

Fórmulas y constantes a utilizar:

$$c = 300000 \frac{Km}{seg} = 3 * 10^8 m/seg$$

$$n_1 * \sin(\theta_1) = n_2 * \sin(\theta_2)$$

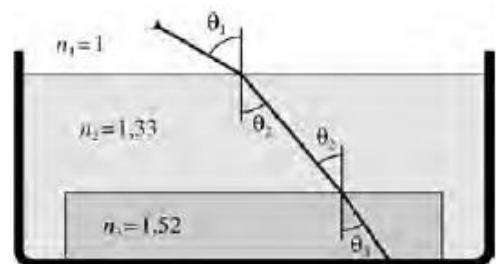
$$n(\text{índice de refracción}) = \frac{c(\text{celeridad de una onda EM en el vacío})}{v(\text{Velocidad de propagación en el medio})}$$

$$\lambda(\text{longitud de onda}) = \frac{v(\text{Velocidad de propagación en el medio})}{f(\text{frecuencia de la onda})}$$

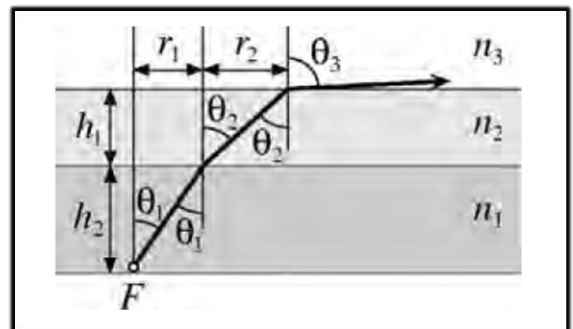
$$AN = \sqrt{\text{abs}(n_1^2 - n_2^2)}$$

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

- 1) Un rayo de luz que se propaga en el aire entra en el agua con un ángulo de incidencia de 45°. Si el índice de refracción del agua es de 1,33, ¿cuál es el ángulo de refracción? Rta:  $\theta_2=32.12^\circ$
- 2) Una radiación de frecuencia  $f=5 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$  se propaga en el agua. Calcular la velocidad de propagación y la longitud de onda de dicha radiación. El índice de refracción del agua es  $n=1,33$ : Rta.:  $v = 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}$ ;  $\lambda = 4.52 \times 10^{-7} \text{ m}$
- 3) Una capa de aceite ( $n=1.45$ ) flota sobre el agua ( $n=1.33$ ). Un rayo de luz penetra dentro del aceite con un ángulo incidente de 40°. Encuéntrese el ángulo (Alfa) que el rayo hace, con el límite entre el agua y el aceite. Rta.:  $45.5^\circ$
- 4) Un vidrio grueso con índice de refracción  $n_3 = 1,52$  yace en el fondo de un estanque con agua ( $n_2 = 1,33$ ). Un rayo de luz en el aire ( $n_1 = 1$ ) incide sobre el agua, formando un ángulo  $\theta_1 = 60^\circ$  con la vertical. ¿Qué ángulos hay entre el rayo y la normal (A) en el agua y (B) en el vidrio? Rta..  $A=40.6^\circ$  y  $B=34.7^\circ$



- 5) Una fuente puntual F de luz se encuentra inmersa en un líquido transparente con índice de refracción igual a  $n_1$ . Sobre éste existe otro fluido de menor densidad que tiene un índice de refracción  $n_2$ . Finalmente, en la parte superior, el medio es el aire ( $n_3 = 1$ ). Encuentre el radio  $r_1 + r_2$  del círculo en la superficie por el cual consigue escapar la luz. Rta.:

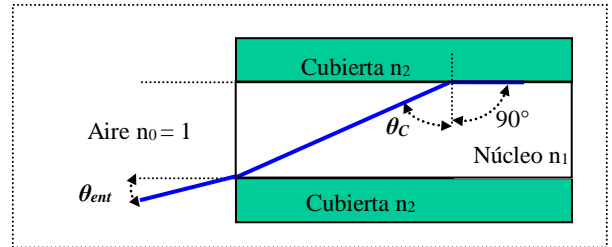


$$r = r_1 + r_2 = h_1 \tan \theta_1 + h_2 \tan \theta_2 = \frac{h_1}{\sqrt{n_1^2 - 1}} + \frac{h_2}{\sqrt{n_2^2 - 1}}$$

- 6) Para una fibra óptica multimodo de índice escalón, con un  $\vartheta_c = 75,40^\circ$  y un índice de refracción de la cubierta  $n_2 = 1,5$  calcular la apertura numérica NA,  $n_1$  y el ángulo máximo de entrada o aceptación.

**Respuesta:**

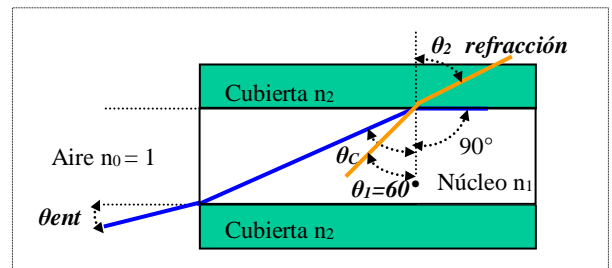
**NA = 0,3905,  $n_1=1.55$  y  $\vartheta_{ent} = 22,98^\circ$**



- 7) Teniendo en cuenta los datos del problema 6, determinar si un haz de luz que incide en la interfase núcleo-cubierta con un ángulo de  $60^\circ$  respecto de su normal, se refleja o se refracta. Determinar además el ángulo de salida.

**Respuesta: Se refracta,**

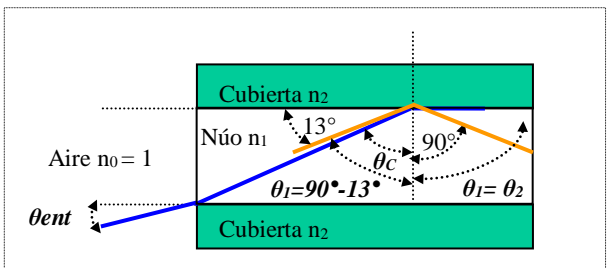
**Con ángulo de refracción  $\theta_2 = 63,49^\circ$**



- 8) Teniendo en cuenta los datos del problema 6, determinar si un haz de luz que incide en la interfase núcleo-cubierta con un ángulo de  $13^\circ$  respecto de la misma, se refleja o se refracta. Determinar además el ángulo de salida.

**Respuesta: Se refleja,**

**con ángulo de refracción  $\theta_2 = 77^\circ$**

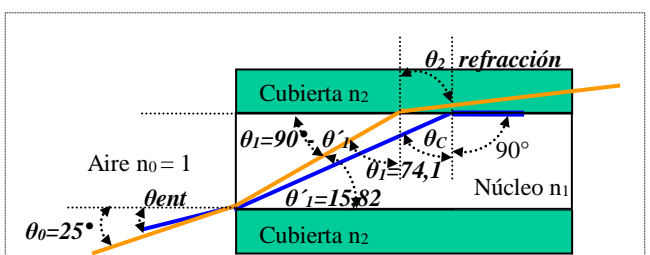


- 9) Teniendo en cuenta los datos del problema 6, determinar si un haz de luz que incide en la interfase aire-núcleo con un ángulo de  $25^\circ$  respecto de su normal, se propaga dentro de la fibra por "Reflexión interna total". Analizar la trayectoria del mismo.

**Respuesta: El haz no se propaga**

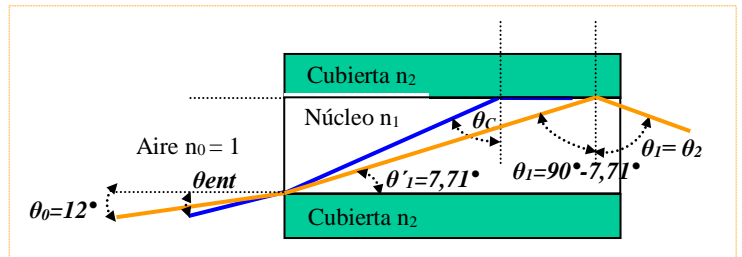
**por la FO, se escapa con ángulo**

**de refracción  $\vartheta_2 = 83,8216^\circ$**



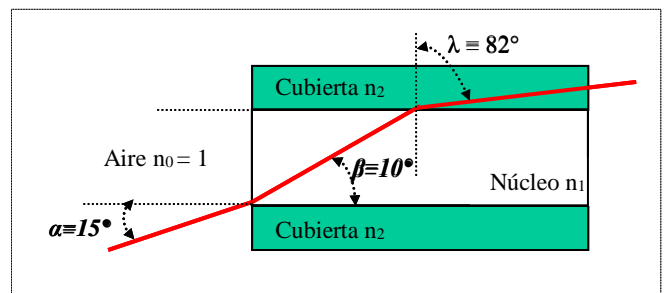
- 10) Teniendo en cuenta los datos del problema 6, determinar si un haz de luz que incide en la interfase aire-núcleo con un ángulo de  $12^\circ$  respecto de su normal, se propaga dentro de la fibra por "Reflexión interna total". Analizar la trayectoria del mismo.

**Respuesta:** El haz se propaga por la FO por Reflexión interna total con ángulo  $\theta_2 = 82,291^\circ$



- 11) En la figura podemos observar la representación gráfica de una fibra óptica multimodo de índice escalón donde un haz de luz que incide en la interfase aire-núcleo con un ángulo  $\alpha$  termina finalmente escapándose del núcleo de la FO con un ángulo  $\lambda$ . Calcular  $n_1$  y  $n_2$ .

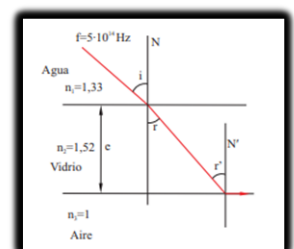
**Respuesta:**  $n_1 = 1,49048$  y  $n_2 = 1,4822$



- 12) Un rayo luminoso que se propaga en el aire incide sobre el agua de un estanque con un ángulo de  $30^\circ$ . ¿Qué ángulo forman entre si los rayos reflejado y refractado? b) Si el rayo luminoso se propagase desde el agua hacia el aire ¿A partir de que valor del ángulo de incidencia se presentará el fenómeno de reflexión total?

Datos: índice de refracción del agua =  $4/3$ . Rta.: a)  $\delta = 127,98^\circ$ , b)  $L = 48,59^\circ$

- 13) Una lámina de vidrio (índice de refracción  $n = 1,52$ ) de caras planas y paralelas y espesor  $c$  se encuentra entre el aire y el agua. Un rayo de luz monocromática de frecuencia  $5 \cdot 10^{14}$  Hz incide desde el agua en la lámina. Determine: a) Las longitudes de onda, del rayo en el agua y en el vidrio. b) El ángulo de incidencia en la primera cara de la lámina a partir del cual se produce reflexión total interna en la segunda cara. Datos: Índice de refracción de agua  $n = 1,33$ ; Velocidad de la luz en el vacío  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s. Rta.:  $r' = 41,14^\circ$  y  $i = 48,75^\circ$



- 14) Un rayo de luz, de longitud de onda en el vacío  $\lambda_0=650$  nm, incide desde el aire sobre un extremo de la fibra óptica, formando un ángulo  $\theta$  con el eje de la fibra, siendo el índice de refracción,  $n_1=1.48$ , dentro de la fibra. Se pide: a) ¿Cuál es la longitud de onda, de la luz, dentro de la fibra? b) La fibra esta revestida, de un material de índice de refracción  $n_2=1.44$  ¿Cuál es el valor máximo del ángulo  $\theta$ , para que produzca Reflexión Total Interna en P? Rta.: a)  $\lambda=439$  nm b)  $\theta=19.98^\circ$
- 15) Se necesita calcular un enlace entre 2 switches ATM que son parte de una MAN usando FO multimodo estandarizada EIA 492, con emisor LED que transmiten en la primera ventana (850 nm) con una potencia de 0 dBm y con un receptor de sensibilidad -25 dbm. Los switch ATM permiten configurar el bitrate del enlace a 622 ó 155 Mbps y la distancia entre los mismos es de 3000 m. La FO ha de tener necesariamente 3 empalmes (0,3 dB c/u) y entonces tendrá 4 pares de conectores (0,7 dB c/u). El efecto de ensanchamiento de los pulsos por la dispersión limita la capacidad de esta FO a 500 Mbps.Km. Se requiere:
- a) Determinar si el enlace funcionará.
  - b) Informar el máximo bitrate (Mbps) a la que podrá operar el enlace con una calidad óptima.

**a) Respuesta: La FO funcionará, ya que cumple la factibilidad técnica.**

**b) Respuesta: Máximo bitrate = 155 Mbps.**