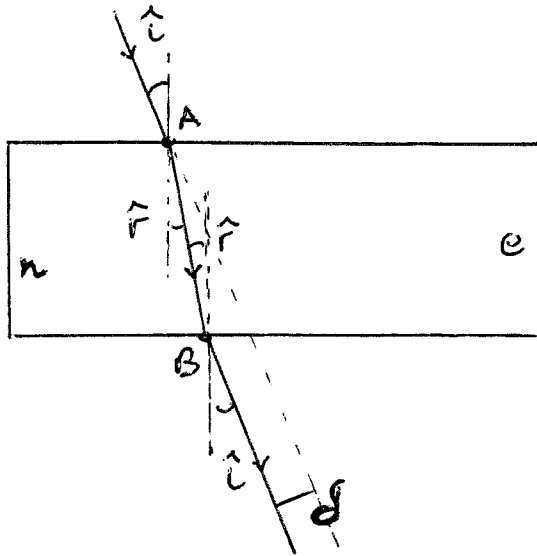
$$a) \hat{r} = \operatorname{sen}^{-1} \left[\frac{n_1 \operatorname{sen} \hat{i}}{n_2} \right]$$

$$\hat{r} = \operatorname{sen}^{-1} \left[\frac{1,33 \cdot \operatorname{sen} 30^\circ}{1} \right] = \boxed{41,7^\circ}$$

$$b) \hat{i}_e = \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\hat{i}_e = \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{1}{1,33} \right) = \boxed{48,8^\circ}$$

10



$$\hat{i} = 30^\circ$$

$$n = 1,61$$

$$e = 8,2 \text{ cm}$$

$$n_{\text{air}} = 1$$

a) En A se cumple:

$$n_{\text{air}} \cdot \text{sen } \hat{i} = n \text{ sen } \hat{r}$$

$$\text{sen } \hat{r} = \frac{\text{sen } \hat{i}}{n} = \frac{\text{sen } 30^\circ}{1,61}$$

$$\hat{r} = \text{sen}^{-1} \left[\frac{\text{sen } 30^\circ}{1,61} \right] = \boxed{18,1^\circ}$$

$$\hat{i}_{\text{emergencia}} = \hat{i} = \boxed{30^\circ}$$

$$b) \quad d = e \frac{\text{sen}(\hat{i} - \hat{r})}{\text{cos } \hat{r}} = 8,2 \cdot \frac{\text{sen}(30^\circ - 18,1^\circ)}{\text{cos } 18,1^\circ}$$

$$d = \boxed{1,8 \text{ cm}}$$

$$e = \overline{AB} \text{ cos } \hat{r}$$

$$\overline{AB} = \frac{e}{\text{cos } \hat{r}} = \frac{8,2}{\text{cos } 18,1^\circ} = \boxed{8,6 \text{ cm}}$$

(11) Problema análogo al ejercicio 10

$$e = 5,4 \text{ cm} \quad \text{aire} = 1$$

$$n = 1,64 \quad \hat{L} = 45^\circ$$

$$a) \quad \text{sen } \hat{r} = \frac{\text{sen } \hat{L}}{n} = \frac{\text{sen } 45^\circ}{1,64}$$

$$\hat{r} = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\text{sen } 45^\circ}{1,64} \right) = \boxed{25,5^\circ}$$

$$\hat{L}_{\text{emergencia}} = \hat{L} = \boxed{45^\circ}$$

$$b) \quad d = e \frac{\text{sen}(\hat{L} - \hat{r})}{\text{cos } \hat{r}} = 5,4 \cdot \frac{\text{sen}(45^\circ - 25,5^\circ)}{\text{cos } 25,5^\circ} = \boxed{2 \text{ cm}}$$

$$\overline{AB} = \frac{e}{\text{cos } \hat{r}} = \frac{5,4}{\text{cos } 25,5^\circ} = \boxed{6 \text{ cm}}$$

(12) Análogo a los anteriores:

$$\hat{L} = 30^\circ \quad n = 1,58 \quad e = 1,5 \text{ cm}$$

$$a) \quad \hat{L}_{\text{emergencia}} = \hat{L} = 30^\circ$$

$$b) \quad \hat{r} = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\text{sen } \hat{L}}{n} \right) = \text{sen}^{-1} \left[\frac{\text{sen } 30^\circ}{1,58} \right] = 18,4^\circ$$

$$\overline{AB} = \frac{e}{\text{cos } \hat{r}} = \frac{1,5}{\text{cos } 18,4^\circ} = \boxed{1,6 \text{ cm}}$$

$$d = e \frac{\text{sen}(\hat{L} - \hat{r})}{\text{cos } \hat{r}} = 1,5 \frac{\text{sen}(30^\circ - 18,4^\circ)}{\text{cos } 18,4^\circ} = \boxed{0,32 \text{ cm}}$$