

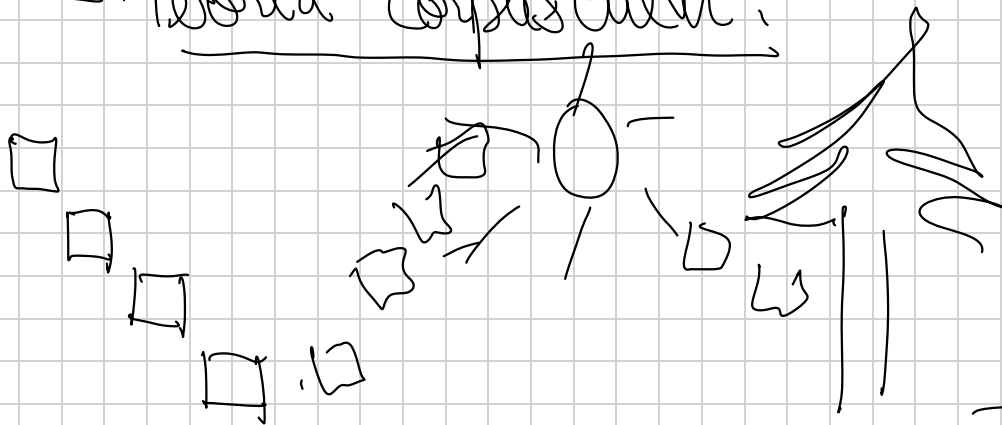
pag 153

→ Naturaleza de la luz.
Ondas electromagnéticas.

- Física Cuántica

- Física Nuclear -

- Teoría corpuscular.

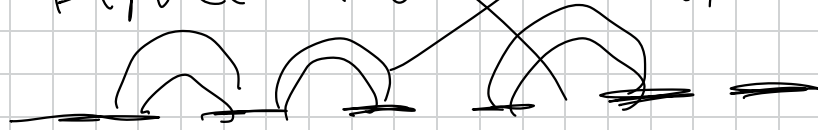


propagación en el
vacío.

formación de
sombras.

~~Interferencias de ondas luminosas.~~

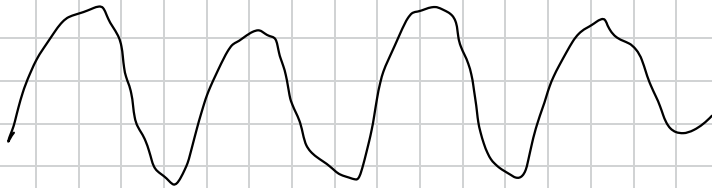
~~Difracción de la luz.~~



Teoría ondulatoria de la luz.

Huygens

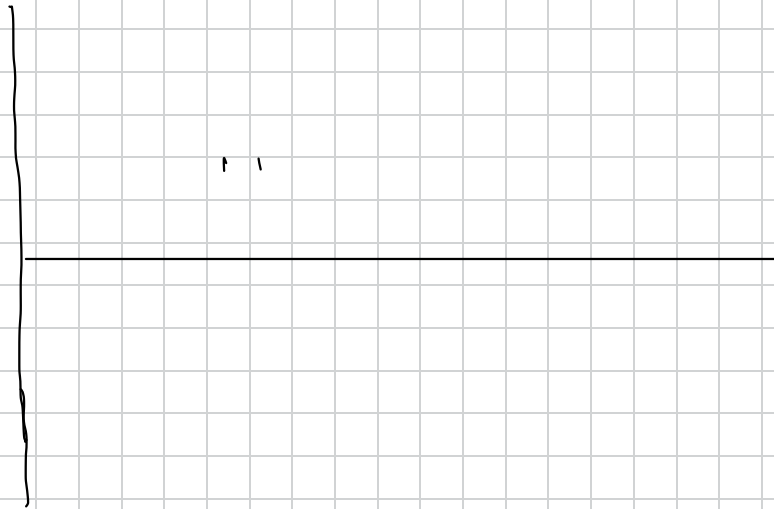
Fresnel

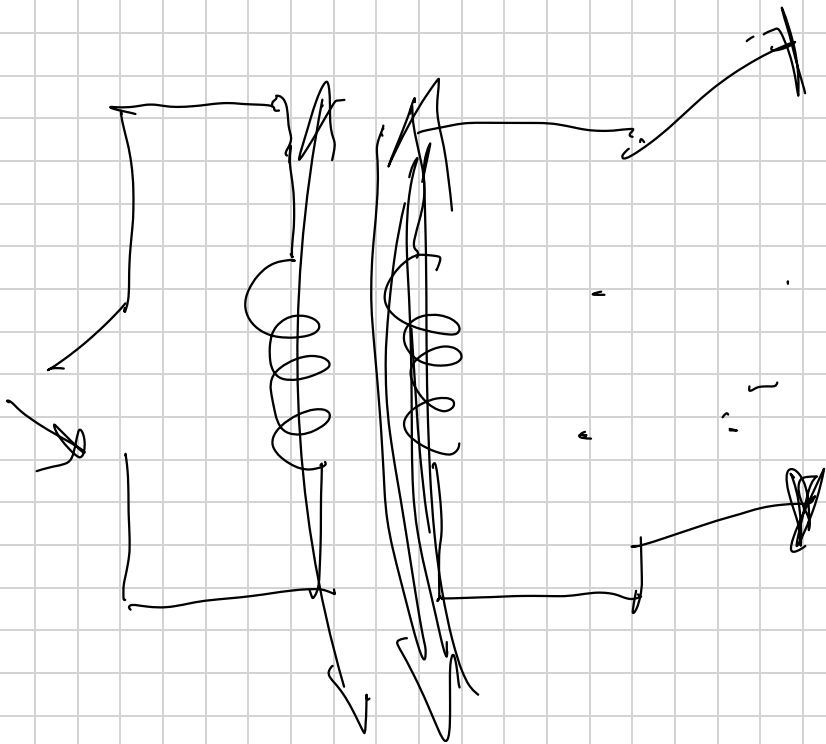


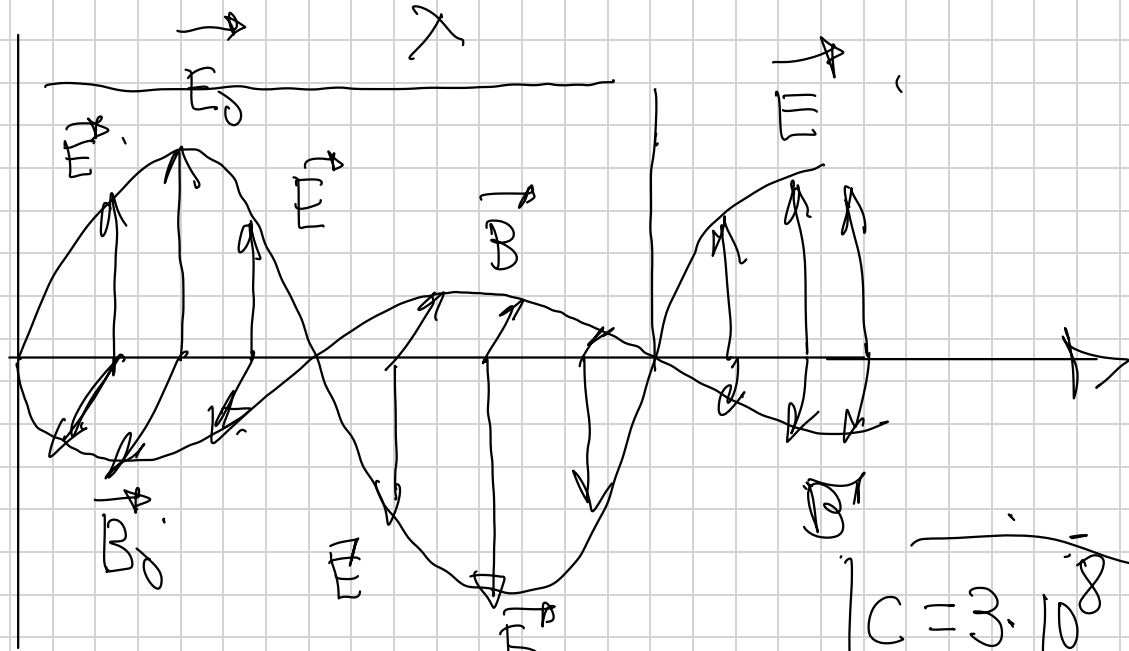
// éter lumínico.

~~Propagación en el vacío~~

- Teoría electromagnética de la luz.







$$c = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$$

$$E = E_0 \cdot \sin(\omega t - kx) \quad (\text{SI})$$

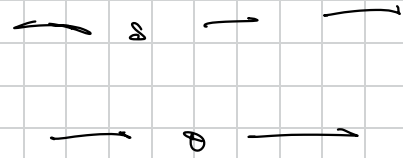
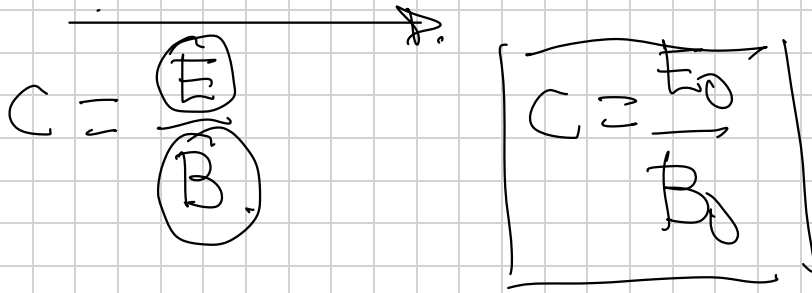
$$B = B_0 \cdot \sin(\omega t - kx) \quad (\text{SI})$$

$$\left(\frac{N}{C} = \frac{V}{m} \right)$$

$$(T)$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

en el vacío.



Albert Einstein

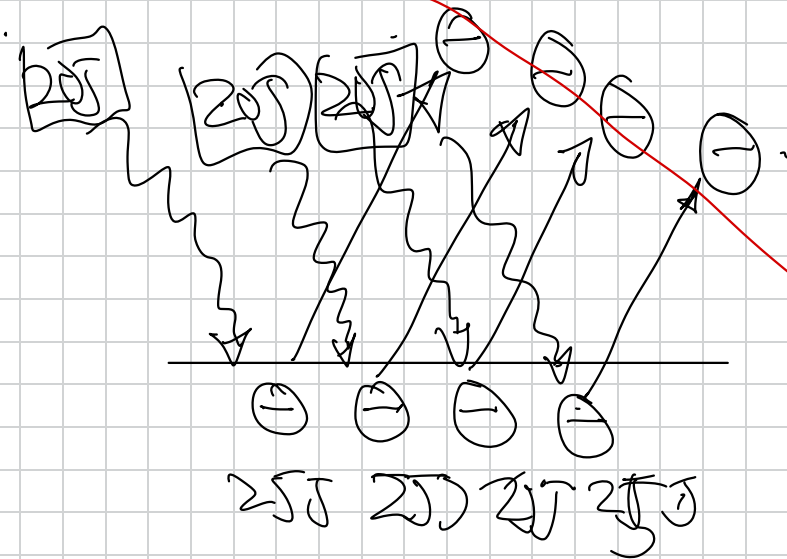
[Efecto fotoeléctrico]

} Física
Cuántica.

Efecto fotoeléctrico

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_{ce}$$

$$h \cdot f = W_e + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$



Corpusculos
fotones.

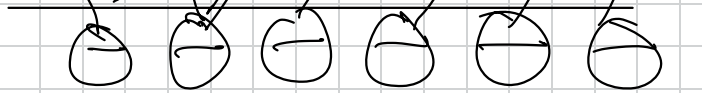


80J

$$E_c = \frac{1}{2} m v_c^2 = 15J$$

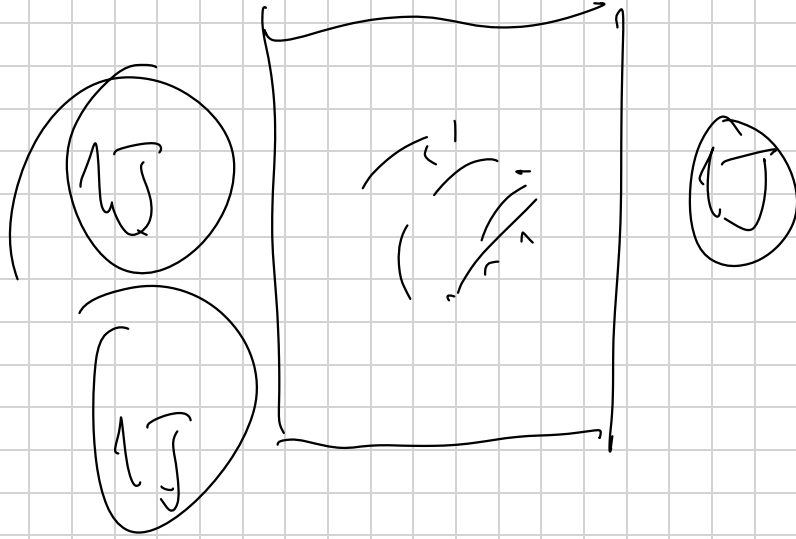
40J

40J



(25J) 25J 25J

15 15 15,



▷ 41.- El campo eléctrico de una onda electromagnética en el vacío es:

$$E = 100 \cdot \sin(3 \cdot 10^{15}t - 1 \cdot 10^7x) \text{ (S.I)}$$

- Calcula la longitud de onda y la frecuencia
- Calcula la amplitud del campo eléctrico
- Calcula la amplitud del campo magnético y su ecuación

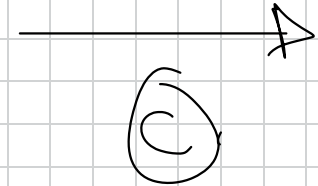
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

$$E = 100 \sin(\underbrace{3 \cdot 10^{15}t}_{\omega} - \underbrace{1 \cdot 10^7x}_{k}).$$

$$E_0 = 100 \frac{\text{N}}{\text{C}} \left(\frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{1 \cdot 10^7} \frac{\text{rad}}{\text{m.}}$$

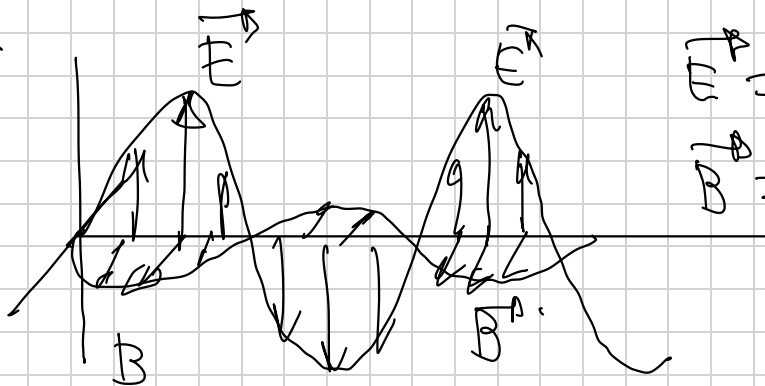
$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{3 \cdot 10^{15}}{2\pi} \text{ Hz.}$$



$$C = \frac{\mu_0 \mu_r}{4\pi} \frac{d\Phi}{dx} \Rightarrow B_{eff} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\Phi}{dx} \therefore = 3133 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$E = 100 \cdot \sin(3 \cdot 10^5 t - 1 \cdot 10^7 x)$$

$$B = 3133 \cdot 10^{-7} \cdot \sin(3 \cdot 10^5 t - 1 \cdot 10^7 x) \quad (\text{SI})$$



$$E = 100 \cdot \sin(3 \cdot 10^5 t - 1 \cdot 10^7 x) \quad (\text{SI})$$

$$B = 3133 \cdot 10^{-7} \sin(3 \cdot 10^5 t - 1 \cdot 10^7 x) \quad (\text{SI})$$

44.- Una onda electromagnética armónica de 20 MHz se propaga en el vacío, en el sentido positivo del eje OX. El campo eléctrico de dicha onda tiene la dirección del eje OZ y su amplitud es de $3 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$

a) Escriba la expresión del campo eléctrico $E(x,t)$ sabiendo que en $x=0$ su módulo es máximo cuando $t=0$.

b) Represente en una gráfica los campos $E(t)$ y $B(t)$ y la dirección de propagación de la onda

$$C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{KHz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$\text{MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$\text{GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

$$C = \frac{\lambda}{T}$$

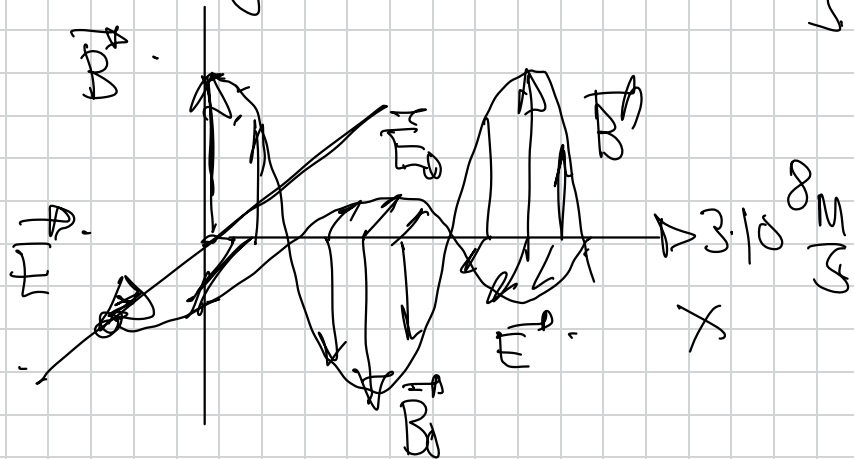
$$C = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{20 \cdot 10^6} = 15 \text{ m}$$

$$f = 20 \text{ MHz}$$

$$f = 20 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 20 \cdot 10^6 = 125.6 \cdot 10^6 \text{ rad/s}$$



$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.42} = 0.42 \text{ rad/m}$$

$$E = E_0 \cdot \sin\left(\omega t - kx + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$E = E_0 \cdot \cos(\omega t - kx)$$

$$\vec{E} = 3 \cdot 10^3 \cdot \cos(1.25 \cdot 10^8 t - 0.42 x) \quad \vec{E} \parallel \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{B} = 10^{-11} \cdot \cos(1.25 \cdot 10^8 t - 0.42 x) \quad \vec{B} \parallel \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$c = \frac{E}{B} \Rightarrow B = \frac{E}{c} \Rightarrow B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{3 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 10^{-11} \text{ T}$$

42.- Una onda electromagnética que se propaga por el vacío posee una frecuencia de $2 \cdot 10^8$ Hz y un valor máximo del campo magnético de $1,7 \cdot 10^{-6}$ T

a) Calcula la longitud de onda y el período

b) Calcula las ecuaciones de los campos eléctrico y magnético correspondientes

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

42

a) Al igual que la velocidad de propagación de una onda la expresáremos como $v = \frac{\lambda}{T}$, si sabemos que cualquier onda electromagnética posee una velocidad de propagación en el vacío que es $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, podremos expresarla como $c = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} = 1,5 \text{ m}$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2 \cdot 10^8} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{5 \cdot 10^{-9}} = 1,25 \cdot 10^9 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{1,5} = 4,18 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$c = \frac{E}{B} \Rightarrow c = \frac{E_0}{B_0} \Rightarrow E_0 = c \cdot B_0 = 3 \cdot 10^8 \cdot 1,7 \cdot 10^{-6}$$

$$E_0 = 510 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E = E_0 \cdot \text{sen}(\omega t - kx)$$

$$B = B_0 \cdot \text{sen}(\omega t - kx)$$

$$E = 510 \cdot \text{sen}(1,25 \cdot 10^9 t - 4,18x) \text{ (S.I.)}$$

$$B = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot \text{sen}(1,25 \cdot 10^9 t - 4,18x) \text{ (S.I.)}$$

$$\vec{E} = 510 \cdot \text{sen}(1,25 \cdot 10^9 t - 4,18x) \vec{j} \text{ (S.I.)}$$

$$\vec{B} = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot \text{sen}(1,25 \cdot 10^9 t - 4,18x) \vec{k} \text{ (S.I.)}$$

43.- Una onda electromagnética cuya longitud de onda es de 5,98 m se propaga en el vacío. Si la amplitud del campo eléctrico es de $800 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$, determina las ecuaciones de los campos eléctrico y magnético

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

43

$$c = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{c} = \frac{5,98}{3 \cdot 10^8} = 1,99 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1,99 \cdot 10^{-8}} = 3,15 \cdot 10^8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{5,98} = 1,05 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$c = \frac{E}{B} \Rightarrow c = \frac{E_0}{B_0} \Rightarrow B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{800}{3 \cdot 10^8} = 2,66 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

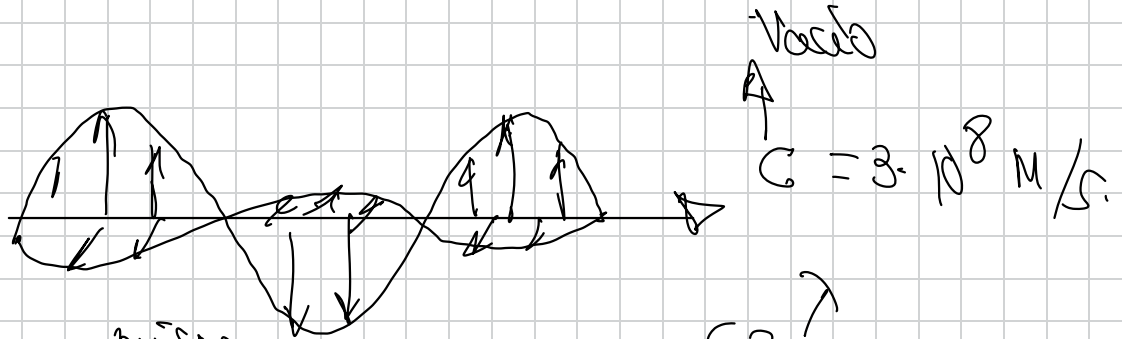
$$E = E_0 \cdot \sin(\omega t - kx)$$

$$E = 800 \cdot \sin(3,15 \cdot 10^8 t - 1,05 x) \text{ (S.I.)}$$

$$B = B_0 \cdot \sin(\omega t - kx)$$

$$B = 2,66 \cdot 10^{-6} \sin(3,15 \cdot 10^8 t - 1,05 x) \text{ (S.I.)}$$

8.- EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



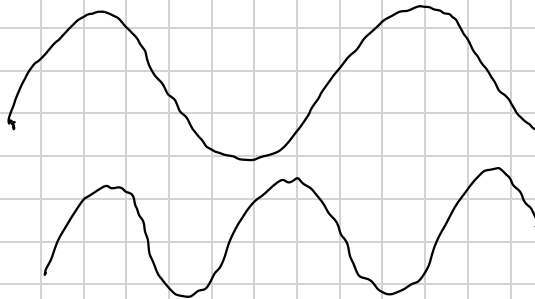
misma

$$|c| = \lambda f$$

$$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$c = \frac{\lambda}{T}$$

menor f



Ondas de radio.
microondas.

mayor f

Infrarojo -

rojo

naranja

amarillo

verde

azul

violeta

luz visible

ultravioleta

ultravioleta

rayos X

rayos X

rayos gamma

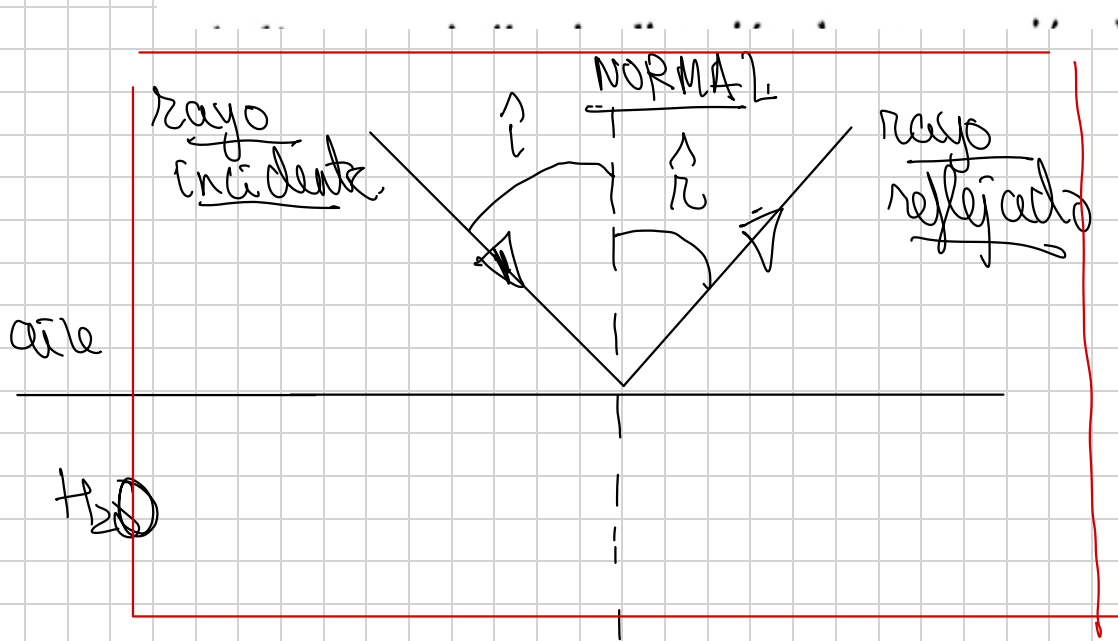
rayos gamma

luz

luz

Handwritten scribbles on a grid background, consisting of several rows of wavy lines and some circular shapes. The scribbles are located in the upper-left quadrant of the page.

9.- REFLEXIÓN DE LAS ONDAS



$$\theta_i = \theta_r$$

2 leyes.

BOLA DE DISCOTECA.

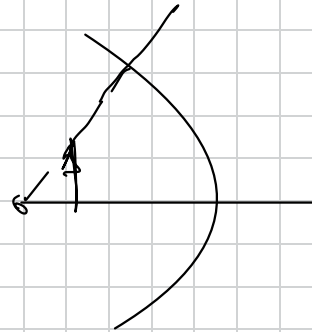
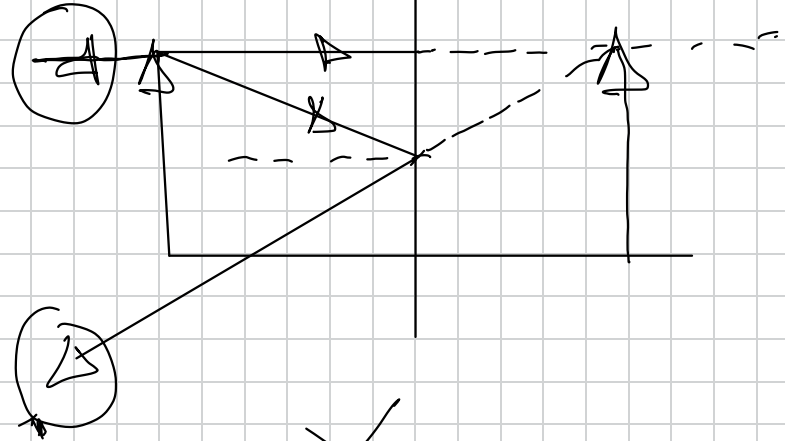
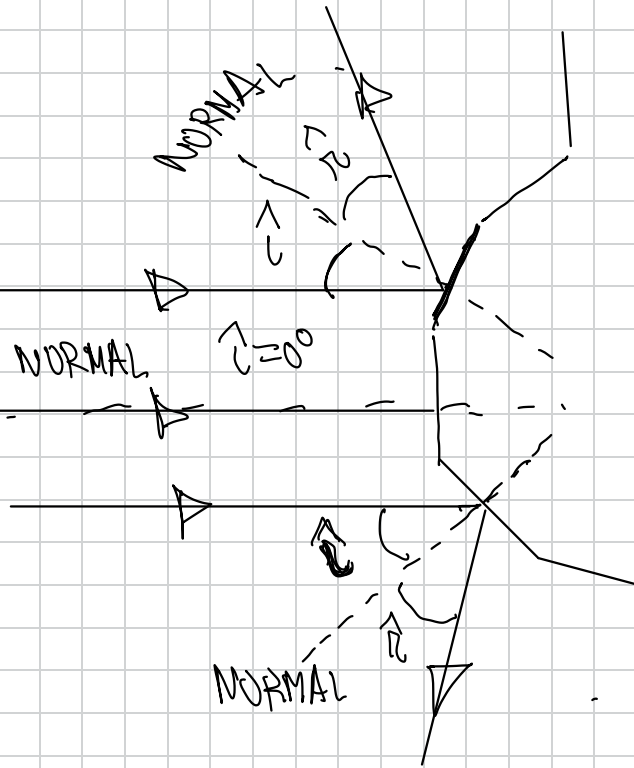
$$\hat{L} = \hat{R}$$

$$\hat{L} = \hat{R} = 0^\circ$$

NORMAL

NORMAL

NORMAL



page 162.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

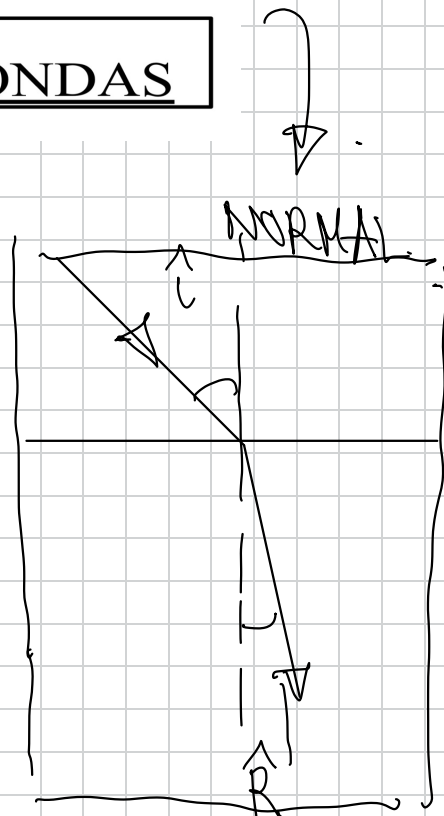
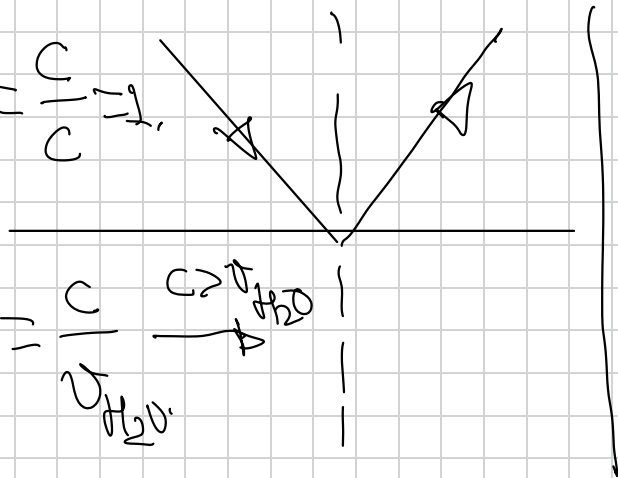
10.- REFRACCIÓN DE LAS ONDAS

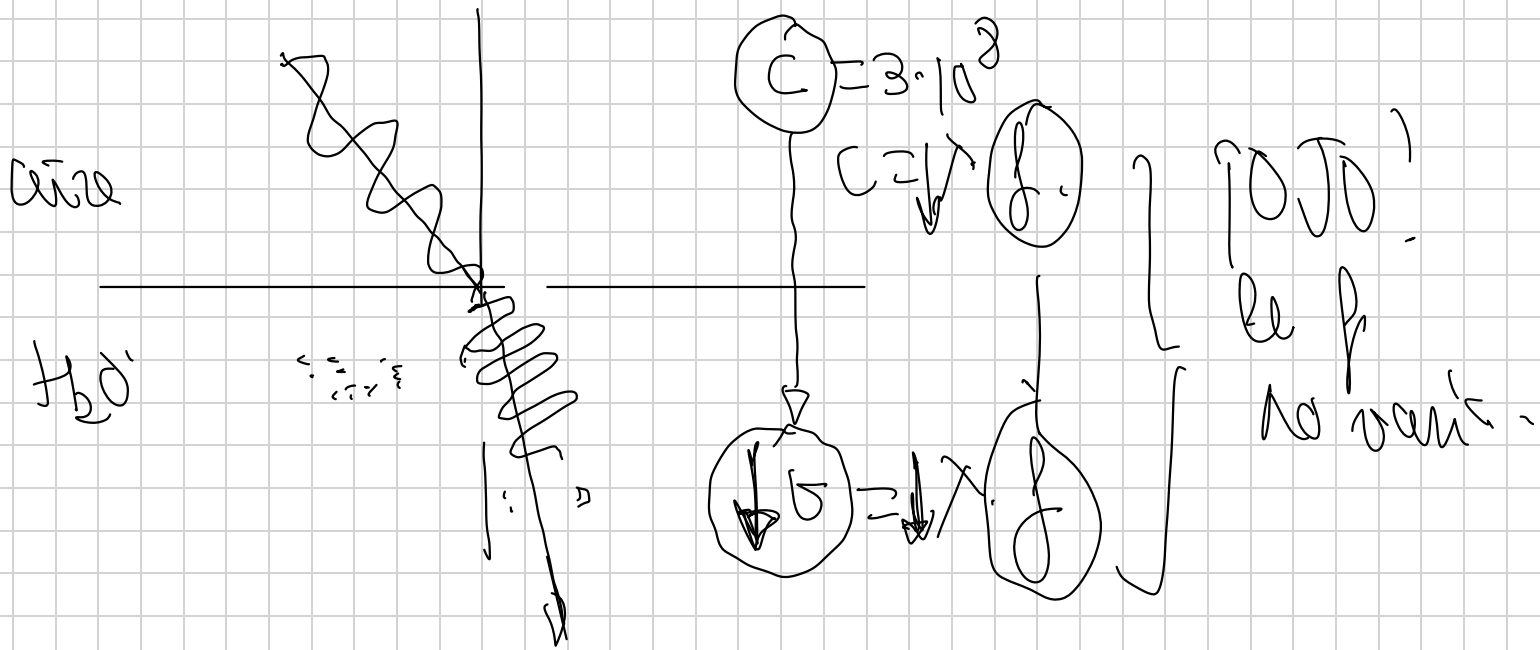
$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_{\text{aire}} = \frac{c}{c} = 1.$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{c}{v_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} > 1.$$

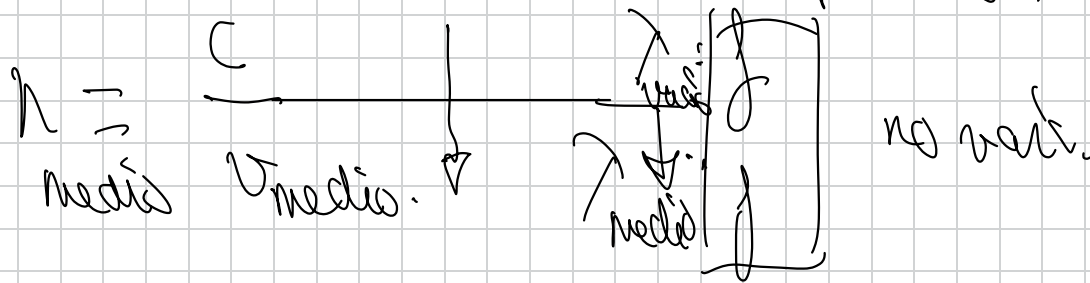




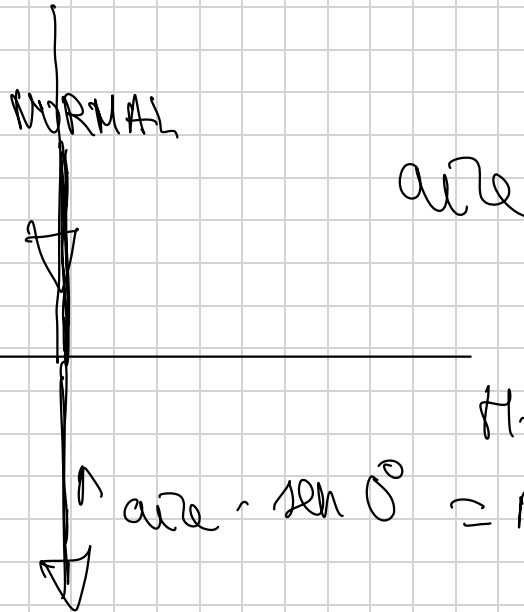
key de Snell

$$n_{air} \cdot \sin \theta = n_{H_2O} \cdot \sin \theta$$

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.} \rightarrow \boxed{v_{\text{max}}}$ que pode existir.



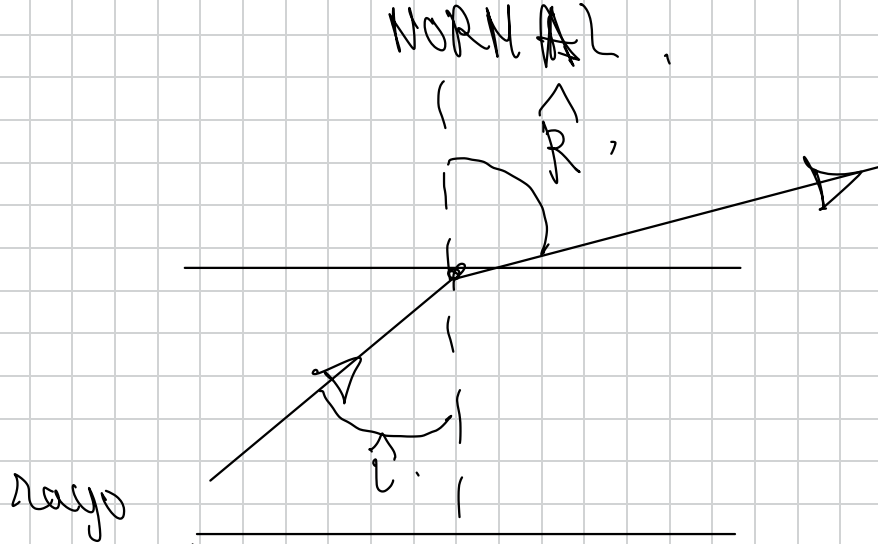
$n_{\text{ar}} = \frac{c}{c} = 1.$



$n_{\text{agua}} = \frac{c}{v_{H_2O}} > 1$

$\boxed{c \rightarrow v}$

$\therefore \text{ar} \cdot \text{sen } 0^\circ = n_{H_2O} \cdot \text{sen } R.$



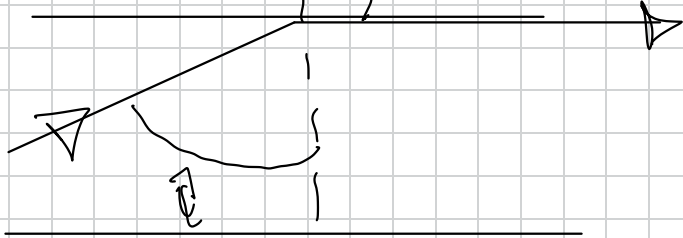
rajo incidente.

n_2 .

NORMAL

90° .

n_1



$$n_{\text{aire}} \cdot 0 = n_{H_2O} \cdot \text{sen } R$$


$$0 = n_{H_2O} \cdot \text{sen } R$$

$$R = 0^\circ$$

ley de Snell

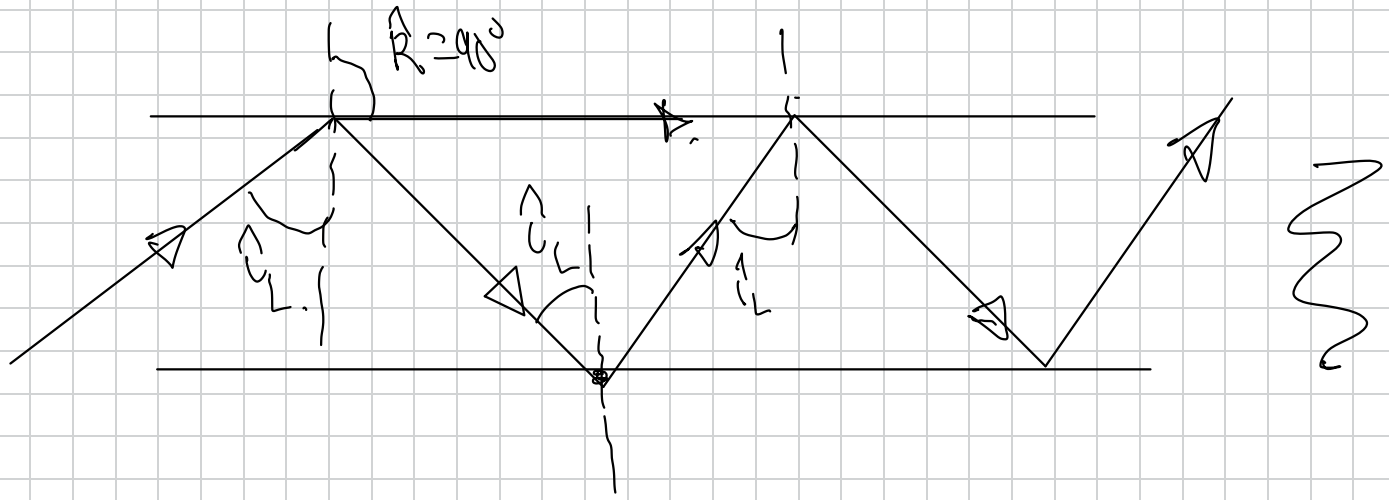
$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

$$\text{sen } i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

Se le llama α_{em}  $= \arcsen \frac{n_2}{n_1}$
 α_{em} ángulo límite
de refracción o ángulo
de reflexión total.

FIBRA ÓPTICA

100110010101
1001



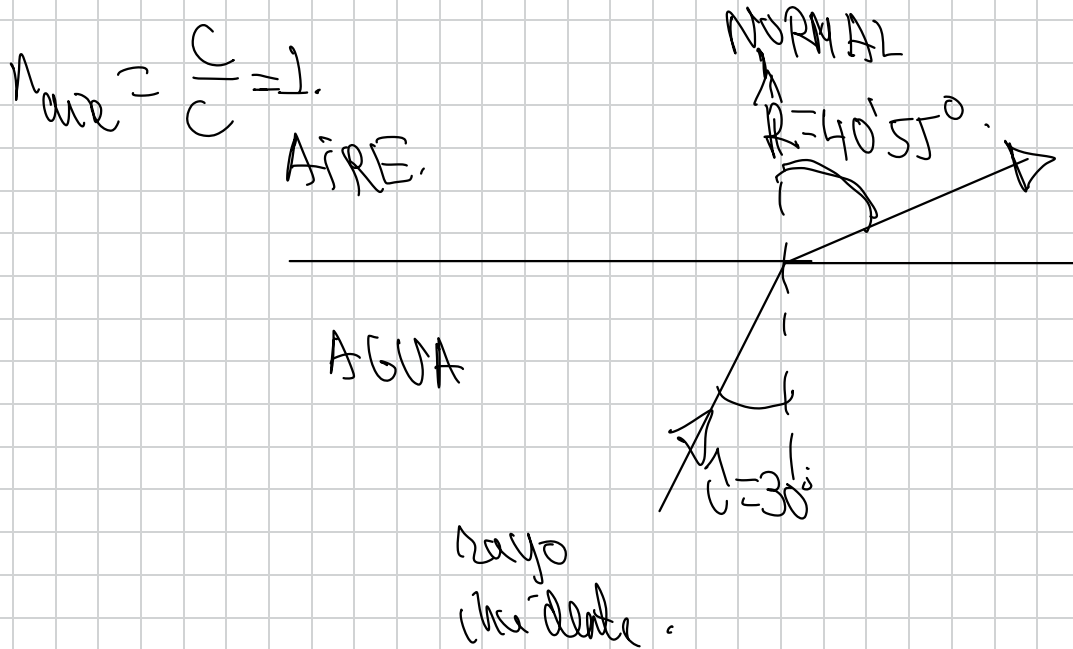
FIBRA ÓPTICA.

48.- Un rayo de luz pasa del agua al aire con un ángulo de incidencia de 30°

a) Dibuje un esquema de los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de refracción

b) ¿cuál debería ser el ángulo de incidencia para que el rayo refractado fuera paralelo a la superficie de separación agua-aire?

Dato: índice de refracción del agua respecto al aire $n=1,3$



$$n_{\text{agua}} \cdot \sin i = n_{\text{aire}} \cdot \sin r$$

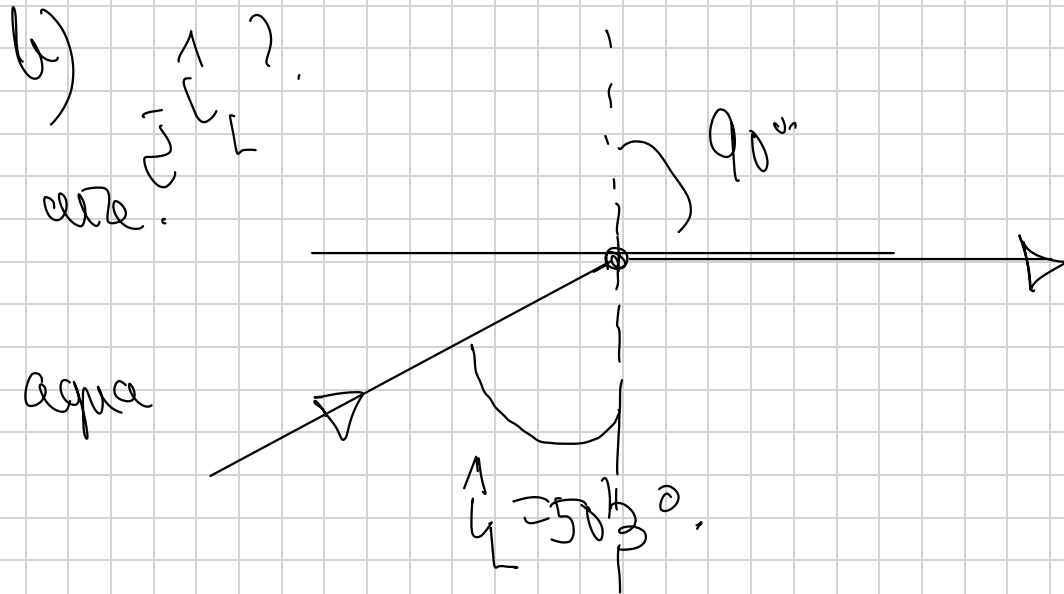
$$1,3 \cdot \sin 30^\circ = 1 \cdot \sin r$$

$$1,3 \cdot 0,5 = 1 \cdot \sin r$$

$$0,65 = \sin r$$

$$r = \arcsin 0,65$$

$$R = 40 \text{ } ^\circ \text{ } 50'$$



$$n_{\text{aria}} \cdot \sin \vec{L} = n_{\text{acqua}} \cdot \sin 90^\circ$$

$$1,33 \cdot \sin \vec{L} = 1 \cdot 1,$$

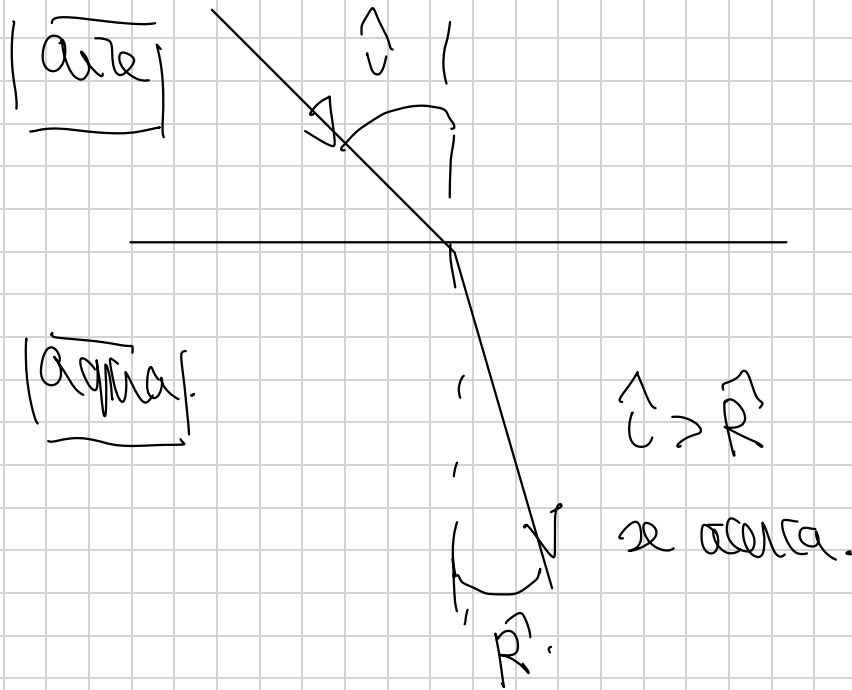
$$\sin \hat{i}_L = \frac{1}{1.33}$$

$$\hat{i}_L = \arcsin \frac{1}{1.33} \Rightarrow \boxed{\hat{i}_L = \arcsin 0.77}$$

$$\hat{i}_L = 50^\circ 30'$$

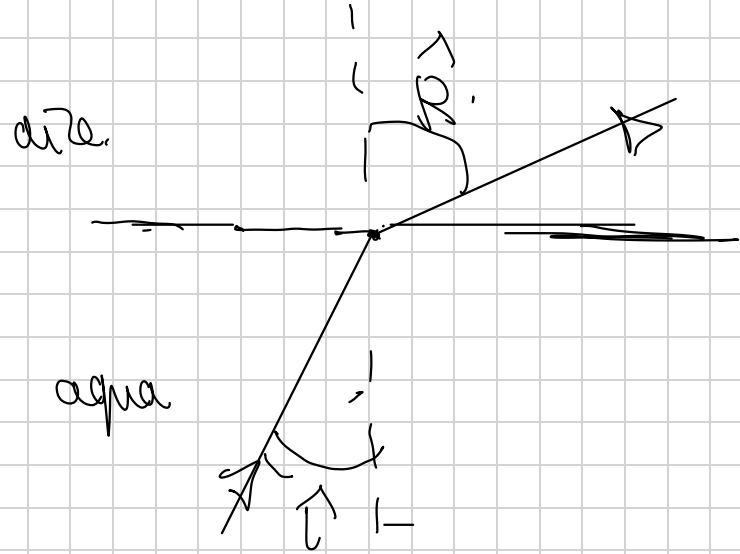
49.- ¿Porqué al pasar la luz del aire al agua el rayo se acerca a la normal y en caso contrario se aleja?

CUESTIÓN MUY IMPORTANTE



Ley de Snell.

$$n_{\text{aere}} \cdot \text{sen } i = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{sen } R.$$



Ley de Snell.

$$n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{sen } i = n_{\text{aere}} \cdot \text{sen } R.$$

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } R} \approx \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{c}{v_{\text{H}_2\text{O}}}}{n_{\text{aire}} = \frac{c}{v}} > 1.$$

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } R} > 1.$$

$$\begin{aligned} \text{sen } i &> \text{sen } R \\ i &> R \end{aligned}$$

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } R} \approx \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} < 1.$$

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } R} < 1.$$

$$\begin{aligned} \text{sen } i &< \text{sen } R \\ i &< R \end{aligned}$$

El rayo se
alza de la normal.

r



¡OJO! el fenómeno del ángulo límite solo se da en este caso.

50.- Un rayo de luz amarilla, emitida por una lámpara de sodio, tiene una longitud de onda en el vacío de $580 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

a) Determine la velocidad de propagación y la longitud de onda de dicha luz en el interior de una fibra de cuarzo, cuyo índice de refracción es $n=1,5$

b) ¿Pueden existir valores del ángulo de incidencia para los que un haz de luz, que se propaga por el interior de una fibra de cuarzo, no salga al exterior?. Explique el fenómeno y, en su caso, calcule los valores del ángulo de incidencia para los cuales tiene lugar.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

cuarzo

$$n_{\text{cuarzo}} = \frac{c}{v_{\text{cuarzo}}} \Rightarrow v_{\text{cuarzo}} = \frac{c}{n_{\text{cuarzo}}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,5} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$N_{\text{canto}} = \frac{c}{v_{\text{canto}}} = \frac{v_{\text{vazio}}}{v_{\text{canto}}} \cdot f$$

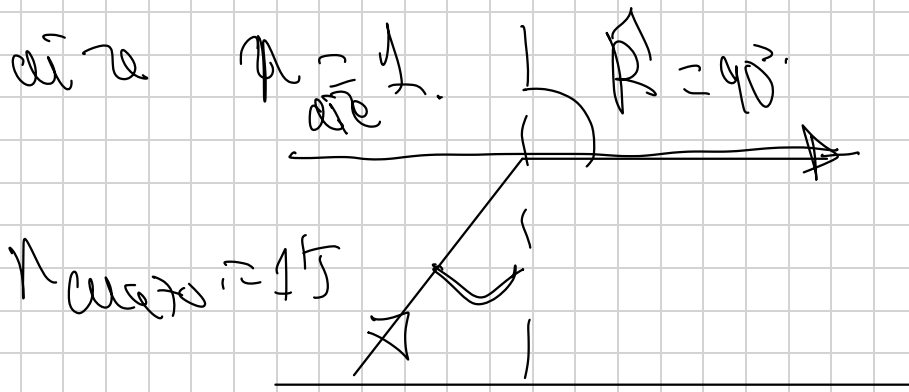
vazio

$$v_{\text{canto}} = v_{\text{vazio}} \cdot f$$

$$N_{\text{canto}} = \frac{v_{\text{vazio}}}{v_{\text{canto}}}$$

$$v_{\text{canto}} = \frac{v_{\text{vazio}}}{15} = \frac{580 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{15}$$

$$v_{\text{canto}} = 387 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$



n_{water}

n_{air}

$i < R$

puede pasar.

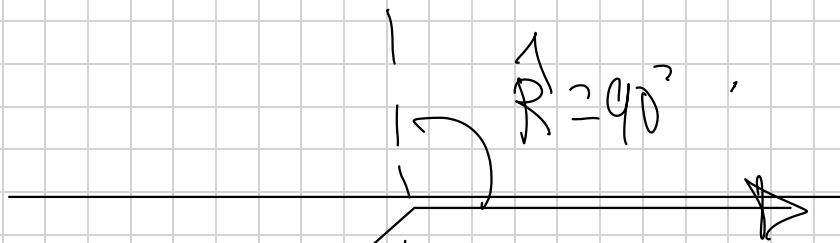
ley de Snell.

$n_{\text{water}} \cdot \sin i = n_{\text{air}} \cdot \sin R$

$$1.5 \cdot \sin i = 1 \cdot 1$$

$$\sin i = \frac{1}{1.5}$$

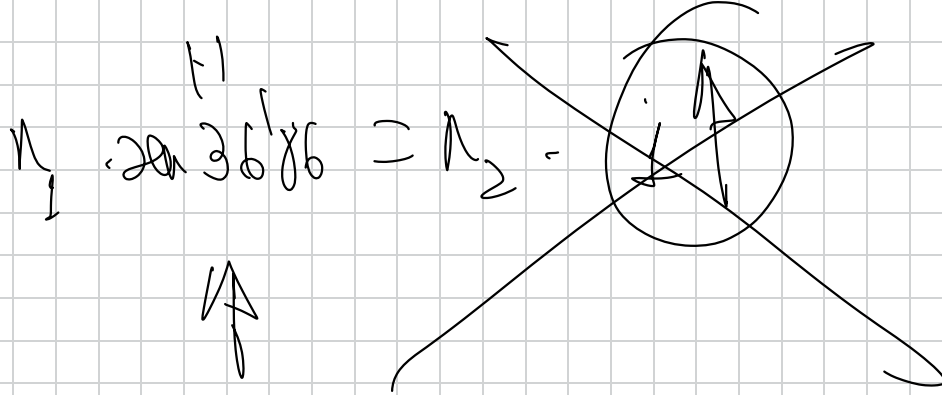
$$\vec{v}_L = 36'86''$$



$$\vec{v}_L = 36'86''$$

$$\vec{v}_L \text{ (circled)} = 36'86''$$

$$N_1 \cdot \sin \alpha = N_2 \cdot \sin \beta$$



- 51.- El espectro visible en el aire está comprendido entre las longitudes de onda 380 nm (violeta) y 780 nm (rojo)
- Calcule las frecuencias de estas radiaciones extremas. ¿Cuál de ellas se propaga a mayor velocidad?
 - Determine entre qué longitudes de onda está comprendido el espectro visible en el agua, cuyo índice de refracción supondremos que es el mismo para ambas radiaciones (4/3)

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

a) $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ \rightarrow se desplazan a la misma velocidad.

$$c = \lambda \cdot f$$

$$c = \begin{matrix} \nearrow \\ \text{rojo} \\ \text{vario} \end{matrix} \cdot \begin{matrix} \rightarrow \\ \text{rojo} \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} \rightarrow \\ \text{rojo} \end{matrix} = \begin{matrix} c \\ \nwarrow \\ \text{rojo} \\ \text{vario} \end{matrix}$$

$$c = \begin{matrix} \nearrow \\ \text{violeta} \\ \text{vario} \end{matrix} \cdot \begin{matrix} \rightarrow \\ \text{violeta} \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} \rightarrow \\ \text{violeta} \end{matrix} = \begin{matrix} c \\ \nwarrow \\ \text{violeta} \\ \text{vario} \end{matrix}$$

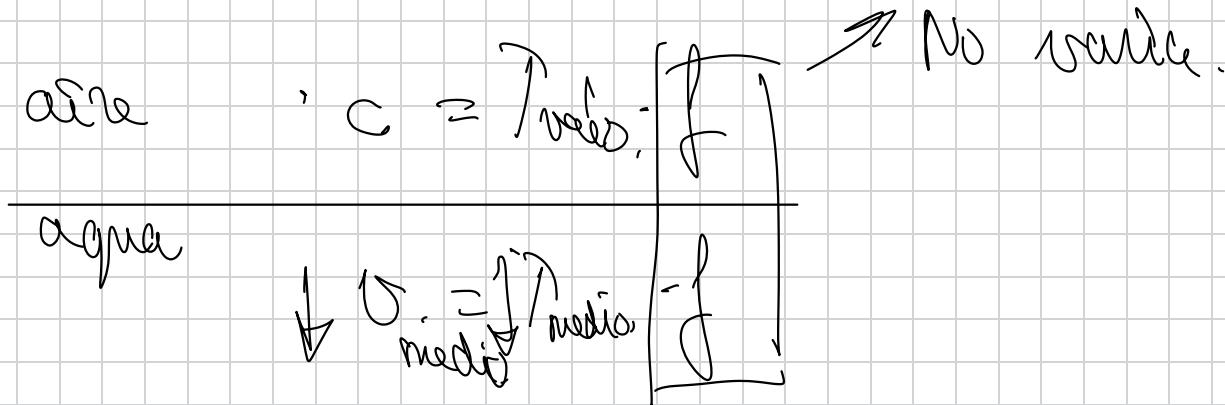
$$c = \lambda_{\text{rojo}} \cdot f_{\text{rojo}}$$

$$f_{\text{rojo}} = \frac{c}{\lambda_{\text{rojo}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{780 \cdot 10^{-9}} = 387 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$c = \lambda_{\text{violeta}} \cdot f_{\text{violeta}}$$

$$f_{\text{violeta}} = \frac{c}{\lambda_{\text{violeta}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{380 \cdot 10^{-9}}$$

$$f_{\text{violeta}} = 789 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



$$n \equiv \frac{C}{G} \equiv \frac{\begin{array}{l} \nearrow \text{vacío} \\ \leftarrow \end{array}}{\begin{array}{l} \nearrow \\ \leftarrow \text{medio} \end{array}} \Rightarrow \begin{array}{l} \nearrow \\ \leftarrow \end{array}$$

$$n \equiv \frac{\begin{array}{l} \nearrow \text{vacío} \\ \leftarrow \end{array}}{\begin{array}{l} \nearrow \\ \leftarrow \text{medio} \end{array}} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} \nearrow \\ \leftarrow \text{medio} \\ \leftarrow \end{array}} \equiv \frac{\begin{array}{l} \nearrow \text{vacío} \\ \leftarrow \end{array}}{n}$$

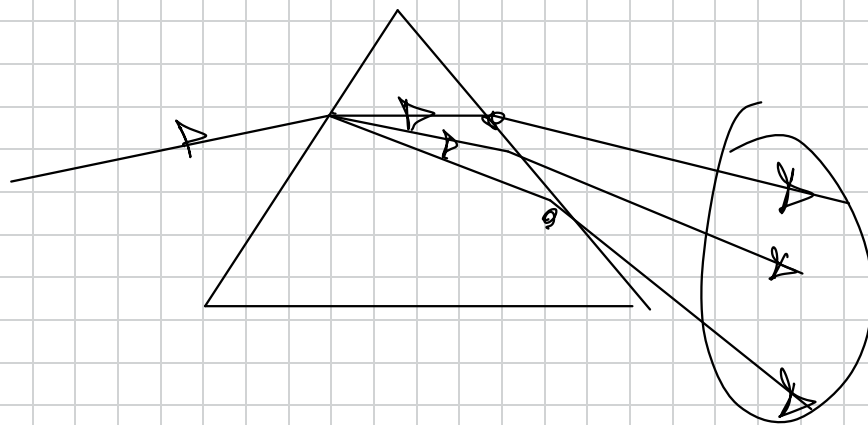
$$\lambda_{\text{azijū}} = \frac{\lambda_{\text{azijū vakūo}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$\lambda_{\text{azijū}} = \frac{780 \cdot 10^{-9}}{4/3} = 585 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

$$\lambda_{\text{violeta H}_2\text{O}} = \frac{\lambda_{\text{violeta vakūo}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{380 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{4/3} \Rightarrow \lambda_{\text{violeta H}_2\text{O}} = 285 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

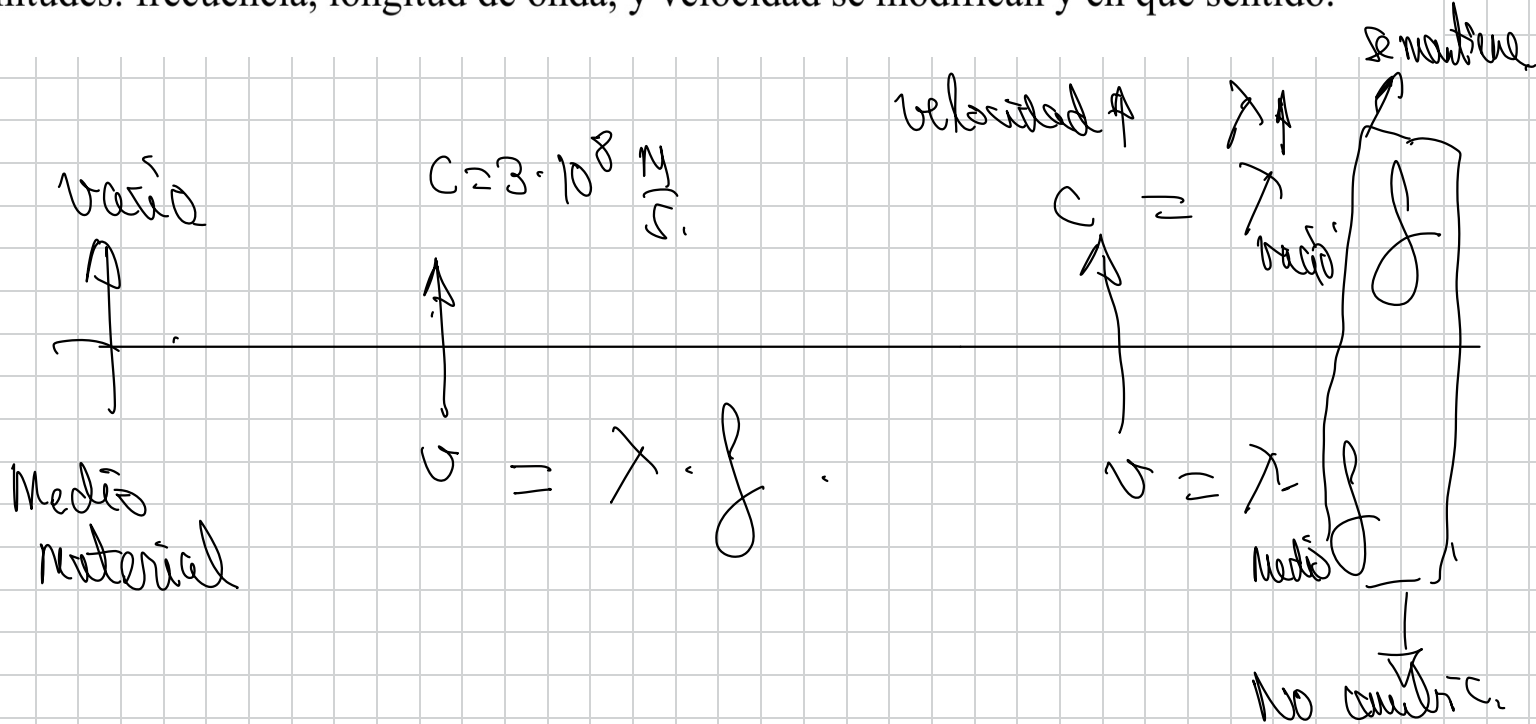
pag 163

11: Dispersión de la luz.

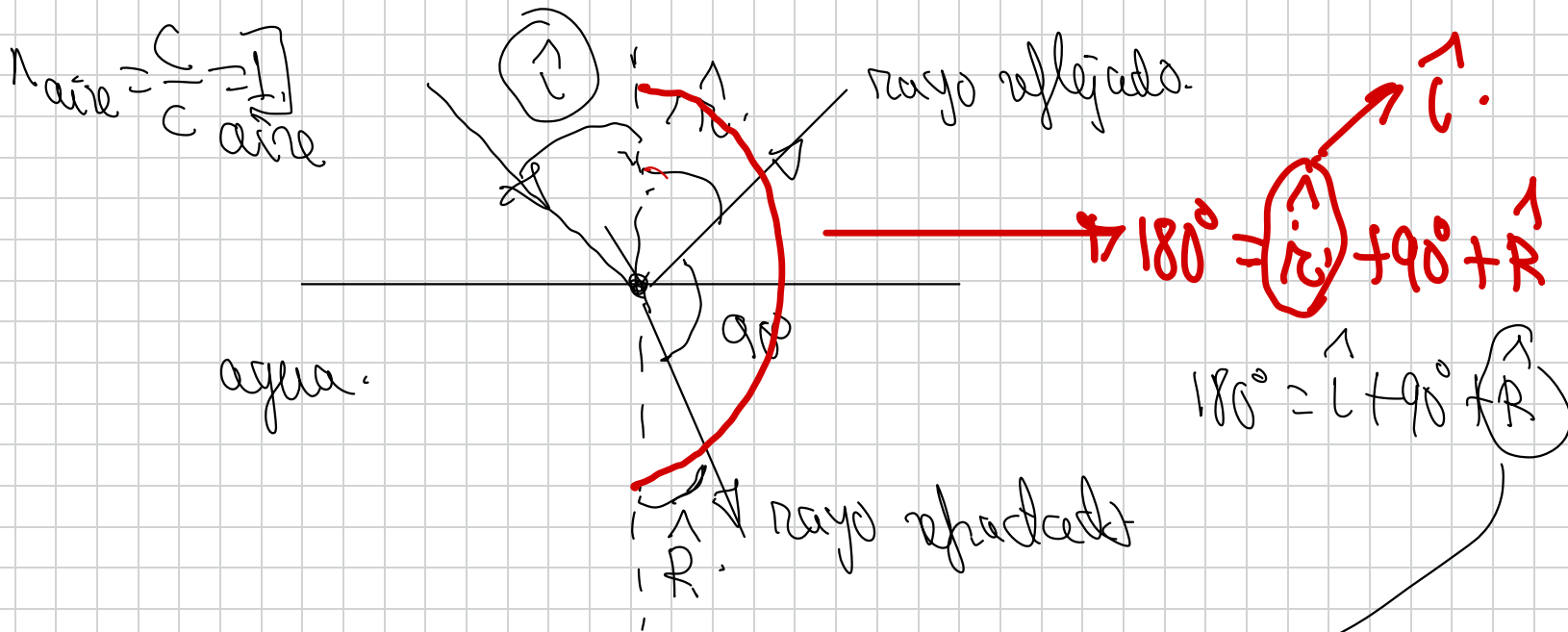


rojo
naranja
:
violeta,

52.- Cuando la luz pasa de un medio material al vacío, indique cuáles de las siguientes magnitudes: frecuencia, longitud de onda, y velocidad se modifican y en qué sentido.



55.- Un rayo de luz monocromática que se propaga por el aire incide sobre una superficie de agua. Determina el ángulo de incidencia para el cual el rayo reflejado es perpendicular al rayo refractado. Dato: $n_{\text{agua}}=1,33$



leg de Snell

$$n_{\text{air}} \cdot \sin \hat{i} = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \sin \hat{R}$$

$$1 \cdot \sin \hat{i} = 1,33 \cdot \sin \hat{R}$$

$$1 \cdot \sin \hat{i} = 1,33 \cdot \sin (90 - \hat{i})$$

$$1 \cdot \sin \hat{i} = 1,33 \cdot \cos \hat{i}$$

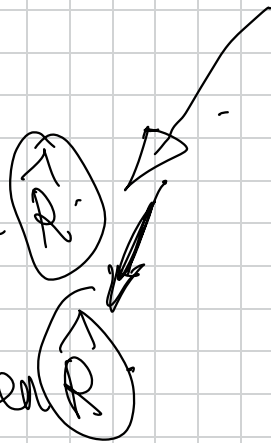
$$\frac{\sin \hat{i}}{\cos \hat{i}} = 1,33$$

$$\text{tg } \hat{i} = 1,33$$

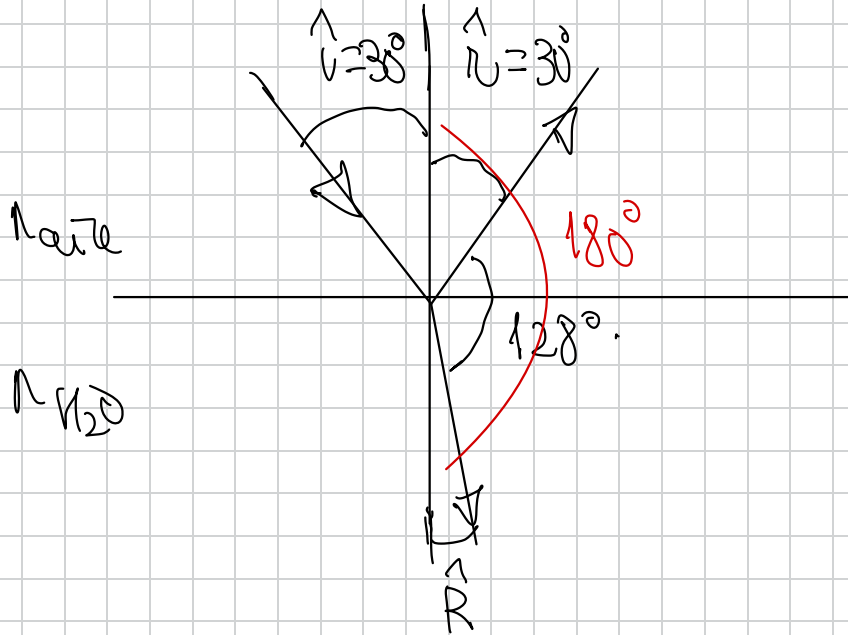
$$\hat{i} = \arctg 1,33$$
$$\hat{i} = 53,06^\circ$$

$$\hat{R} = 180 - 90 - \hat{i}$$

$$\hat{R} = 90 - \hat{i}$$



58.- Un rayo incide sobre el agua con un ángulo de incidencia de 30° . Sabiendo que el ángulo que forman el rayo reflejado y refractado es de 128° , calcular el índice de refracción del agua.



$$180^\circ = 30^\circ + 128^\circ + R$$

ley de Snell

$$n_{\text{aire}} \cdot \sin i = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \sin R$$

$$1 \cdot \sin 30^\circ = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \sin 22^\circ$$

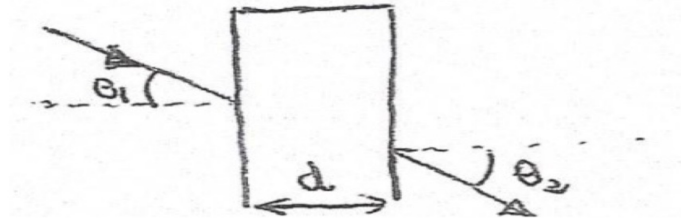
$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 1.33$$

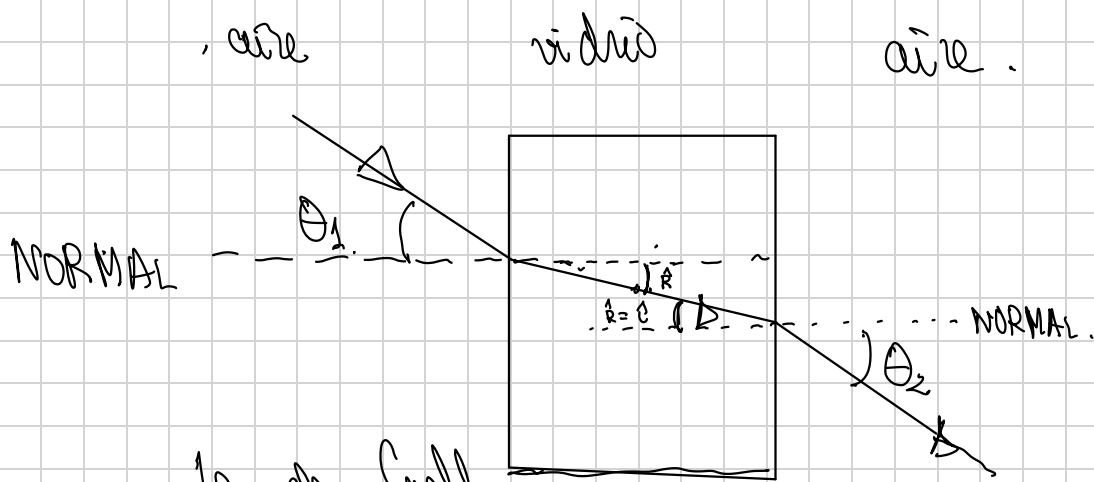
$$\hat{R} = 180^\circ - 30^\circ - 128^\circ$$

$$\hat{R} = 22^\circ$$

56.- Un rayo de luz pasa a través de un bloque de vidrio de índice de refracción n y de grosor d , tal y como muestra de forma aproximada la figura

- Dibuja correctamente el camino seguido por el rayo a lo largo de todo el recorrido
- Encuentra la relación existente entre el ángulo de entrada θ_1 y el de salida θ_2





ley de Snell

ley de Snell

$$n_{\text{air}} \cdot \text{sen } \theta_1 = n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } R$$

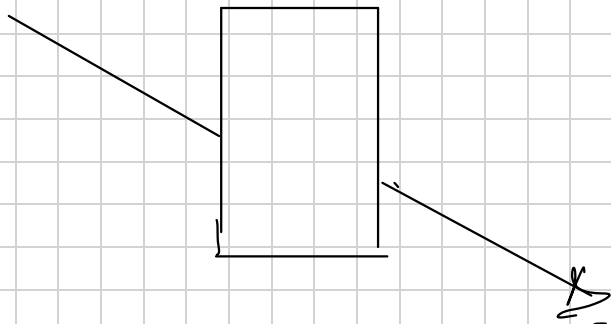
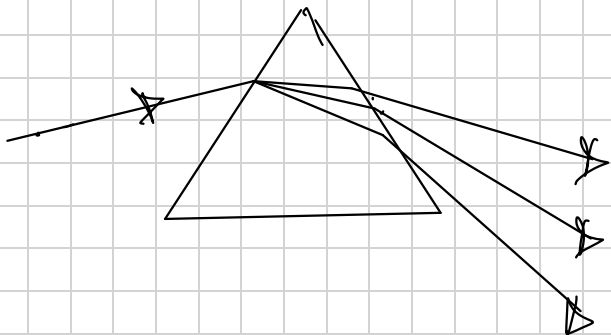
$$n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } R = n_{\text{air}} \cdot \text{sen } \theta_2$$

$$n_{\text{air}} \cdot \text{sen } \theta_1 = \left(n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } R \right) = n_{\text{air}} \cdot \text{sen } \theta_2$$

$$\cancel{n_{\text{aire}} \cdot \text{sen } \theta_1 = n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } \theta_2}$$
$$\text{sen } \theta_1 = \text{sen } \theta_2$$
$$\boxed{\theta_1 = \theta_2}$$

- > 57.- a) Explique, con ayuda de un esquema, en qué consiste el fenómeno de dispersión de la luz blanca a través de un prisma de vidrio
- b) ¿Ocurre el mismo fenómeno si la luz blanca atraviesa una lámina de vidrio de caras paralelas?





NO se aplica
la dispersión de la luz.

$$n_{\text{aire}} \cdot \sin \hat{i} = \left[n_{\text{vid}} \cdot \sin \hat{R} \quad n_{\text{vid}} \cdot \sin \hat{i} \right] = n_{\text{aire}} \cdot \sin \hat{R}'$$

$$\hat{i} = \hat{R}'$$

$$n_{\text{aire}} \cdot \sin \vec{\gamma} = \left(\underbrace{n_{\text{vidrio}} \cdot \sin \vec{\gamma}}_{\vec{\gamma} = \vec{\gamma}'} \cdot \underbrace{n_{\text{vidrio}} \cdot \sin \vec{\gamma}'}_{\vec{\gamma}'} \right) = n_{\text{vidrio}} \cdot \sin \vec{\gamma}'$$

$$\vec{\gamma} = \vec{\gamma}'$$

72.- Un rayo de luz monocromática incide en una de las caras de una lámina de vidrio, de caras planas y paralelas, con un ángulo de incidencia de 30° . La lámina está situada en el aire, su espesor es de 5 cm y su índice de refracción 1,5

- Dibuje el camino seguido por el rayo y calcule el ángulo que forma el rayo que emerge de la lámina con la normal.
- Calcule la longitud recorrida por el rayo en el interior de la lámina.

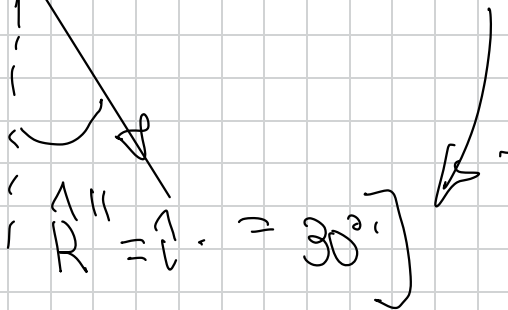
aire.

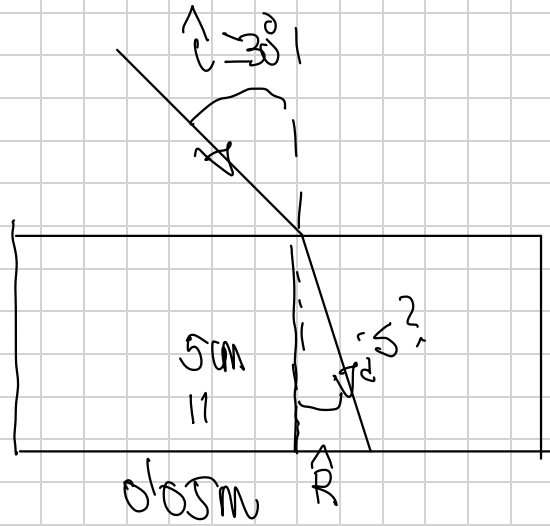
5 cm
vidrio

aire.



ya visto la
demostración >





ley de Snell

$$n_{\text{air}} \cdot \sin \hat{i} = n_{\text{vidio}} \cdot \sin \hat{R}$$

$$1 \cdot \sin 30^\circ = 1.5 \cdot \sin \hat{R}$$

$$\hat{R} = 19.47^\circ$$

$$\cos \hat{R} = \frac{\text{cat cat.}}{\text{hipot.}}$$

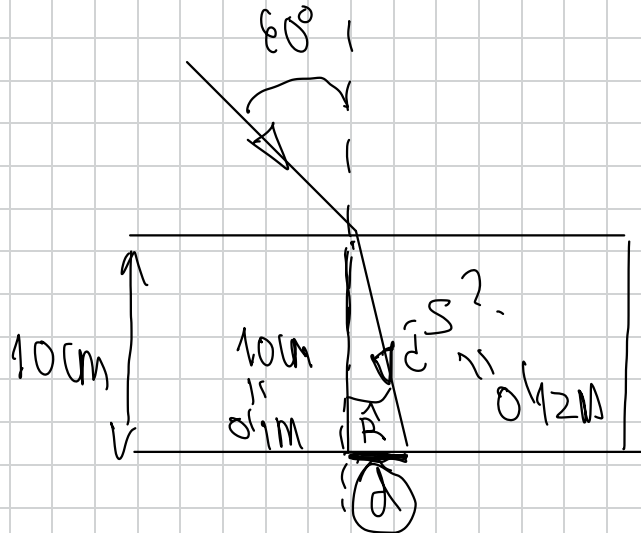
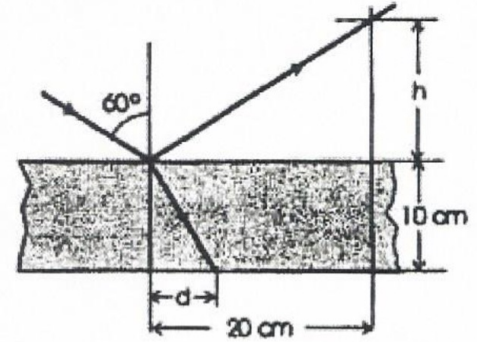
$$\cos 19.47^\circ = \frac{0.05}{s}$$

$$s = \frac{0.05}{\cos 19.47^\circ} = 0.053 \text{ m} \quad (5.3 \text{ cm})$$

81

(04-E) Una lámina de vidrio, de índice de refracción 1,5, de caras paralelas y espesor 10 cm, está colocada en el aire. Sobre una de sus caras incide un rayo de luz, como se muestra en la figura. Calcule:

- La altura h y la distancia d marcadas en la figura.
 - El tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$



$$n_{\text{aire}} \cdot \sin 60^\circ = n_{\text{vidrio}} \cdot \sin R$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 1.5 \cdot \sin R$$

$$R = 35.26^\circ$$

d (desplazamiento
del rayo)

$$\operatorname{tg} 35^{\circ} 26' = \frac{\text{cat op}}{\text{cat cont.}}$$

$$\operatorname{tg} 35^{\circ} 26' = \frac{d}{0.1}$$

$$d = 0.1 \operatorname{tg} 35^{\circ} 26' =$$

$$d = 0.071 \text{ m}$$

$$\cos 35^{\circ} 26' = \frac{0.1}{s} \Rightarrow s = \frac{0.1}{\cos 35^{\circ} 26'} = 0.12 \text{ m}$$



u de la luz en el vidrio.

$$n_{\text{vidrio}} = \frac{c}{v_{\text{vidrio}}}$$

$$v_{\text{vidrio}} = \frac{c}{n_{\text{vidrio}}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1.5} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

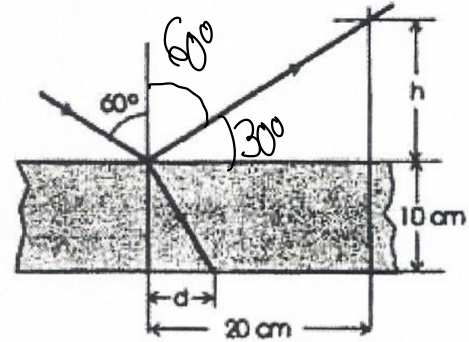
$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{L}{v} = \frac{0,12}{2 \cdot 10^8} = 6 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

81

(04-E) Una lámina de vidrio, de índice de refracción 1,5, de caras paralelas y espesor 10 cm, está colocada en el aire. Sobre una de sus caras incide un rayo de luz, como se muestra en la figura. Calcule:

- La altura h y la distancia d marcadas en la figura.
 - El tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$



02 (05-E) Un rayo de luz que se propaga por un medio homogéneo e isotrópico...

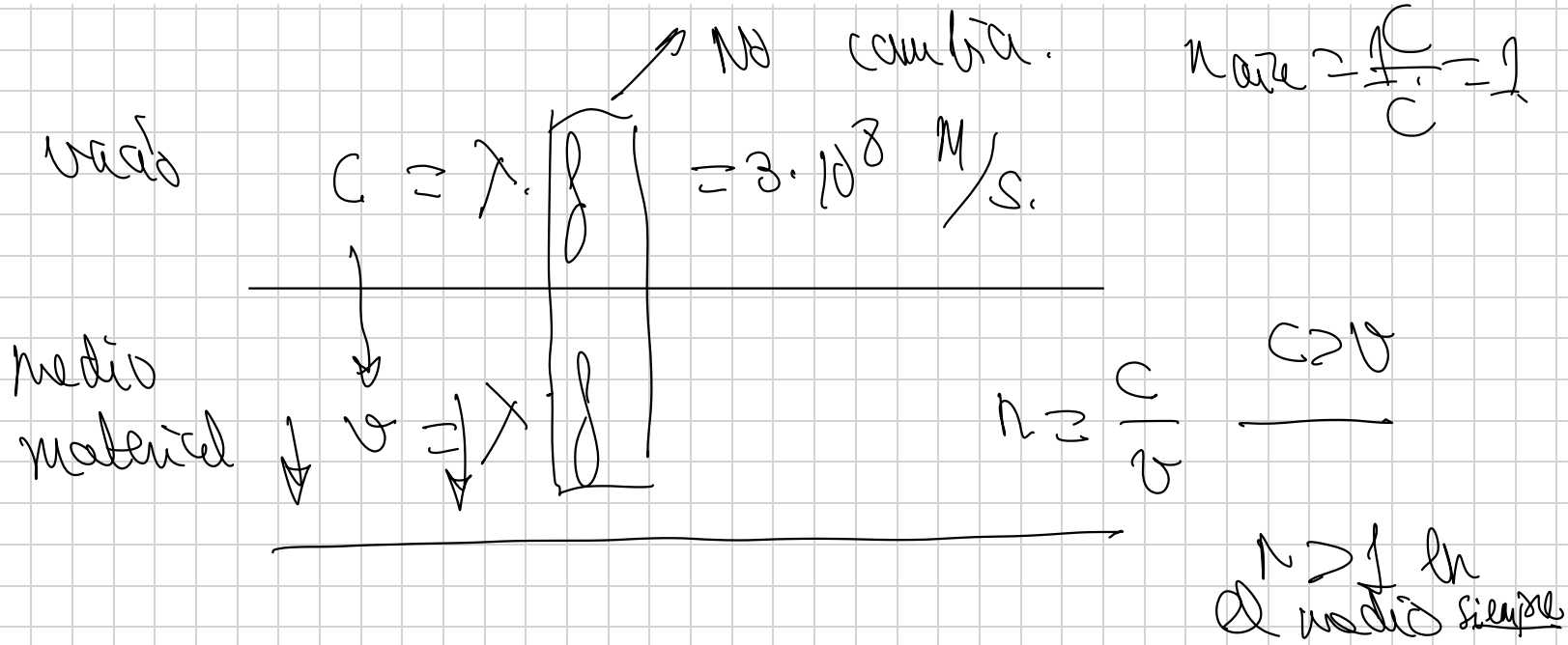
$$\text{tg } 30^\circ = \frac{h}{0,2}$$



$$h = 0,2 \cdot \text{tg } 30^\circ$$

$$\lambda = 0.12 \text{ m. (12 cm)}$$

45.- Las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío con velocidad c . ¿Cambia su velocidad de propagación en un medio material? . Defina el índice de refracción de un medio razonando si éste será mayor o menor que la unidad.



46.- Una onda electromagnética tiene, en el vacío, una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7}$ m

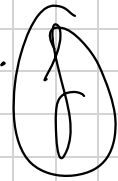
a) Determinar la frecuencia y el número de onda

b) Si dicha onda entra en un determinado medio, su velocidad se reduce a $3c/4$. Determinar el índice de refracción del medio, así como la frecuencia y la longitud de onda en el medio.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

a)

$$c = \lambda \cdot f$$



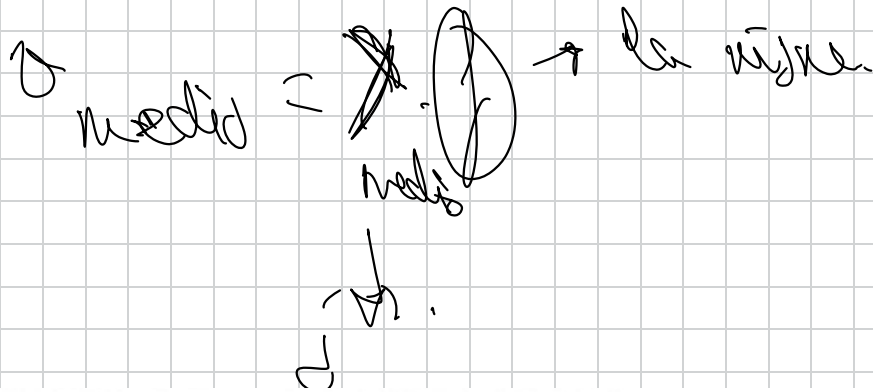
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

b)

$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{3c}{4}} = \frac{4}{3}$$

f la misma que la calculada.

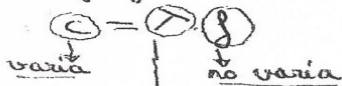


46) a) $c = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow c = \lambda \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow c = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$

número de onda $\Rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{5 \cdot 10^{-7}} = 4 \cdot 10^6 \pi \text{ rad} \cdot \text{m}^{-1}$

b) $n = \frac{c}{v} = \frac{c}{3c/4} = \frac{4}{3} \Rightarrow$ Índice de refracción, que al ser un cociente entre dos velocidades, nos dará un número sin unidades.

IMPORTANTE: La frecuencia NO VARÍA al pasar la onda de un medio a otro, luego $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ sigue siendo la misma.



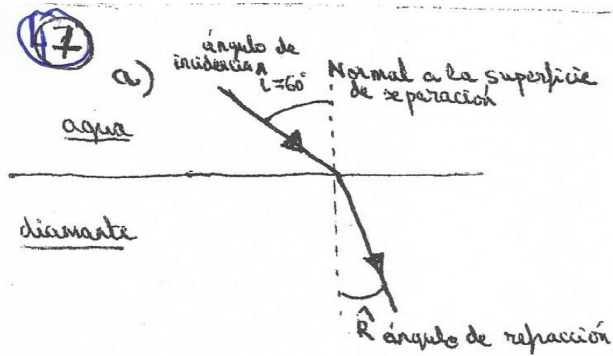
al pasar la onda de un medio a otro

$v = \lambda' \cdot f$

$\lambda' = \frac{v}{f} = \frac{3c/4}{6 \cdot 10^{14}} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^8 / 4}{6 \cdot 10^{14}} = 3.75 \cdot 10^{-7} \text{ m} //$

47.- Un rayo de luz pasa de agua ($n=1,333$) a un diamante ($n=2,417$) con un ángulo de incidencia de 60°

- Calcula el ángulo de refracción
- Calcula la velocidad de dicho rayo en el agua y en el diamante
- Calcula el índice de refracción relativo del agua con respecto al diamante
- Calcula el índice de refracción relativo del diamante con respecto al agua
- ¿Cuál de los dos medios es más refringente?



Ley de Snell para el cálculo del ángulo de refracción:

$$n_{\text{medio incidencia}} \cdot \text{sen } \hat{i} = n_{\text{medio refracción}} \cdot \text{sen } \hat{r}$$

$$n_{\text{agua}} \cdot \text{sen } \hat{i} = n_{\text{diamante}} \cdot \text{sen } \hat{r}$$

$$1'333 \cdot \text{sen } 60 = 2'417 \cdot \text{sen } \hat{r}$$

$$\text{sen } \hat{r} = 0'477$$

$$\hat{r} = \text{arcsen } 0'477$$

$$\hat{r} = 28'53^\circ$$

$$b) \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{c}{v_{\text{H}_2\text{O}}} \Rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{c}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'333} = 2'25 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$n_{\text{diamante}} = \frac{c}{v_{\text{diamante}}} \Rightarrow v_{\text{diamante}} = \frac{c}{n_{\text{diamante}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2'417} = 1'24 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

1/c)

$$n_{\text{H}_2\text{O}, \text{diamante}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{diamante}}} = \frac{1'333}{2'417} = 0'55$$

$$d) \quad n_{\text{diamante}, \text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{diamante}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{2'417}{1'333} = 1'81$$

e) El medio más refringente es el que posee mayor índice de refracción, es decir, el diamante.