

LOS SEGMENTOS $\overline{AC} = \overline{BD} = v_i \Delta t$

PORQUE LE TOMA EL MISMO TIEMPO DE LLEGAR DE A A C QUE SON LAS ONDAS REFLEJAS, QUE DE B A D QUE SON LAS ONDAS INCIDENTES.

LOS DOS TRIANGULOS COMPARTEN LA HIPOTENUSA:

$$\frac{\text{sen } \theta_i}{\overline{BD}} = \frac{\text{sen } \theta_r}{\overline{AC}}$$

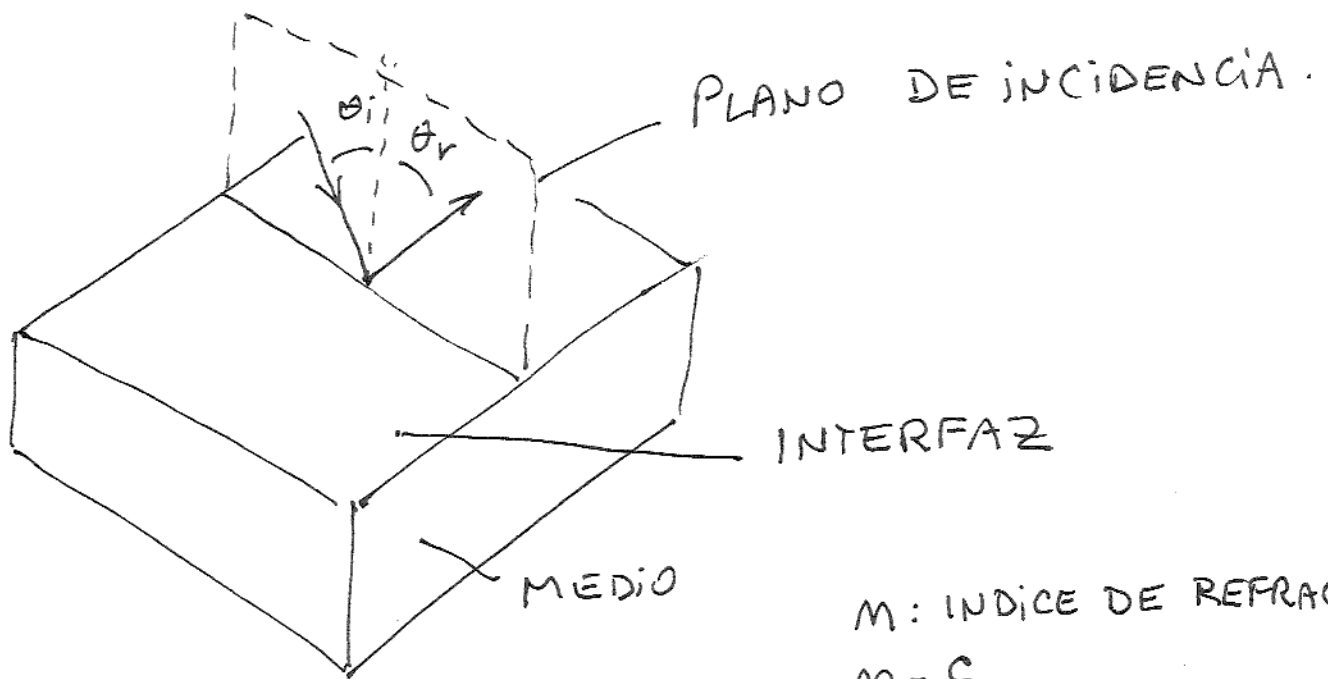
$$\text{sen } \theta_i = \text{sen } \theta_r$$

POR LO TANTO

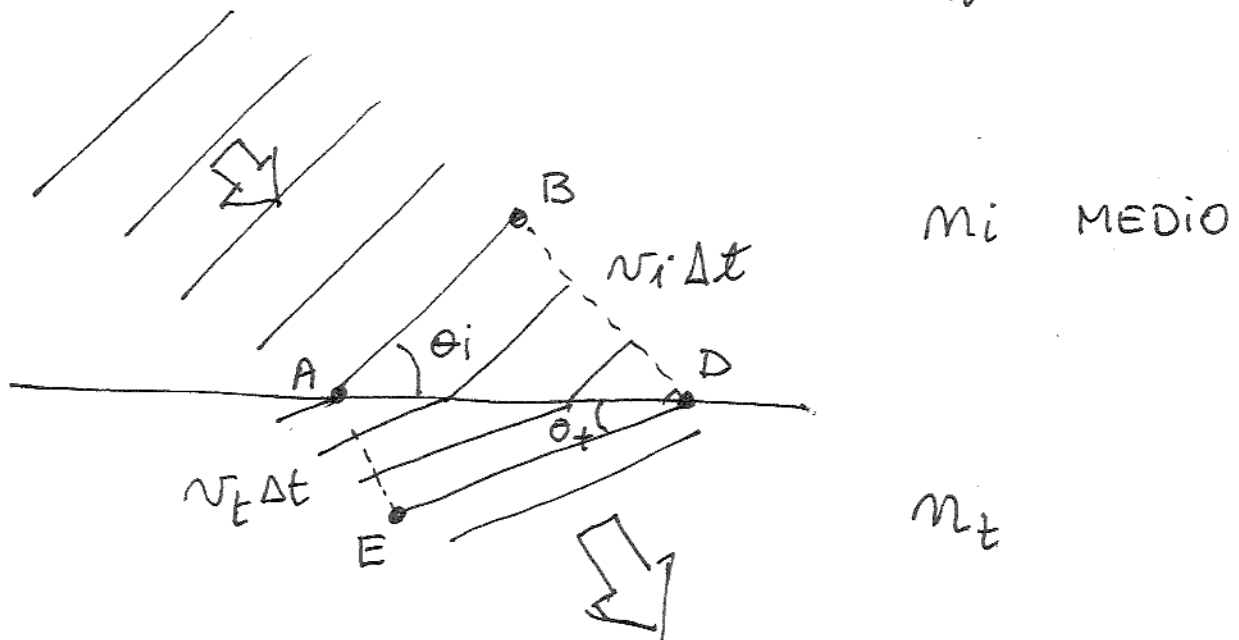
$$\boxed{\theta_i = \theta_r}$$

LEY DE LA REFLEXION.

EL ANGULO DE INCIDENCIA ES IGUAL AL ANGULO DE REFLEXION



n : INDICE DE REFRACCION
 $n = \frac{c}{v}$



ABD Y ADE COMPARTEN LA MISMA HIPOTENUSA.

$$\frac{\overline{sen \theta_i}}{\overline{BD}} = \frac{\overline{sen \theta_t}}{\overline{AE}}$$

$$\overline{BD} = n_i \Delta t$$

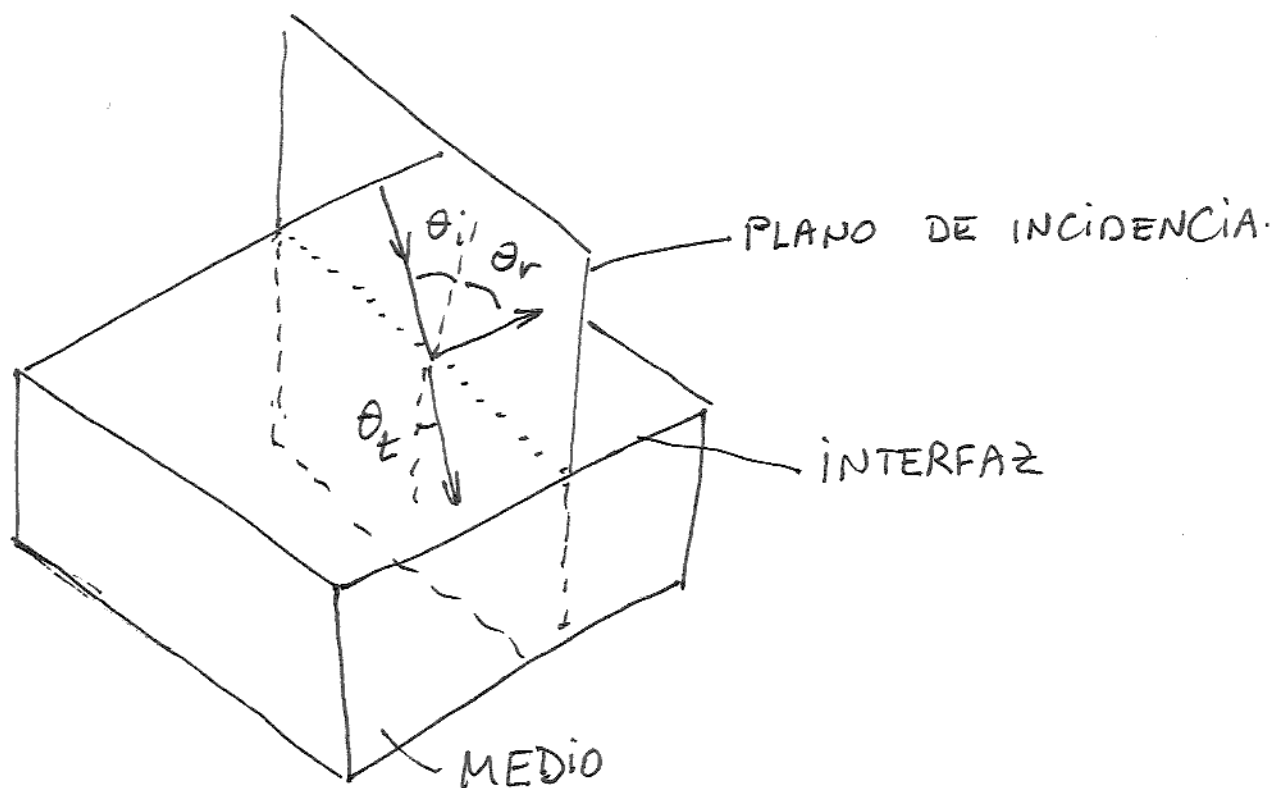
$$\overline{AE} = n_t \Delta t$$

$$\frac{\overline{sen \theta_i}}{n_i} = \frac{\overline{sen \theta_t}}{n_t}$$

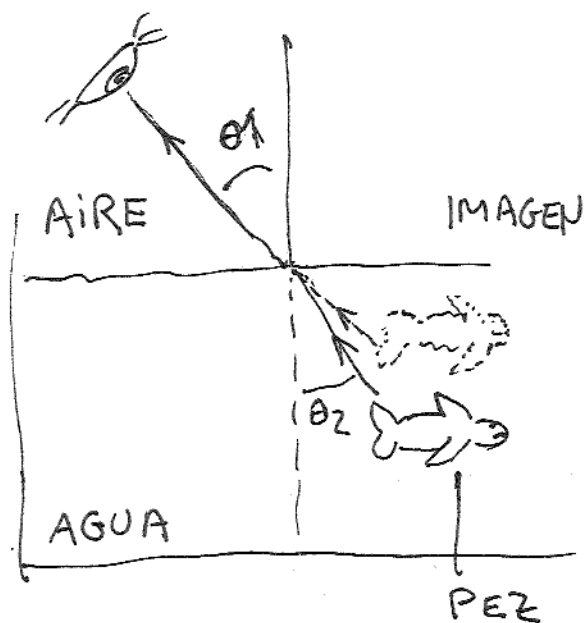
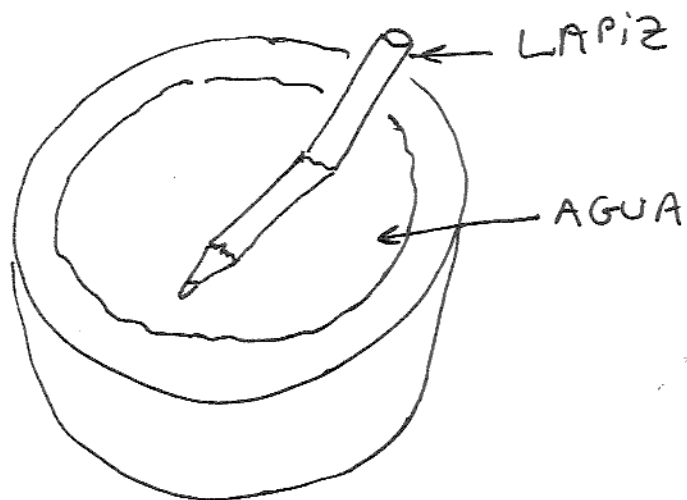
COMO $n_i = \frac{c}{v_i}$ $n_t = \frac{c}{v_t}$

$$n_i \overline{sen \theta_i} = n_t \overline{sen \theta_t}$$

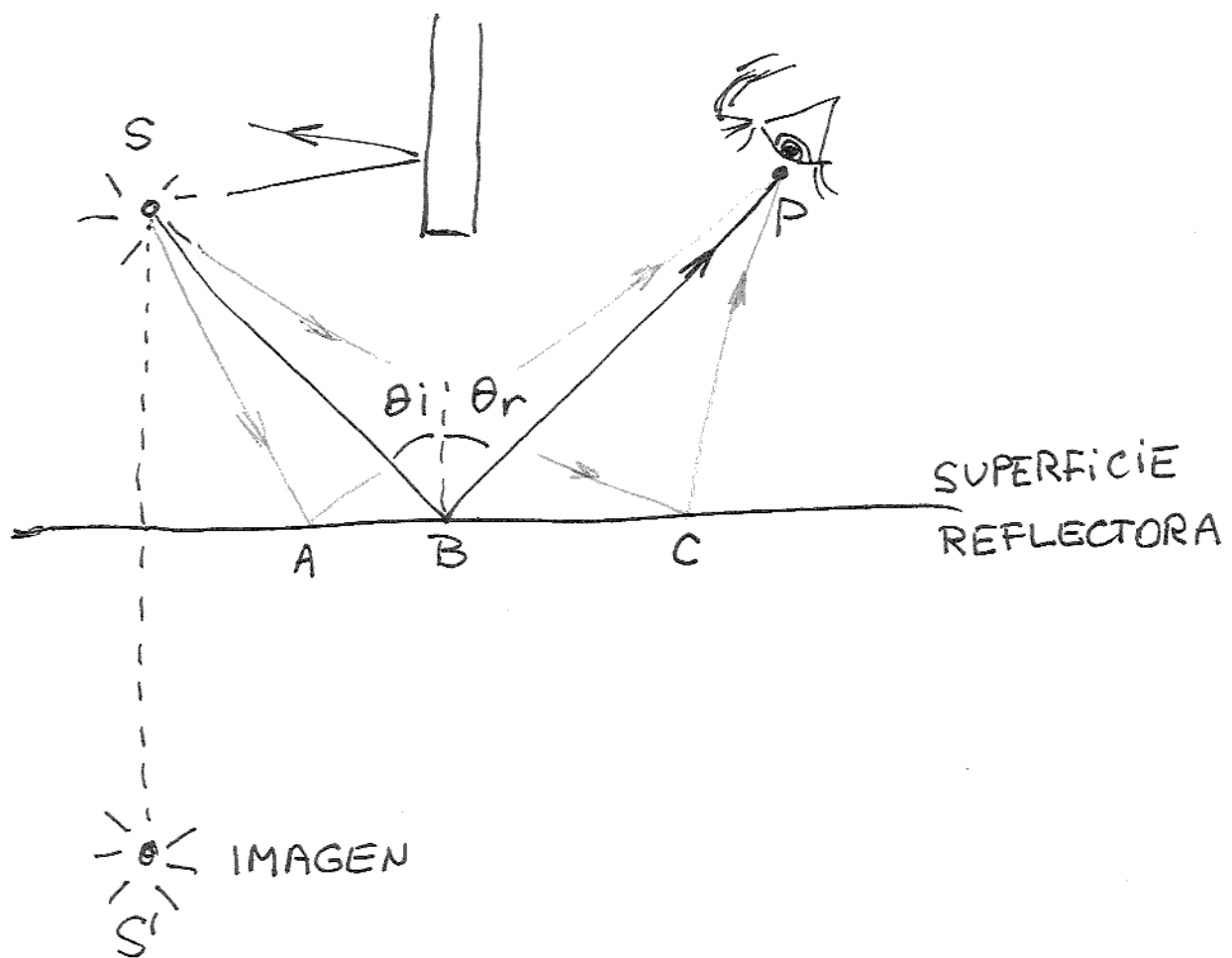
LEY DE LA
REFRACCION



Si $n_t > n_i \Rightarrow \text{sen } \theta_i > \text{sen } \theta_t \Rightarrow \theta_i > \theta_t$
 POR EJEMPLO EN EL CASO DEL AIRE-AGUA, SI SE
 INCIDE UNA ONDA E.M. DESDE EL AIRE EL RAYO
 "SE DOBLA" HACIA LA NORMAL

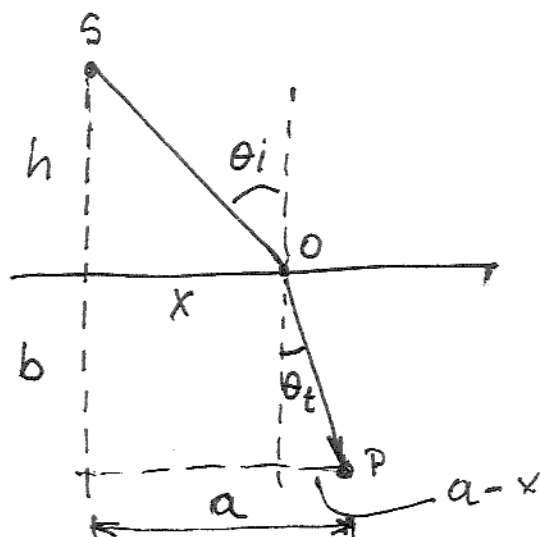


PRINCIPIO DE FERMAT



HERO DE ALEJANDRÍA AFIRMÓ QUE LA TRAYECTORIA DE S A P A TRAVÉS DE UNA SUPERFICIE REFLECTORA QUE ES LA MAS CORTA POSIBLE, (AÑO 150).

FERMAT 1657, PROPUSO EL PRINCIPIO DE TIEMPO MÍNIMO QUE INCLUÍA REFLEXION Y REFRACCIÓN.



$$t = \frac{\overline{SO}}{v_i} + \frac{\overline{OP}}{v_t}$$

$$t = \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{v_i} + \frac{\sqrt{b^2 + (a-x)^2}}{v_t}$$

$$t(x)$$

PARA OBTENER EL MÍNIMO t : $\frac{dt}{dx} = 0$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{x}{v_i \sqrt{h^2 + x^2}} + \frac{-(a-x)}{v_t \sqrt{b^2 + (a-x)^2}} = 0$$

$$\boxed{\frac{\sin \theta_i}{v_i} = \frac{\sin \theta_t}{v_t}}$$

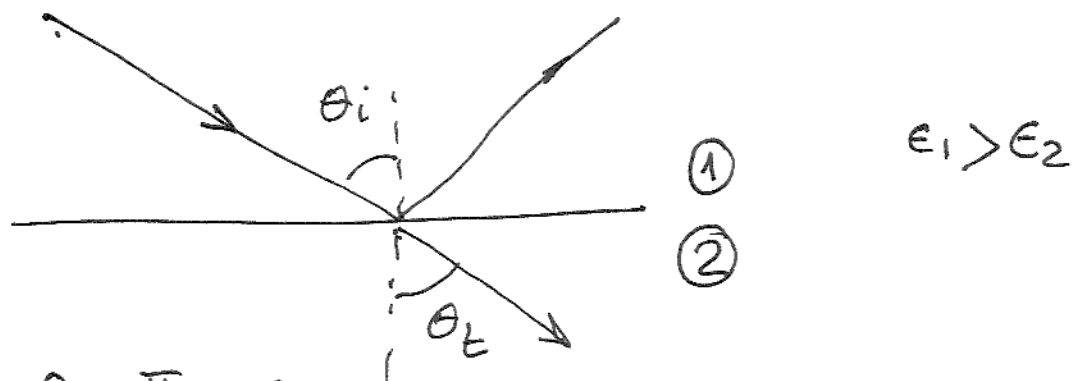
SE OBTIENE LA LEY DE LA REFRACCION
(LEY DE SNELL) A PARTIR DEL PRINCIPIO
DE TIEMPO MÍNIMO

REF: LIBRO DE HECHT, ÓPTICA, 3ª ED.

OTRA FORMA DE EXPRESAR LA LEY DE REFRACCION

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} = \frac{\omega/\beta_1}{\omega/\beta_2} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{v_i}{v_t} = \frac{n_t}{n_i} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$$

REFLEXION TOTAL



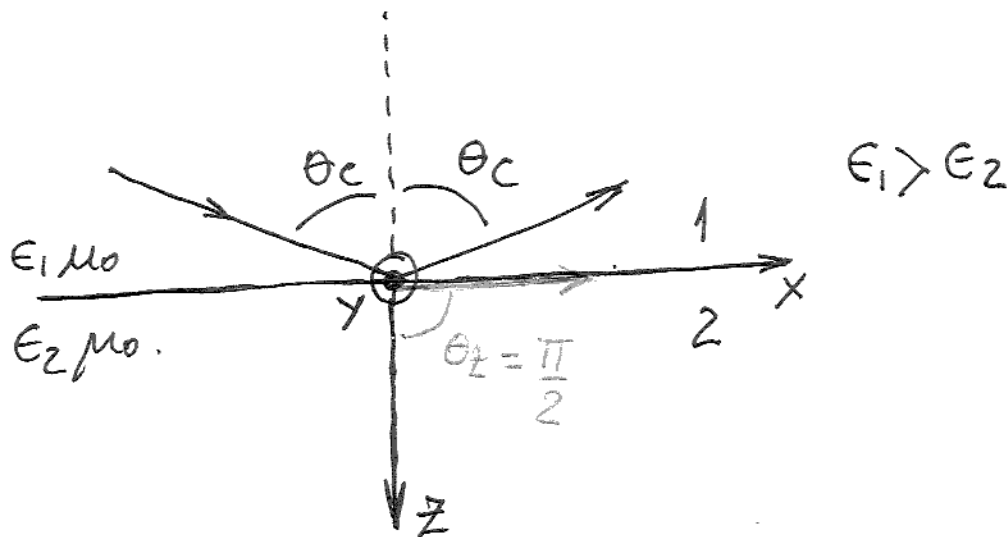
$$\text{Si } \theta_t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \theta_i = \theta_c$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$$

$$\sin \theta_c = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$$

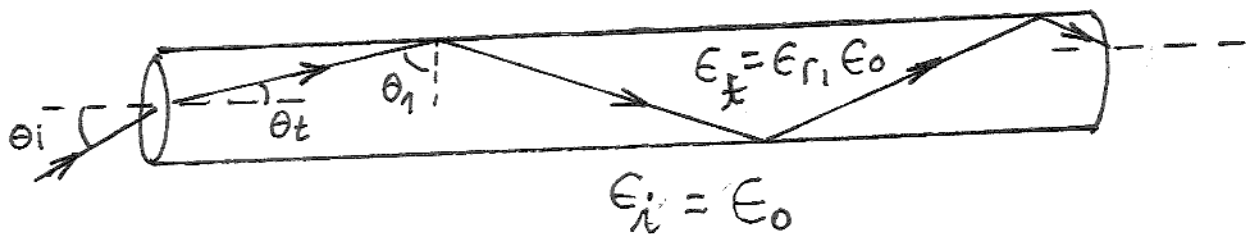
$$\Rightarrow \boxed{\theta_c = \arcsin \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}}$$

ANGULO CRÍTICO



Si $\theta_i > \theta_c \Rightarrow \theta_t$ SE HACE IMAGINARIO DE LA LEY DE SNELL DE REFRACCION EN ESE CASO LA ONDA TRANSMITIDA ES EVANESCENTE NO TRANSMITE POTENCIA.

EJEMPLO: DIELECTRICO CILINDRICO TRANSPARENTE QUE PUEDE SER USADO COMO GUÍA DE ONDAS O GUÍA DE LUZ, BAJO LAS CONDICIONES DE REFLEXIÓN TOTAL INTERNA. DETERMINAR ϵ_r DEL DIELECTRICO PARA QUE LAS ONDAS INCIDENTES EN UN EXTREMO, ESTEN CONFINADAS Y SALGAN EN EL OTRO EXTREMO.



$$\text{Sen } \theta_1 \geq \text{Sen } \theta_c$$

$$\text{COMO } \theta_1 + \theta_t = \pi/2 \Rightarrow \theta_1 = \frac{\pi}{2} - \theta_t$$

$$\text{Sen } \theta_1 = \text{Sen}(\frac{\pi}{2} - \theta_t) = \cos \theta_t$$

$$\cos \theta_t \geq \text{Sen } \theta_c$$

DE LA LEY DE LA REFRACCIÓN:

$$\frac{\text{Sen } \theta_i}{\text{Sen } \theta_t} = \sqrt{\frac{\epsilon_t}{\epsilon_i}} = \sqrt{\frac{\epsilon_r \epsilon_0}{\epsilon_0}} = \sqrt{\epsilon_r} = \frac{n_t}{n_i}$$

$$\text{Sen } \theta_t = \text{Sen } \theta_i / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$\text{SIENDO } \text{Sen } \theta_c = \sqrt{\frac{\epsilon_i}{\epsilon_t}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\sqrt{1 - \text{Sen}^2 \theta_t} \geq \text{Sen } \theta_c.$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \theta_t} \geq \sin \theta_c$$

$$\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_i}{\epsilon_{rt}}} \geq \frac{1}{\sqrt{\epsilon_{rt}}}$$

$$1 - \frac{\sin^2 \theta_i}{\epsilon_{rt}} \geq \frac{1}{\epsilon_{rt}}$$

$$1 \geq \frac{1}{\epsilon_{rt}} (1 + \sin^2 \theta_i)$$

$$\boxed{\epsilon_{rt} \geq (1 + \sin^2 \theta_i)}$$

MAXIMO VALOR $\sin^2 \theta_i = 1$

$$\epsilon_{rt} \geq 2$$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}{1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_{rt}}} = \sqrt{\epsilon_{rt}}$$

$$\epsilon_{rt} = n^2$$

$$n^2 \geq 2 \Rightarrow \boxed{n = \sqrt{2}}$$