EMESTRADA
EXÁMENES DE SELECTIVIDAD

PROBLEMAS RESUELTOS

SELECTIVIDAD ANDALUCÍA

2020

FISICA

TEMA 3: ONDAS

- Junio, Ejercicio 7
- Reserva 1, Ejercicio 7
- Reserva 2, Ejercicio 7
- Reserva 3, Ejercicio 7
- Reserva 4, Ejercicio 3
- Reserva 4, Ejercicio 7
- Septiembre, Ejercicio 3
- Septiembre, Ejercicio 7

emestrada

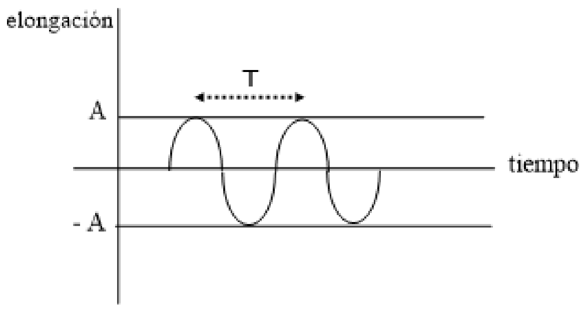
a) ¿Qué significa que una onda armónica viajera tenga doble periodicidad?. Realice las gráficas necesarias para representar ambas periodicidades.
b) Una onda viajera viene dada por la ecuación: $y(x,t)=20\cos(10t-50x)$ (S.I.).
Calcule: i) Su velocidad de propagación. ii) La ecuación de la velocidad de oscilación y su valor máximo. iii) La ecuación de la aceleración y su valor máximo.
FISICA. 2020. JUNIO. EJERCICIO 7

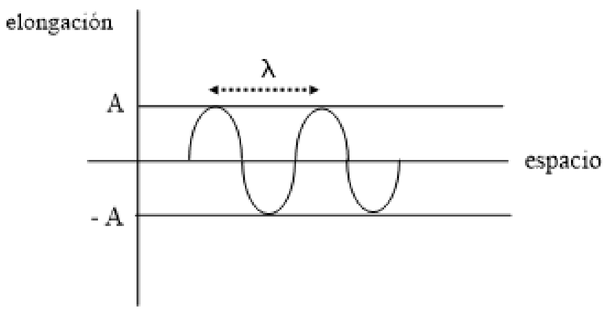
R E S O L U C I O N

a) Que las ondas se repiten cada cierto tiempo (T= periodo) y cada cierto espacio (λ = longitud de onda).
Vamos a demostrarlo sustituyendo en la ecuación general de una onda t por $t+T$ ó bien x por $x+\lambda$ y observando que la ecuación no se modifica

$$y(x,t)=A\,\text{sen}\,(\omega(t+T)-kx)=A\,\text{sen}\,(\omega t+\omega T-kx)=A\,\text{sen}\,(\omega t+\frac{2\pi}{T}T-kx)=A\,\text{sen}\,(\omega t-kx)$$

$$y(x,t)=A\,\text{sen}\,(\omega t-k(x+\lambda))=A\,\text{sen}\,(\omega t-kx-k\lambda)=A\,\text{sen}\,(\omega t-kx-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\lambda)=A\,\text{sen}\,(\omega t-kx)$$





b) Identificando las ecuaciones: $y(x,t)=A\cos(\omega t-kx)$ y $y(x,t)=20\cos(10t-50x)$

Tenemos que: $\begin{cases}\omega=10\,s^{-1}\Rightarrow T=\dfrac{2\pi}{\omega}=\dfrac{\pi}{5}\ s\\ k=50\,m^{-1}\Rightarrow\lambda=\dfrac{2\pi}{k}=\dfrac{\pi}{25}\ m\end{cases}$

i) Luego, la velocidad de propagación es: $v=\dfrac{\lambda}{T}=\dfrac{\frac{\pi}{25}}{\frac{\pi}{5}}=0'2\ m\cdot s^{-1}$

ii) $v=\dfrac{dy}{dt}=-20\cdot10\,\text{sen}(10t-50x)=-200\,\text{sen}(10t-50x)\ \ m\cdot s^{-1}$

$v_{max}\Rightarrow\text{sen}(10t-50x)=\pm1\Rightarrow v_{max}=\pm\ 200\ m\cdot s^{-1}$

iii) $a = \dfrac{dv}{dt} = -20 \cdot 10 \cdot 10 \cos(10t - 50x) = -2000\ \cos(10t - 50x)\ \ m \cdot s^{-2}$

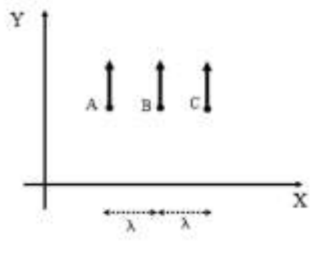
$a_{max} \Rightarrow \cos(10t - 50x) = \pm 1 \Rightarrow a_{max} = \pm\ 2000\ \ m \cdot s^{-2}$

emestrada

a) i) ¿Qué significa que dos puntos de una onda armónica estén en fase?. ii) ¿Y en oposición de fase?. Explique ambas cuestiones con la ayuda de un dibujo.
b) Una onda armónica que se propaga por una cuerda en el sentido negativo del eje OX tiene una longitud de onda de 0'25 m, y en el instante inicial la elongación en el foco es nula. El foco emisor vibra con una frecuencia de 50 Hz y una amplitud de 0'05 m. i) Escriba la ecuación de la onda explicando el razonamiento seguido para ello. ii) Calcule la ecuación de la velocidad de oscilación e indique el valor máximo de dicha velocidad.
FISICA. 2020. RESERVA 1. EJERCICIO 7

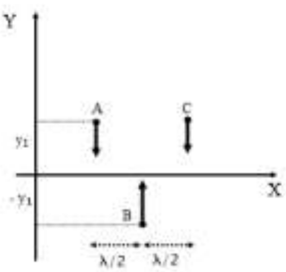
R E S O L U C I O N

a) i) Significa que tienen la misma elongación, velocidad y aceleración en todo momento.



Puntos en fase A, B y C

ii) En oposición de fase significa que los dos puntos tienen la misma elongación, velocidad y aceleración pero de signo contrario.



Puntos en oposición de fase A y B
Puntos en oposición de fase B y C
Puntos en fase A y C

b) i) La ecuación de una onda: $y(x,t) = A\,\text{sen}\,(\omega t + kx + \delta)$

- $A = 0'05$ m
- $\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi$ rad / s
- $k = \dfrac{2\pi}{\lambda} = \dfrac{2\pi}{0'25} = 8\pi$ rad / m (signo positivo al viajar en sentido negativo del eje OX)

Para calcular δ usamos las condiciones iniciales

$$y\begin{pmatrix} x = 0 \\ t = 0 \end{pmatrix} = 0 \Rightarrow 0 = A\,\text{sen}\,(0 + 0 + \delta) \Rightarrow 0 = \text{sen}\,\delta \Rightarrow \delta = 0$$

Luego, la ecuación es: $y(x,t) = A\,\text{sen}\,(\omega t + kx + \delta) = 0'05\,\text{sen}(100\pi t + 8\pi x)$ S.I.

ii) $v_{\text{de oscilación}} = \dfrac{dy}{dt} = 0'05 \cdot 100\pi \cdot \cos\left(100\pi t + 8\pi x\right) = 5\pi \cdot \cos\left(100\pi t + 8\pi x\right)$ m / s

El valor máximo se obtiene cuando $\cos\text{eno} = 1 \Rightarrow v_{max} = 5\pi$ m / s

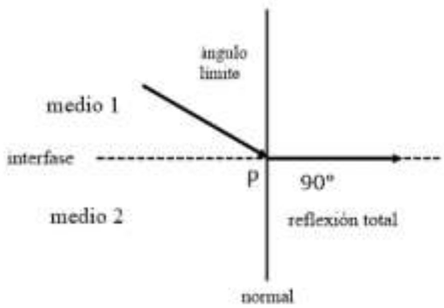
a) i) Un rayo de luz pasa de un medio a otro con mayor índice de refracción. Compare la longitud de onda y la frecuencia de los rayos incidente y refractado. ii) ¿En qué condiciones se produce la reflexión total?. Justifique la respuesta.
b) Un haz de luz de frecuencia $f = 10^{15}$ Hz pasa desde un cristal de cuarzo al aire produciéndose reflexión y refracción. Sabiendo que el índice de refracción del cuarzo es 1'46 y el ángulo de incidencia con la normal es 20º. i) Realice un esquema de la trayectoria de los rayos y determine los ángulos de reflexión y refracción de la luz. ii) Calcule la longitud de onda de la luz en el cuarzo. $c = 3\cdot 10^8\ m\cdot s^{-1}$; $n_{aire} = 1$
FISICA. 2020. RESERVA 2. EJERCICIO 7

R E S O L U C I O N

a) i) En la refracción la frecuencia de la onda no cambia.

Si $n_1 < n_2 \Rightarrow \frac{c}{v_1} < \frac{c}{v_2} \Rightarrow v_2 < v_1$ y como $v = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda_2 \cdot f < \lambda_1 \cdot f \Rightarrow \lambda_2 < \lambda_1$

ii)



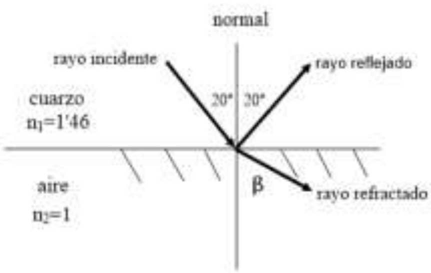
La reflexión total se produce cuando la onda pasa de un medio de más velocidad a otro medio de menos velocidad ($v_1 < v_2$) y el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite.

$$v_1 < v_2 \Rightarrow \frac{1}{v_2} < \frac{1}{v_1} \Rightarrow \frac{c}{v_2} < \frac{c}{v_1} \Rightarrow n_2 < n_1$$

Ley de Snell: $\frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \text{sen}\,\alpha = \frac{n_2}{n_1}$ siendo α el ángulo límite

Para ángulos mayores que el ángulo límite se produce reflexión total y debe cumplirse que $n_2 < n_1$.
La onda debe pasar a un medio de índice de refracción menor que el que tenía.

b)



Ley de Snell: $\frac{\text{sen } 20^{\circ}}{\text{sen } \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1'46} \Rightarrow \text{sen } \beta = 1'46 \cdot \text{sen} 20^{\circ} = 0'4993 \Rightarrow \beta = 29'96^{\circ}$

ii) $n_1 = \frac{c}{v_1} \Rightarrow 1'46 = \frac{3 \cdot 10^8}{v_1} \Rightarrow v_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1'46}$

y como $v_1 = \lambda_1 \cdot f \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{1'46} = \lambda_1 \cdot 10^{15} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1'46 \cdot 10^{15}} = 2'05 \cdot 10^{-7}$ m

emestrada

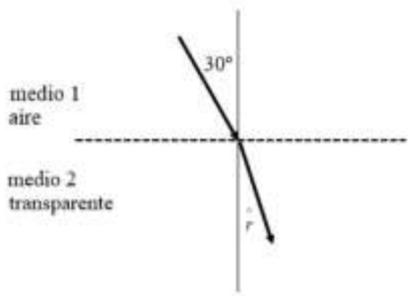
a) i) ¿Cambia la longitud de onda de la luz al pasar de un medio a otro?. ii) La luz azul y amarilla del espectro visible, ¿tienen la misma velocidad de propagación en el vacio? ¿y la misma frecuencia?. Justifique sus respuestas.
b) Un rayo luminoso de longitud de onda $6\cdot 10^{-7}$ m, que se propaga en el aire, incide sobre un medio transparente con un ángulo de 30º con la normal. Sabiendo que la longitud de onda del rayo refractado es $5\cdot 10^{-7}$ m, calcule razonadamente: i) La frecuencia del rayo refractado. ii) El índice de refracción de dicho medio transparente. iii) El ángulo de refracción. Apóyese en un esquema.
$c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$; $n_{aire} = 1$
FISICA. 2020. RESERVA 3. EJERCICIO 7

R E S O L U C I O N

a) i) La longitud de onda cambia al pasar la luz de un medio a otro porque cambia la velocidad de la onda, ya que $v = \lambda \cdot f$ y la frecuencia es constante.

ii) La luz azul y la luz amarilla tienen la misma velocidad de propagación en el vacío y vale $c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$. La frecuencia es distinta al ser dos luces diferentes.

b)



i) $f_{\text{rayo refractado}} = f_{\text{rayo incidente}} = f$

En el aire: $v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3\cdot 10^{8} = 6\cdot 10^{-7}\cdot f \Rightarrow f = 5\cdot 10^{14}$ Hz

ii) En el medio transparente: $v = \lambda \cdot f = 5\cdot 10^{-7}\cdot 5\cdot 10^{14} = 2'5\cdot 10^{8}\ m/s$

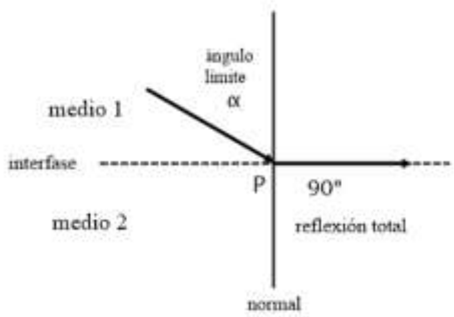
$$n_{\text{medio transparente}} = \frac{c}{v} = \frac{3\cdot 10^{8}}{2'5\cdot 10^{8}} = 1'2$$

iii) Ley de Snell: $\dfrac{\text{sen}\ \hat{i}}{\text{sen}\ \hat{r}} = \dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{n_2}{n_1} \Rightarrow \dfrac{\text{sen}\ 30^{\circ}}{\text{sen}\ \hat{r}} = \dfrac{1'2}{1} \Rightarrow \text{sen}\ \hat{r} = 0'4166 \Rightarrow \hat{r} = 24'62^{\circ}$

a) i) Explique la relación que debe existir entre los índices de refracción de dos medios para que se produzca reflexión total. ii) Obtenga la expresión del ángulo límite.
b) Una onda electromagnética de frecuencia $2\cdot 10^{15}$ Hz se propaga en el vacío en el sentido negativo del eje OX. El campo eléctrico tiene una amplitud de $2\,V\cdot m^{-1}$ y oscila en el eje OY. Calcule: i) La longitud de onda y escriba la ecuación de la onda para el campo eléctrico. ii) La amplitud del campo magnético y deduzca la dirección de oscilación del mismo.
$c = 3\cdot 10^{8}\, m\cdot s^{-1}$
FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 3

R E S O L U C I O N

a) i)



Para ángulos mayores que el ángulo límite se produce reflexión total.

$$\text{Ley de Snell: } \frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Para que haya reflexión total el ángulo de incidencia debe ser menor que el ángulo de refracción

$$\hat{i} < \hat{r} \Rightarrow \text{sen } \hat{i} < \text{sen } \hat{r} \Rightarrow \frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} < 1 \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} < 1$$

ii) $\dfrac{\text{sen } \hat{\alpha}}{\text{sen } 90^\circ} = \dfrac{n_2}{n_1} \Rightarrow \text{sen } \hat{\alpha} = \dfrac{n_2}{n_1}$

b) i) $v = \lambda\cdot f \Rightarrow 3\cdot 10^{8} = \lambda\cdot 2\cdot 10^{15} \Rightarrow \lambda = 1'5\cdot 10^{-7}$ m

Como: $\omega = 2\pi f = 2\pi\cdot 2\cdot 10^{15} = 4\cdot 10^{15}\,\pi$; $K = \dfrac{2\pi}{\lambda} = \dfrac{2\pi}{1'5\cdot 10^{-7}} = \dfrac{4}{3}\pi\cdot 10^{7}$

La ecuación de onda: $E(x,t) = A \text{ sen } (\omega t + kx) = 2 \text{sen} \left(4\cdot 10^{15}\pi t + \dfrac{4}{3}\pi\cdot 10^{7} x \right)$

b) Las amplitudes de los campos eléctricos y magnéticos siguen la relación:

$E = c\cdot B \Rightarrow 2 = 3\cdot 10^{8}\cdot B \Rightarrow B = \dfrac{2}{3}\cdot 10^{-8}$ T (amplitud del campo magnético)

Los campos eléctricos y magnético están en fase y forman 90º entre si. Como el campo eléctrico oscila en el eje OY, el campo magnético oscila en el eje OZ.

emestrada

a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) La amplitud de una onda estacionaria en un vientre es el doble de la amplitud de las ondas armónicas que la producen. ii) La distancia entre un nodo y un vientre consecutivo, en una onda estacionaria, es igual a media longitud de onda.

b) La ecuación de una onda estacionaria en una cuerda tensa es:

$$y(x,t) = 0'05\cos(2\pi x)\cdot \text{sen}(15\pi t) \quad (\text{S.I.}).$$

Calcule razonadamente: i) La amplitud máxima. ii) La velocidad de propagación de las ondas armónicas que la producen. iii) La velocidad de oscilación máxima de un punto de la cuerda situado en $x = 0'75$ m.

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 7

R E S O L U C I O N

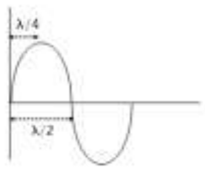
a) i) Afirmación verdadera

onda estacionaria: $y = 2A\,\text{sen}\,kx\cdot\cos\omega t$

onda armónica: $y^{*} = A\,\text{sen}(\omega t - kx)$

En una onda estacionaria en un vientre, la elongación vale: $y_{\text{máxima}} = 2A$, que es el doble de la amplitud de las ondas armónicas que la producen.

ii) Afirmación falsa.



La distancia entre nodo y nodo es: $\dfrac{\lambda}{2}$. La distancia entre vientre y vientre es: $\dfrac{\lambda}{2}$

Como entre dos nodos hay un vientre, la distancia nodo-vientre es: $\dfrac{\lambda}{4}$

b) $y(x,t) = 0'05\cos(2\pi x)\cdot\text{sen}(15\pi t) \quad (\text{S.I.})$

i) La amplitud es máxima cuando coseno=1 y seno=1, luego, vale 0'05 m

ii) Identificando coeficientes, tenemos que: $\begin{cases} \omega = 15\pi = 2\pi f \Rightarrow f = \dfrac{15}{2}\ \text{Hz} \\ k = 2\pi = \dfrac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 1\ \text{m} \end{cases}$

Luego: $v = \lambda\cdot f = 1\cdot\dfrac{15}{2} = 7'5\ \text{m/s}$

iii) $v_{\text{oscilación}} = \dfrac{dy}{dt} = 0'05\cos(2\pi x)\cdot 15\pi\,\text{sen}(15\pi t)$

$v_{\text{oscilación}}(x = 0'75) = 0'05\cos(2\pi\cdot 0'75)\cdot 15\pi\,\text{sen}(15\pi t) = 0\ \text{m/s}$

Como la velocidad vale 0 para cualquier valor de t, eso quiere decir que ese punto es un nodo y no oscila.

a) Dos ondas armónicas se propagan por el mismo medio a igual velocidad, con la misma amplitud, la misma dirección de propagación y la frecuencia de la primera es el doble que la de la segunda. i) Compare la longitud de onda y el periodo de ambas ondas. ii) Escriba la ecuación de la segunda onda en función de las magnitudes de la primera.
b) La ecuación de una onda que se propaga por una cuerda tensa es:

$$\mathbf{y(x,t) = 5\ sen\left(50\pi t - 20\pi x\right) \quad (S.I.)}$$

Calcule: i) La velocidad de propagación de la onda. ii) La velocidad del punto $x = 0$ de la cuerda en el instante $t = 1\,s$. iii) La diferencia de fase, en un mismo instante, entre dos puntos separados 1 m.
FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 3

R E S O L U C I O N

a) Sabemos que: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2$; $A_1 = A_2$; $f_1 = 2f_2$

i) $v_1 = v_2 \Rightarrow \lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_1 \cdot 2f_2 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow 2\lambda_1 = \lambda_2$

$$f_1 = 2f_2 \Rightarrow \frac{1}{T_1} = 2\frac{1}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{2}T_2$$

ii) $y_1(x,t) = A_1\ sen\left(\omega_1 t - k_1 x\right)$

$$y_2(x,t) = A_2\ sen\left(\omega_2 t - k_2 x\right) = A_1\ sen\left(\frac{1}{2}\omega_1 t - \frac{1}{2}k_1 x\right)$$

Ya que: $\omega_2 = \dfrac{2\pi}{T_2} = \dfrac{2\pi}{2T_1} = \dfrac{1}{2}\omega_1$; $k_2 = \dfrac{2\pi}{\lambda_2} = \dfrac{2\pi}{2\lambda_1} = \dfrac{\pi}{\lambda_1} = \dfrac{1}{2}k_1$

b) $y(x,t) = 5\ sen\left(50\pi t - 20\pi x\right)$

i) Identificando coeficientes, tenemos que:

$$\omega = 50\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{50\pi} = \frac{1}{25}$$

$$k = 20\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{20\pi} = \frac{1}{10}$$

Luego: $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{\frac{1}{10}}{\frac{1}{25}} = 2'5\ m \cdot s^{-1}$

ii) $v = \dfrac{dy}{dt} = 5 \cdot 50\pi \cos\left(50\pi t - 20\pi x\right)$

$$v\begin{pmatrix} x = 0 \\ t = 1 \end{pmatrix} = 5 \cdot 50\pi \cos\left(50\pi - 0\right) = 5 \cdot 50\pi \cdot 1 = 250\pi = 785'4\ m/s$$

iii) Como $\lambda = 0'1\ m$

$$\left.\begin{array}{ll} \text{2 puntos separados 0'1 m tienen un desfase} & \rightarrow 360^{\circ} \\ \text{2 puntos separados 1 m} & \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = 3600^{\circ} = 0^{\circ} \Rightarrow \text{Están en fase}$$

emestrada

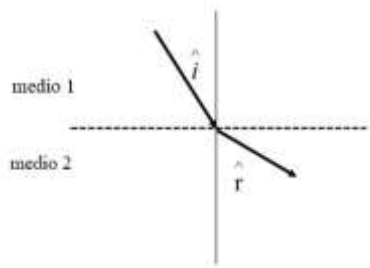
a) Un rayo de luz pasa de un medio a otro donde su longitud de onda es mayor. i) Indique cómo varían la frecuencia y la velocidad de propagación. ii) Realice un esquema indicando si el haz refractado se aleja o se acerca de la normal.
b) Un rayo de luz incide sobre la superficie que separa dos medios de índices de refracción $n_1 = 2'37$ y n_2 desconocido con un ángulo de incidencia de 16º y uno de refracción de 30º.
i) Haga un esquema del proceso y determine n_2. ii) Calcule a partir de que ángulo de incidencia no se produce refracción.
FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 7

R E S O L U C I O N

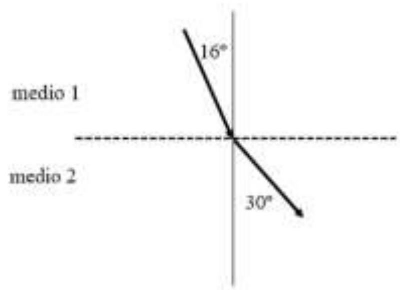
a) (i) La frecuencia es la misma en los dos medios.

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = \lambda_1 \cdot f \\ v_2 = \lambda_2 \cdot f \end{array}\right\} \text{y como } \lambda_1 < \lambda_2 \Rightarrow v_1 < v_2 \text{ Luego, la velocidad aumenta}$$

(ii) Ley de Snell: $\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} < 1 \Rightarrow \text{sen } \hat{i} < \text{sen } \hat{r} \Rightarrow \hat{i} < \hat{r} \Rightarrow$ El rayo se aleja de la normal



b) (i)



Ley de Snell: $\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\text{sen} 16º}{\text{sen } 30º} = \frac{n_2}{2'37} \Rightarrow n_2 = 1'306$

(ii) Ley de Snell: $\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } 90º} = \frac{1'306}{2'37} \Rightarrow \text{sen } \hat{i} = 0'551 \Rightarrow \hat{i} = 33'43º$

Luego para ángulos mayores que $33'43º$ no se produce refracción