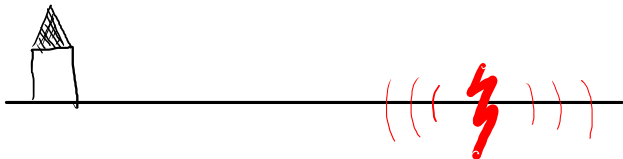


4.2.3- Una estación sísmica es capaz de estimar la distancia a la que se originó un temblor gracias al retraso entre la llegada de las ondas P (longitudinal) y S (transversal). Típicamente la velocidad de propagación de las ondas P es de 5,0 km/s , y la de las S es 1,73 veces menor. Si la onda S se registra 2,19 s luego de la P, ¿a qué distancia del detector se produjo el sismo?



$$v_p = 5.0 \times 10^3 \text{ m/s}$$

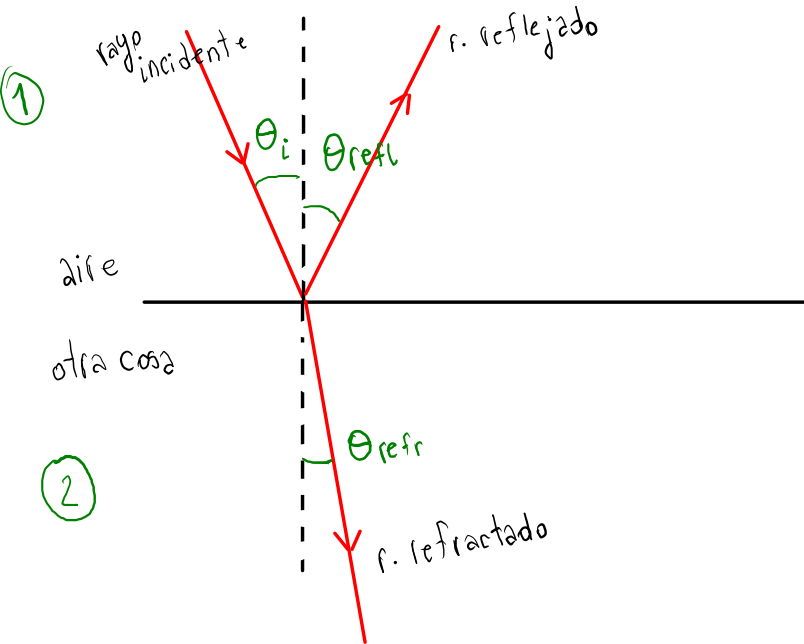
$$v_s = \frac{v_p}{1.73}$$

shear

$$\begin{aligned} & \cdot t_p, t_s \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2,19 \text{ s} = t_s - t_p \\ d = v_p t_p \\ d = v_s t_s \end{array} \right. \rightarrow \begin{array}{l} 2,19 \text{ s} = 1,73 t_p - t_p = 0,73 t_p \\ \cancel{v_p} t_p = \frac{\cancel{v_p}}{1,73} t_s \\ 1,73 t_p = t_s \end{array} \end{aligned}$$

$$d = 4,0 \text{ km}$$

REFLEXIÓN & REFRACCIÓN



$$\theta_i = \theta_{refl}$$

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_{refr}$$

LEY de SNELL

→ índice de refracción $[n] = 1$

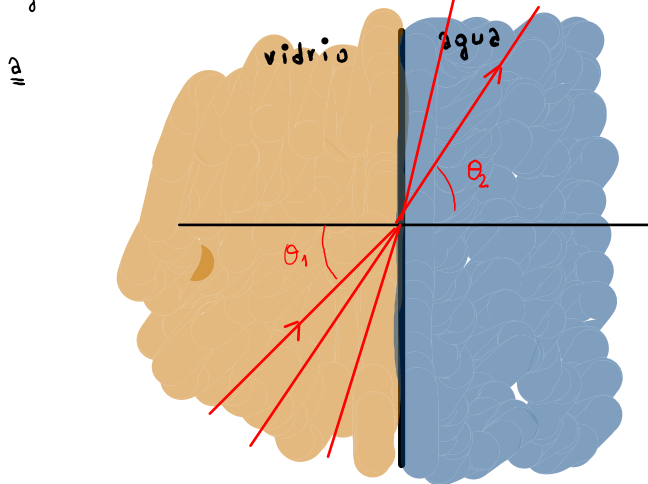
$$n \equiv \frac{c}{v_{\text{wz en medio}}}$$

5.1- a) Un rayo de luz incide desde el vidrio en una superficie vidrio-agua formando un ángulo de 45° . Hallar el ángulo de refracción si el índice de refracción del vidrio es de 1,5.

b) ¿Cuál es el ángulo crítico para la reflexión total de la luz que pasa desde un vidrio de índice de refracción 1,5 al aire?

c) Un rayo de luz incide desde el aire al agua con un ángulo de 30° respecto a la normal. Parte de la luz se refleja y parte se refracta. Hallar los ángulos de ambos rayos. ¿Qué cambiaría si el rayo incidiera con el mismo ángulo pero desde el agua al aire?

$$n_{\text{agua}} = 1.33 \quad n_{\text{vidrio}} = 1.5$$



$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$$

$$\text{sen } \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \text{ sen } \theta_1$$

$$\theta_2 = \arcsen \left(\frac{1.5}{1.33} \text{ sen } 45^\circ \right)$$

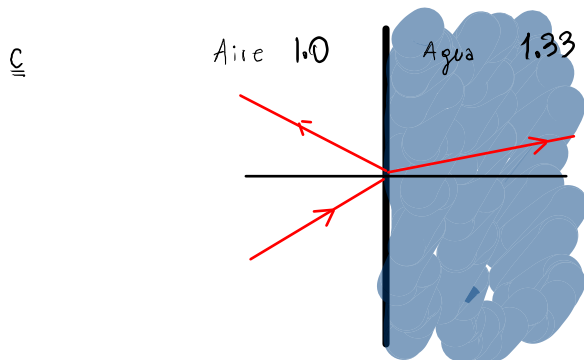
$$\theta_2 \approx 53^\circ$$

$$\theta_2 = 90^\circ \rightarrow \text{sen } \theta_2 = 1$$

$$n_1 \text{ sen } \theta_c = n_2 \cdot 1$$

$$\theta_c = \arcsen \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_c = \arcsen \left(\frac{1.0}{1.5} \right) = 42^\circ$$



"A mayor índ de refracción,
menor ángulo con la normal"

$$\theta_i = 30^\circ$$

$$\theta_{\text{refl}} = 30^\circ$$

$$\text{sen } \theta_{\text{refr}} = \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{agua}}} \text{ sen } \theta_i$$

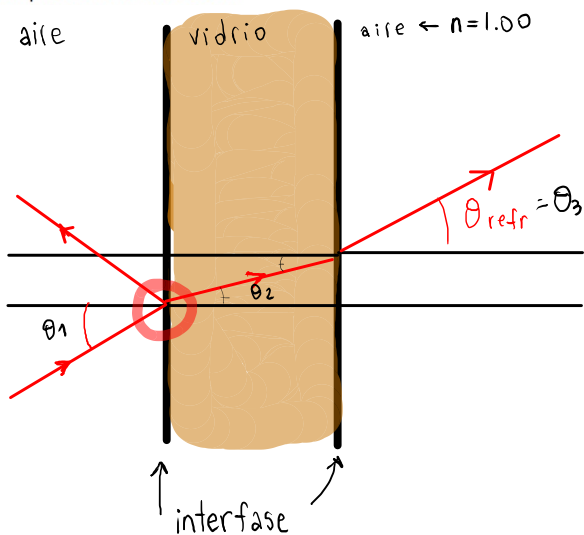
$$\theta_{\text{refr}} = 22^\circ$$

5.2- Un rayo de luz llega desde afuera y pasa por una ventana de vidrio en nuestra habitación. Inicialmente ingresa desde el aire al vidrio con un ángulo de $30,0^\circ$ respecto a la normal. Parte de la luz se refleja y parte se refracta. El índice de refracción del vidrio es 1,55.

a) ¿Cuánto valen los ángulos de reflexión y refracción?

b) El rayo refractado sigue su curso dentro del vidrio hasta que pasa al interior de la habitación. ¿Cuánto vale el ángulo respecto a la dirección normal al vidrio del rayo que ingresa a la habitación?

c) ¿Con qué ángulo debería incidir un rayo desde el vidrio para que no pueda pasar del vidrio a la habitación? ¿Qué fenómeno se produciría en ese caso?



$$\theta_{\text{refr}} = 18.8^\circ$$

$$c \quad \theta_c = a \text{sen} \left(\frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{vid}}} \right)$$

$$b \quad \theta_i = 18.8^\circ$$

$$= 40.2^\circ$$

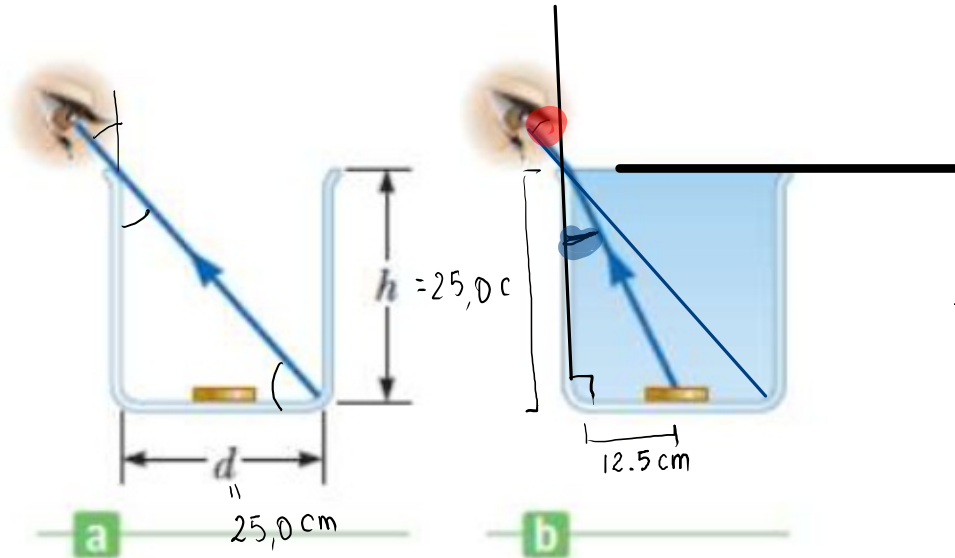
$$\theta_{\text{refr}} = 30.0^\circ$$

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$$

$$n_2 \text{sen} \theta_2 = n_3 \text{sen} \theta_3$$

$$\text{sen} \theta_1 = \text{sen} \theta_3$$

5.5- Una lata cilíndrica tiene un diámetro $d = 25,0$ cm y una altura $h = 25,0$ cm. Un observador se coloca de tal manera que puede ver únicamente la parte más distante del fondo (figura a). Luego se vierte líquido dentro de la lata y cuando alcanza el borde, el observador, sin cambiar su posición original, alcanza precisamente a ver una pequeña moneda que se encuentra centrada en el fondo de la lata (figura b). ¿Cuál es el índice de refracción del líquido?



$$\theta_{\text{refr}} = 45^\circ$$

$$\theta_{\text{inc}} = 26,57^\circ$$

$$n_{\text{aire}} = 1,00$$

$$n_{\text{lq}} = ?$$

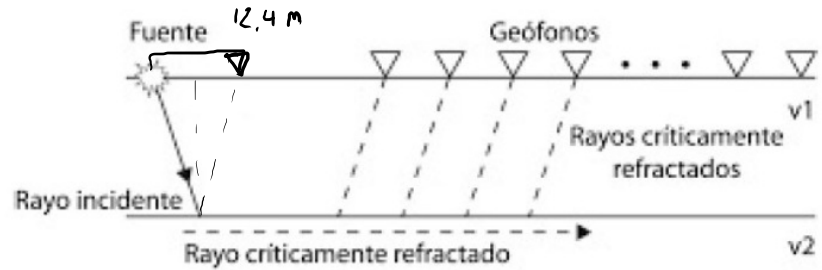
$$\tan \theta_i = \frac{12,5}{25,0} = 0,5$$

$$\theta_i = \text{atan } 0,5 = 26,57^\circ$$

$$n_{\text{lquido}} \cdot \sin \theta_i = 1,00 \cdot \sin \theta_{\text{refr}}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \theta_{\text{re}}}{\sin \theta_i} = 1,58$$

5.4- Las ondas que se propagan bajo la superficie terrestre responden a las mismas propiedades que la luz. Estas propiedades son usadas para obtener modelos de las capas sub-superficiales, por ejemplo mediante el método de refracción sísmica, que consiste en estudiar las ondas generadas por un frente de ondas que viaja por la interfase entre dos capas de diferente índice de refracción.



a) Explique cómo funciona el método ayudándose de la imagen (Sugerencia: piense qué sucede con la velocidad de los rayos). ¿El método funciona cuando una capa de menor índice de refracción se encuentra sobre una de mayor índice de refracción ($v_1 > v_2$)?

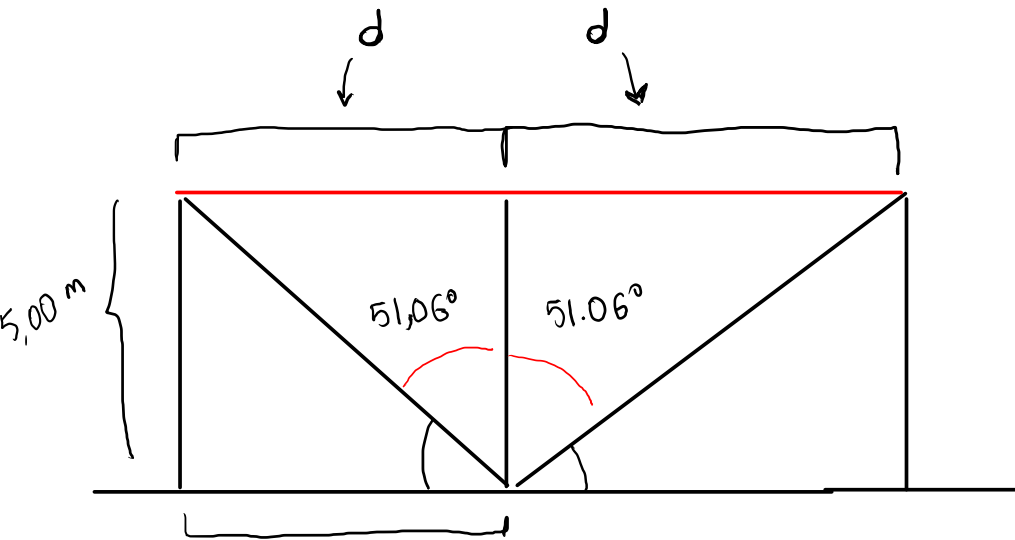
b) A una profundidad de 5,00 metros se encuentra una roca donde la velocidad de las ondas es de 4.500 m/s. En la capa superficial las ondas tienen una velocidad de 3.500 m/s. Calcule el ángulo crítico y la distancia desde la fuente a la que se comienzan a detectar las ondas refractadas.

$$\underline{a} \quad R.T.O. \Leftrightarrow n_1 > n_2 \Leftrightarrow v_1 < v_2$$

$$\underline{b} \quad n = \frac{c}{v} \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{c}{v_1} / \frac{c}{v_2} = \frac{c}{v_1} \cdot \frac{v_2}{c} = \frac{v_2}{v_1}$$

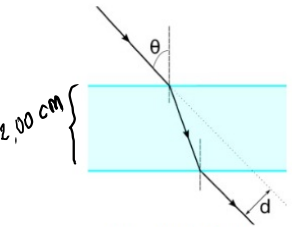
$$\theta_c = \text{asen} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) = \text{asen} \left(\frac{v_1}{v_2} \right) = 51,06^\circ$$



$$\tan = \frac{op}{ady}$$

$$op = \tan \cdot ady \Rightarrow d = 5,00 \text{ m} \cdot \tan 51,06^\circ$$

$$2d = 12,4 \text{ m}$$

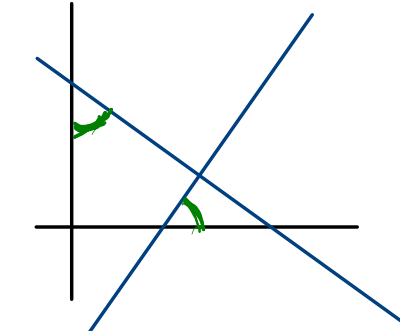
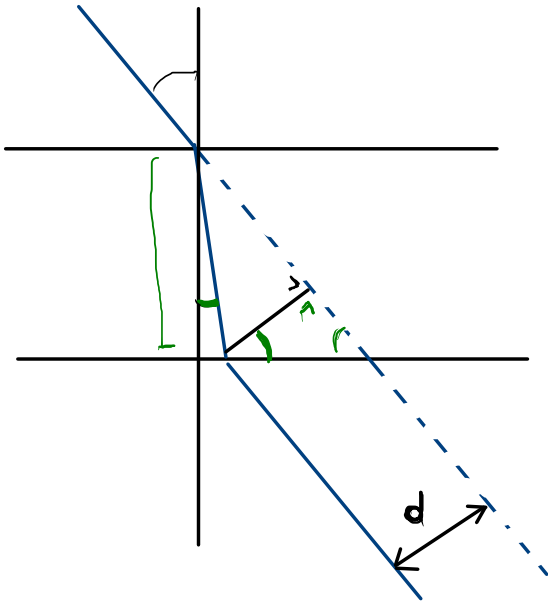
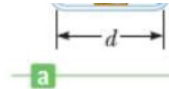


5.6- Un rayo de luz incide sobre un vidrio plano de $n = 1,50$ y $2,00$ cm de espesor formando un ángulo de $\theta = 30,0^\circ$ con la normal.

a) Determinar los ángulos de incidencia y refracción en cada superficie.

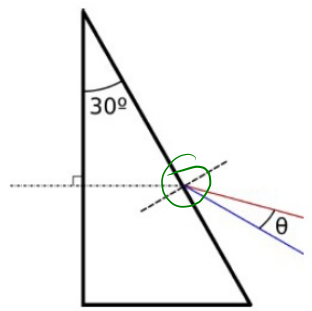
b) El rayo que emerge por el otro lado del plano está desplazado una distancia d con respecto a la extrapolación recta del rayo incidente

original. ¿Cuánto es este desplazamiento?



5.7- Prismas a) Luz blanca entra en un prisma de vidrio de sección triangular. Incide perpendicularmente a la cara delantera y es refractada en la cara trasera. El ángulo entre las caras es de $30,0^\circ$. Si el índice de refracción del vidrio es $n_A = 1,525$ para la luz azul ($\lambda = 450 \text{ nm}$) y $n_R = 1,512$ para luz roja ($\lambda = 650 \text{ nm}$) ¿cuál es el ángulo entre la luz roja y la luz azul después de pasar por el prisma?

$$n_1 \sin 0^\circ = 0 \rightarrow \theta_{\text{refr}} = 0$$



b) El índice de refracción para luz violeta en vidrio de sílice es 1,66, y el de la luz roja es 1,62. ¿Cuál es la dispersión angular de la luz visible que pasa a través de un prisma equilátero con ángulo vértice de $60,0^\circ$, si el ángulo de incidencia es $50,0^\circ$?

