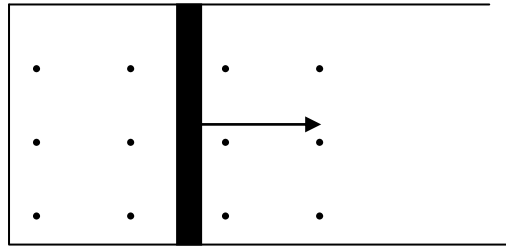


CUESTIÓN 1.- Una varilla conductora de 20 cm de longitud se desliza paralelamente a sí misma con una velocidad de 0,4 m/s, sobre un conductor en forma de U y de 8 ohmios de resistencia. El conjunto está situado en el seno de un campo magnético uniforme de 0,5 T y perpendicular al circuito formado por los conductores, como se muestra en la figura.



- a) FEM inducida e intensidad de corriente inducida, explicando el sentido de la misma.
 b) Halla el módulo, dirección y sentido de la fuerza que hay que aplicar para que la varilla se siga moviendo y explica por qué debe hacerse esa fuerza. Describe algún procedimiento que emplee el hombre. **(2 puntos)**

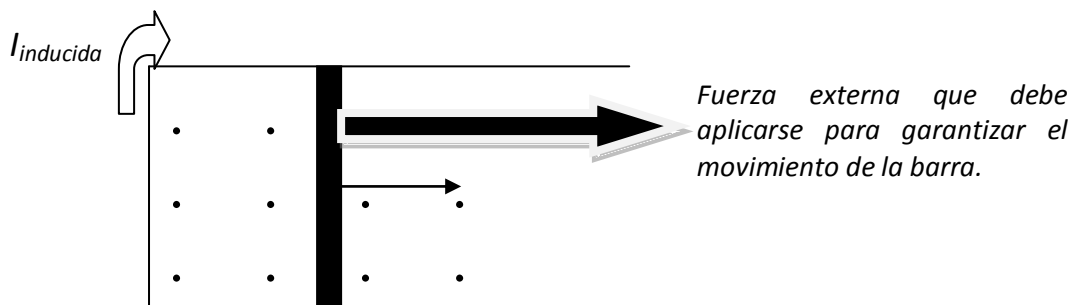
a) La FEM viene dada por:

$$V_E = v \cdot B \cdot L$$

$$V_E = (0,5) \cdot (0,2) \cdot (0,4) = 0,04 \text{ V}$$

Ley de Ohm: $V_E = I \cdot R \rightarrow 0,04 = I \cdot 8 \rightarrow I = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

El sentido de la corriente inducida debe oponerse al avance de la barra. Por ello, como el flujo está aumentando, la corriente inducida tendrá sentido horario.

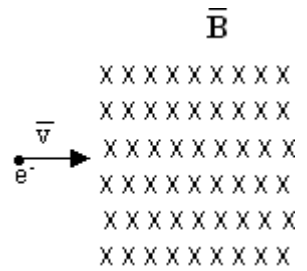


Sobre la barra aparece entonces una fuerza magnética $\vec{F} = I_{inducida} \cdot \vec{L} \otimes \vec{B}$ cuyo sentido se opone al avance de la barra, es decir, a la velocidad. El valor de la fuerza será:

$$F = I \cdot L \cdot B = 5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,2) \cdot (0,5) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Esta fuerza frena la barra. Mediante un medio externo, se debe aplicar una fuerza de $5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ en el sentido de la velocidad. **Si la fuerza la hace el aire, tenemos un aerogenerador (molinos de viento).**

CUESTIÓN 2.- Un electrón se acelera desde el reposo por la acción de una diferencia de potencial de 500V, penetrando a continuación en un campo magnético uniforme de 0'04 T perpendicular a la trayectoria del electrón como indica la figura. Determinar:



- La velocidad del electrón al entrar en el campo magnético.
- La fuerza que el campo ejerce sobre el electrón.
- El radio de la trayectoria del electrón en el interior del campo magnético.

($e^- = 1'60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9'11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$)

(2 puntos)

- a) La velocidad de entrada del electrón en el campo magnético se deduce mediante el principio de conservación de la energía para un campo eléctrico (potencial eléctrico):

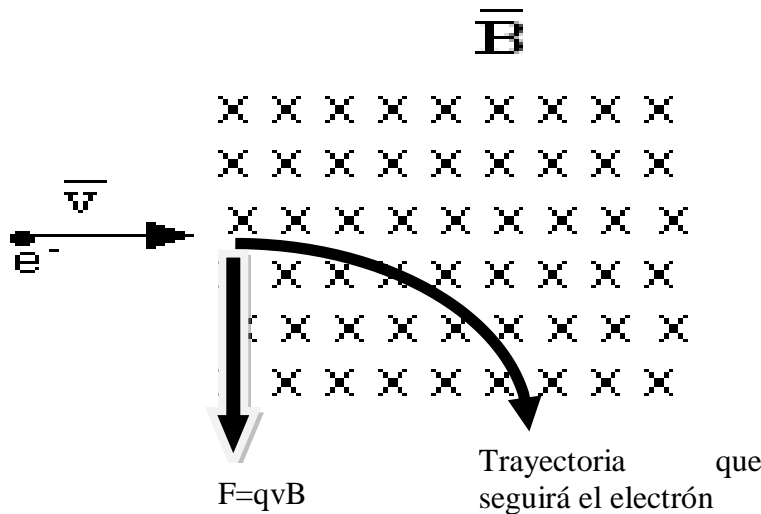
$$q \cdot V = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (500) = \frac{1}{2} \cdot (9,11 \cdot 10^{-31}) \cdot v^2$$

$$v = 1,32 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$$

- b) La fuerza sobre el electrón viene dada por la fuerza de Lorentz:

$$F = q \cdot v \cdot B = (1,6 \cdot 10^{-19}) \cdot (1,32 \cdot 10^7) \cdot (0,04) = 8,45 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

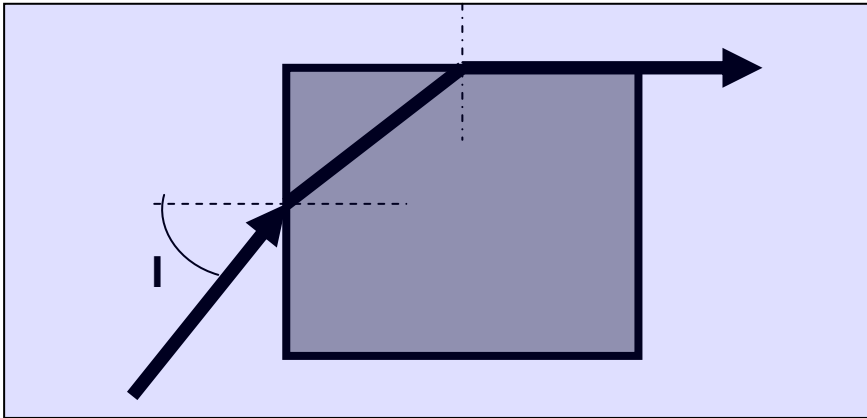


- c) Para hallar el radio de la trayectoria que hace el electrón, basta con igualar la fuerza centrípeta a la fuerza de Lorentz:

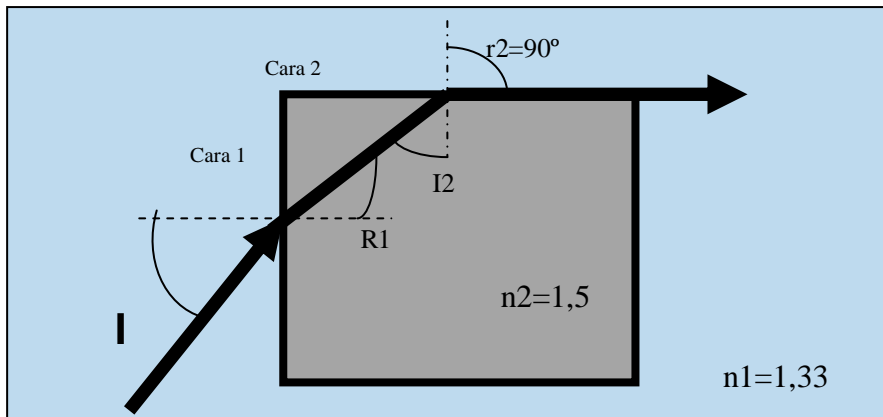
$$F = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = m \frac{v^2}{F} \Rightarrow R = 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot \frac{(1,32 \cdot 10^7)^2}{8,45 \cdot 10^{-14}}$$

$$R = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,88 \text{ mm}$$

CUESTIÓN 3.- Un rayo monocromático incide en la cara vertical de un cubo de vidrio de índice de refracción $n=1,5$, sumergido en agua ($n=1,33$).



Halla el ángulo I con que debe de incidir el rayo para que en la cara superior del cubo haya reflexión total. (1 punto)



Aplicamos la ley de Snell a la CARA 2 teniendo en cuenta que se produce reflexión límite, es decir, $r_2=90^\circ$

$$n_2 \cdot \text{sen} i_2 = n_1 \cdot \text{sen} 90$$

$$1,5 \cdot \text{sen} i_2 = 1,33 \cdot \text{sen} 90 \quad \rightarrow \quad i_2 = 62,45^\circ$$

Por otra parte, se observa que $i_2 + R_1 = 90^\circ \rightarrow R_1 = 90 - 62,45 = 27,55^\circ$

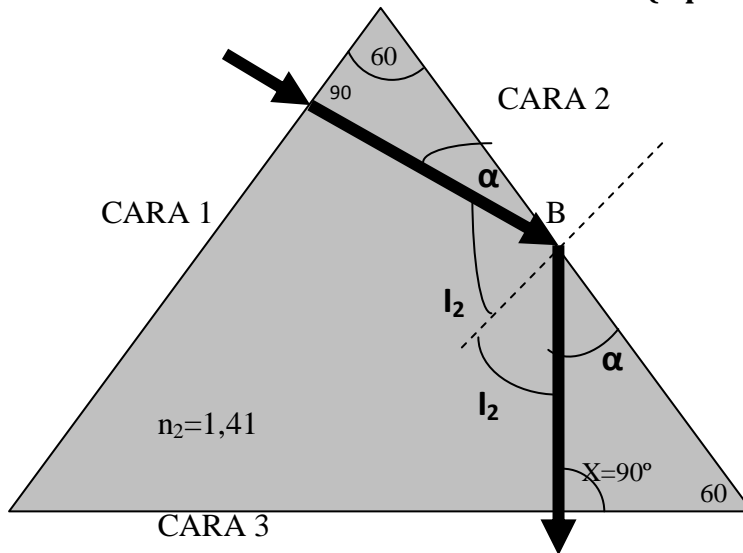
Y ahora se aplica la ley de Snell a la CARA 1:

$$n_1 \cdot \text{sen} i = n_2 \cdot \text{sen} R_1$$

$$1,33 \cdot \text{sen} i = 1,5 \cdot \text{sen} 27,55 \quad \rightarrow \quad i = 31,44^\circ$$

CUESTIÓN 4.- Tenemos un prisma de vidrio equilátero de $n_{\text{vidrio}} = \sqrt{2}$ y cuyo ángulo de refringencia es de 60° . Determina la marcha de la luz en el caso de que el rayo incida normalmente a una cara tal y como se indica en la figura. El medio externo es aire, $n_{\text{aire}} = 1$. Razónese todo el proceso para determinar la marcha del rayo.

(1 punto)



El rayo incide sobre la CARA 1 con ángulo de incidencia $i=0^\circ$, luego atraviesa la cara 1 y llega al punto de la CARA 2 designado por B.

El ángulo α cumple que: $\alpha + 60 + 90 = 180$; luego $\alpha = 30^\circ$.

Además, $\alpha + i_2 = 90^\circ$; luego $i_2 = 60^\circ$.

Como el índice de refracción del vidrio es mayor que el del aire, comprobamos el ángulo límite del sistema vidrio – aire.

$$n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen} L = n_{\text{aire}} \cdot \text{sen} 90$$

$$1,41 \cdot \text{sen} L = 1 \cdot 1 \quad \underline{L = 45^\circ}$$

En el punto B, no hay refracción ya que el ángulo de incidencia i_2 es mayor que el ángulo límite.

El rayo incide con 60° y se refleja con 60° . Esto obliga a que el rayo atraviese la CARA 3 con un ángulo de incidencia de 0° , ya que $X = 90^\circ$; por lo que el rayo sale por esa cara perpendicular a la cara.

CUESTIÓN 5

Explica qué es el fenómeno de la dispersión de luz y dibuja esquemáticamente las trayectorias de los rayos de luz al sufrir dispersión. (1,0 puntos)

Las longitudes de onda de los colores básicos de la luz visible son los de la tabla 9.1.

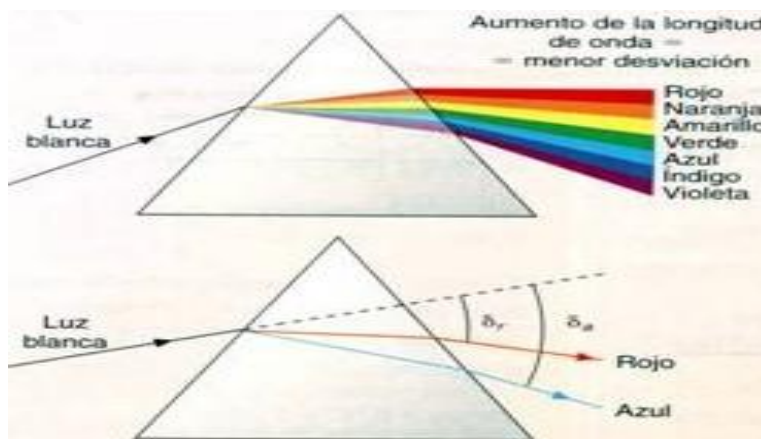
ROJO	De 6200 A a 7400 A
NARANJA	De 5900 A a 6200 A
AMARILLO	De 5700 A a 5900 A
VERDE	De 4900 A a 5700 A
AZUL	De 4500 A a 4900 A
AÑIL	De 4300 A a 4500 A
VIOLETA	De 4000 A a 4300 A

Puede decirse que la luz blanca es una mezcla de luces de diferentes colores, desde el rojo hasta el violeta. La luz violeta tiene menos longitud de onda, luego es la que tiene mayor frecuencia y por tanto, mayor energía.

El índice de refracción de un material depende de la longitud de onda de la luz incidente según la expresión:

$$n_{\text{medio}} = \frac{c}{v} = \frac{f \cdot \lambda_0}{f \cdot \lambda_{\text{medio}}} = \frac{\lambda_0}{\lambda_{\text{medio}}}$$

Cuando un haz de rayos de luz de diferentes longitudes de onda (luz blanca) incide sobre un material refractante, cada radiación simple se desviará un ángulo diferente. Este fenómeno se llama dispersión de la luz.



Dispersión de la luz.

La luz roja sufre menos desviación mientras que la luz violeta sufre mayor desviación. El conjunto de colores que se observan al incidir la luz sobre el material se denomina espectro de luz blanca.

Un ejemplo muy conocido de dispersión de la luz es el arcoíris. Las gotas de agua actúan de material refractante.

CUESTIÓN 6.- Un haz de luz roja de 6900 Å de longitud de onda en el aire penetra en el agua ($n=1,33$). Si el ángulo de incidencia es de 45° , determina:

i) **Ángulo de refracción.**

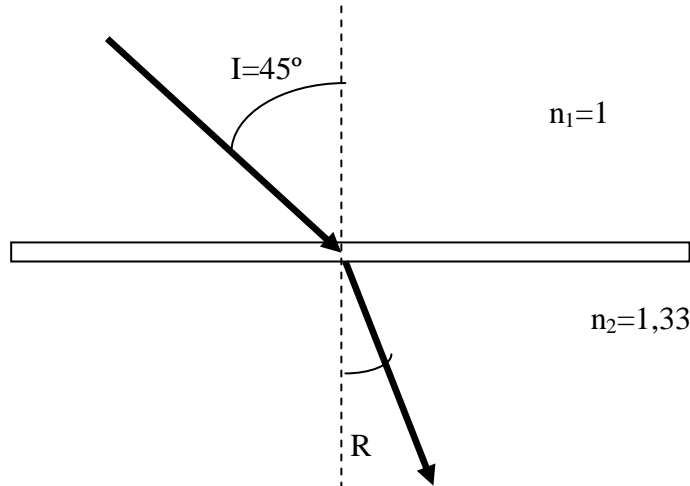
ii) **Longitud de onda en el agua.**

iii) **Un nadador bajo el agua, ¿observará el mismo color rojo de la luz?**

Datos: $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$; $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

(1,5 puntos)

a) *Aplicamos la ley de Snell*



$$n_1 \cdot \text{sen} I = n_2 \cdot \text{sen} R \Rightarrow 1 \cdot \text{sen}(45) = 1,33 \cdot \text{sen} R$$

$$R = 32,11^\circ$$

b) *El índice de refracción proporciona la relación entre las longitudes de onda en el vacío y en el agua.*

$$n_{\text{agua}} = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_{\text{vacío}} \cdot f}{\lambda_{\text{agua}} \cdot f} = \frac{\lambda_{\text{vacío}}}{\lambda_{\text{agua}}} \Rightarrow 1,33 = \frac{6900}{\lambda_{\text{agua}}}$$

$$\lambda_{\text{agua}} = 5187,97 \text{ Å}$$

c) *La frecuencia es la misma en el vacío y en el agua. El color rojo del bañador no cambia si está dentro o fuera del agua. Básicamente la frecuencia depende del foco emisor, que es el SOL.*

CUESTIÓN 7.- Una onda de naturaleza electromagnética está definida en unidades del S.I. por

$$E=10^{-3} \cos (200x-5.10^{10}t)$$

Calcula:

a) Ecuación magnética, longitud de onda y frecuencia.

B) Índice de refracción del medio en el que se propaga la onda respecto al vacío, donde viaja a una velocidad de 3.10^8 m/s.

c) Energía en eV de un fotón de dicha luz.

Datos: $h=6,626.10^{-34}$ J.s; $1eV=1,6.10^{-19}$ J; $c=3.10^8$ m/s (1,5 puntos)

a) *Número onda $k=200$ m⁻¹*

Pulsación $w=5.10^{10}$ rad/s

Amplitud de la onda magnética
$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{10^{-3}}{3.10^8} = 3,33.10^{-12}$$

$$B = 3,33.10^{-12} \cdot \cos(200x - 5.10^{10}t) \text{ Teslas}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{\pi}{200} = 3,14.10^{-2} \text{ m}$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{5.10^{10}}{\pi} = 7,958.10^9 \text{ Hz}$$

b) *El índice de refracción del medio cumple que:*

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3.10^8}{2,5.10^8} = 1,2$$

$$v = \lambda \cdot f = (3,14.10^{-2}) \cdot (7,958.10^9) = 2,50.10^8 \frac{m}{s}$$

c) *La energía del fotón viene dada por la hipótesis de Planck:*

$$E = h \cdot f = 6,626.10^{-34} \cdot 7,958.10^9 = 5,27.10^{-24} \text{ J}$$

$$5,27.10^{-24} \text{ J} \times \frac{1eV}{1,6.10^{-19} \text{ J}} = 3,3.10^{-5} \text{ eV}$$