

# 1 Ángulo crítico

Imagínese un rayo de luz llegando a una superficie, para la cual se cumple que  $n_1 > n_2$ , es decir, el índice de refracción del primer medio es mayor que el del segundo medio. Esto significa, además que, el rayo de luz luego de atravesar la interfaz se aleja de la normal ( $\theta_t > \theta_i$ ). Supongamos que el ángulo de refracción es  $\theta_t = 90^\circ$ , usando la ley de Snell podemos encontrar el ángulo de incidencia:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t \quad (1)$$

$$\sin \theta_i = \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_t \quad (2)$$

$$\theta_i = \sin^{-1} \left( \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_t \right) \quad (3)$$

$$\theta_i = \sin^{-1} \left( \frac{n_2}{n_1} \sin (90^\circ) \right) \quad (4)$$

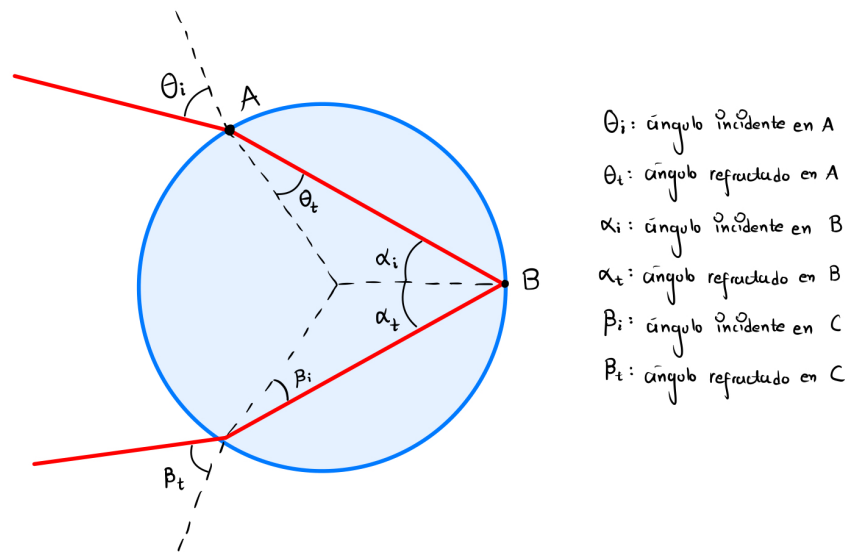
$$\theta_c = \sin^{-1} \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \quad (5)$$

Cuando un rayo de luz atraviesa una interfaz y su ángulo de refracción es  $\theta_t = 90^\circ$ , a la ecuación (5) se le conoce como **ángulo crítico**  $\theta_c$ . Para ángulos de incidencia de la luz más grandes que el ángulo crítico  $\theta_c$ , no hay rayo de luz refractado y toda la luz es reflejada. Este fenómeno se conoce como reflexión total interna.

El fenómeno de reflexión total interna tiene una aplicación importante en la comunicación a través de fibras ópticas. En cada punto de incidencia en el interior de la fibra de vidrio es  $\theta_i > \theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ , y así la luz permanece dentro de la fibra óptica sin que se escape fuera de ella ver Video1, Video2 y Video3).

Con la información anterior resuelva el siguiente ejercicio:

1. Un arco iris se produce por la reflexión total de la luz del sol en gotas esféricas de agua en el aire, en la figura 1 se presenta una rayo que se refracta en una gota de agua en el punto A, se refleja en la superficie posterior de la gota en el punto B y se refracta de regreso al aire en el punto C. Demuestre que:  $\alpha_i = \theta_t, \beta_i = \theta_t, \beta_t = \theta_i$



## 2 Ángulo de desviación

El ángulo de incidencia que se ilustra en la figura 2 se eligió de manera que la luz pase simétricamente a través del prisma, el cual tiene índice de refracción  $n$  y ángulo  $A$  en el vértice. a) Demuestre que el ángulo de desviación  $\delta$  (aquel que hay entre las direcciones inicial y final del rayo) está dado por:

$$\delta = 2 \sin^{-1} \left( \sin \left( \frac{A}{2} \right) \right) \quad (6)$$

b) Utilice el resultado del inciso anterior para encontrar el ángulo de desviación de un rayo de luz que pasa simétricamente por un prisma que tiene tres ángulos iguales ( $A = 60^\circ$ ) y  $n = 1.52$ .

