EMESTRADA
EXÁMENES DE
SELECTIVIDAD

PROBLEMAS RESUELTOS

SELECTIVIDAD ANDALUCÍA

2022

FISICA

TEMA 3: ONDAS

- Junio, Ejercicio C1
- Reserva 1, Ejercicio C1
- Reserva 1, Ejercicio C2
- Reserva 2, Ejercicio C2
- Reserva 3, Ejercicio C2
- Reserva 4, Ejercicio C1
- Reserva 4, Ejercicio C2
- Julio, Ejercicio C1

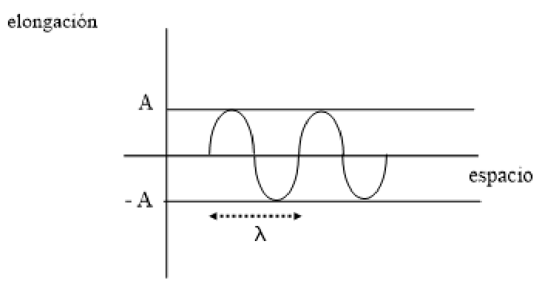
a) ¿Qué significa que una onda armónica es doblemente periódica?. Explíquelo apoyándose en las gráficas correspondientes.
b) Una onda armónica transversal se propaga en sentido negativo del eje OX con una velocidad de propagación de $3\ m\cdot s^{-1}$. Si su longitud de onda es de 1'5 m y su amplitud es de 2 m:
i) escriba la ecuación de la onda teniendo en cuenta que en el punto $x = 0\ m$ y en el instante $t = 0\ s$ la perturbación es nula y la velocidad de oscilación es positiva. ii) Determine la velocidad máxima de oscilación de un punto cualquiera del medio.
FISICA. 2022. JUNIO. EJERCICIO C1

R E S O L U C I O N

a) Significa que tiene a la vez una periodicidad temporal y una periodicidad espacial.

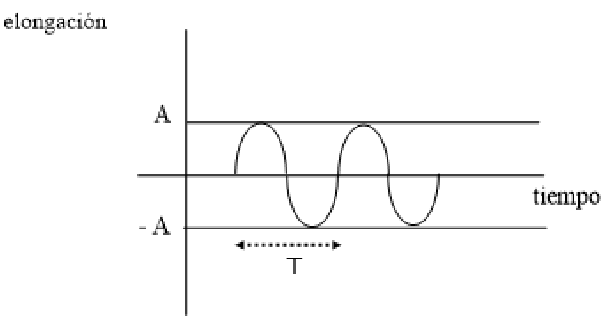
La periodicidad espacial se observa cuando el tiempo se concreta en un valor y se ve que se repite a lo largo del espacio.

$$y(x,t_0) = y(x+\lambda, t_0) \Rightarrow y(x,t_0) = A\,\text{sen}\left(\omega t_0 - k(x+\lambda)\right) = A\,\text{sen}\left(\omega t_0 - kx - k\lambda\right) = A\,\text{sen}\left(\omega t_0 - kx - 2\pi\right) =$$
$$= A\,\text{sen}\left(\omega t_0 - kx\right)$$



La periodicidad temporal se observa cuando se estudia un punto del medio y se ve como el movimiento se repite a lo largo del tiempo.

$$y(x_0,t) = y(x_0, t+T) \Rightarrow y(x_0,t) = A\,\text{sen}\left(\omega(t+T) - kx_0\right) = A\,\text{sen}\left(\omega t + \omega T - kx_0\right) = A\,\text{sen}\left(\omega t + 2\pi - kx_0\right) =$$
$$= A\,\text{sen}\left(\omega t - kx_0\right)$$



b) i) $y(x,t) = A\,\text{sen}\,(\omega t + kx + \delta) \Rightarrow y\begin{pmatrix} x=0 \\ t=0 \end{pmatrix} = 0 = A\,\text{sen}\,\delta \Rightarrow \text{sen}\,\delta = 0 \Rightarrow \delta = 0$ desfase inicial

$v_{\text{oscilación}} = \dfrac{dy}{dt} = A\cdot\omega\cos(\omega t + kx) \Rightarrow v\begin{pmatrix} x=0 \\ y=0 \end{pmatrix} > 0 \Rightarrow A\omega\cos 0 > 0$ se cumple

$k = \dfrac{2\pi}{\lambda} = \dfrac{2\pi}{1'5} = \dfrac{4}{3}\pi$; $v = \lambda\cdot f \Rightarrow 3 = 1'5\cdot f \Rightarrow f = 2$ Hz ; $\omega = 2\pi f = 4\pi\,\text{rad/s}$

Luego: $y(x,t) = 2\,\text{sen}\left(4\pi t + \dfrac{4\pi}{3}x\right)$ S.I.

ii) $v_{\text{oscilación}} = \dfrac{dy}{dt} = 2\cdot 4\pi\cos\left(4\pi t + \dfrac{4\pi}{3}x\right) = 8\pi\cos\left(4\pi t + \dfrac{4\pi}{3}x\right)$ m/s

La velocidad de oscilación máxima es cuando coseno $=1$, luego: $v_{\text{oscilación máxima}} = 8\pi$ m/s

a) Un rayo de luz monocromática pasa de un medio con índice de refracción n_1 a otro medio con índice n_2. Sabiendo que $n_1 > n_2$, i) compare razonadamente la velocidad de propagación del rayo, su longitud de onda y su frecuencia en cada medio. ii) Justifique si existe, o no, la posibilidad de que exista reflexión total para un rayo que incide sobre la superficie de separación de ambos medios.
b) Un rayo compuesto por luz roja y azul incide desde el aire sobre una lámina plana de vidrio con un ángulo de incidencia de 37º. i) Realice un esquema indicando las trayectorias de ambos rayos. ii) Determine el ángulo que forman entre si los rayos rojo y azul en el interior del vidrio. iii) Calcule la frecuencia y la longitud de onda de cada componente del rayo dentro del vidrio.
$n_{aire} = 1$; $n_{vidrio,rojo} = 1'612$; $n_{vidrio,azul} = 1'671$;
$\lambda_{aire,rojo} = 6'563 \cdot 10^{-7}$ m ; $\lambda_{aire,azul} = 4'861 \cdot 10^{-7}$ m ; $c = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$
FISICA. 2022. RESERVA 1. EJERCICIO C1

R E S O L U C I O N

a) i) Si $n_1 > n_2$, pasa del medio 1 al 2 $\Rightarrow \dfrac{c}{v_1} > \dfrac{c}{v_2} \Rightarrow v_2 > v_1$ la velocidad en el medio 2 es mayor que en el medio 1.

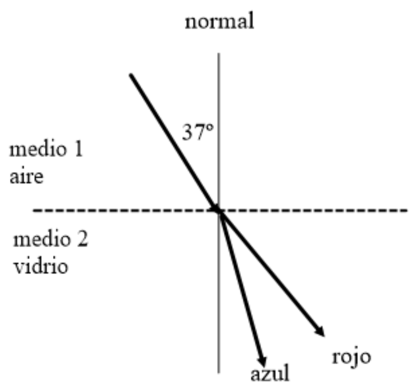
La frecuencia se mantiene constante $\Rightarrow f_1 = f_2 = f$

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = \lambda_1 \cdot f \\ v_2 = \lambda_2 \cdot f \end{array}\right\} \text{ y como } v_2 > v_1 \Rightarrow \lambda_2 > \lambda_1$$

ii) Ley de Snell: $\dfrac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{n_2}{n_1} < 1 \Rightarrow \text{sen } \hat{i} < \text{sen } \hat{r} \Rightarrow \hat{i} < \hat{r}$

Al ser el ángulo del rayo refractado mayor que el ángulo del rayo reflejado, va a existir el ángulo límite, $\hat{r}$ podrá llegar a valer 90º y el ángulo $\hat{i}$ será el ángulo límite en ese caso.

b) i)



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

Rayo rojo: $\dfrac{\text{sen } 37^{\circ}}{\text{sen } \hat{r}} = \dfrac{1'612}{1} \Rightarrow \hat{r}_{rojo} = 21'92^{\circ}$

Rayo azul: $\dfrac{\text{sen } 37^{\circ}}{\text{sen } \hat{r}} = \dfrac{1'671}{1} \Rightarrow \hat{r}_{azul} = 21'11^{\circ}$

Luego, el ángulo entre el rojo y el azul en el vidrio es: 0’81º

iii) Para el rayo rojo: $\Rightarrow f_{aire} = f_{vidrio} = f_{rojo} \Rightarrow$ la frecuencia no varia

En el aire: $c = \lambda_{rojo-aire} \cdot f \Rightarrow f_{rojo-aire} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{6'563 \cdot 10^{-7}} = 4'57 \cdot 10^{14} = f_{rojo}$

$$c = \lambda_{azul-aire} \cdot f \Rightarrow f_{azul-aire} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{4'861 \cdot 10^{-7}} = 6'17 \cdot 10^{14} = f_{azul}$$

En el vidrio:

$$n_{vidrio-rojo} = \dfrac{c}{v_{rojo}} \Rightarrow v_{rojo} = \dfrac{c}{n_{vidrio-rojo}} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{1'612} = 1'86 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda_{vidrio-rojo} = \dfrac{1'86 \cdot 10^8}{4'57 \cdot 10^{14}} = 4'07 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

En el vidrio:

$$n_{vidrio-azul} = \dfrac{c}{v_{azul}} \Rightarrow v_{azul} = \dfrac{c}{n_{vidrio-azul}} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{1'671} = 1'8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda_{vidrio-azul} = \dfrac{1'8 \cdot 10^8}{6'17 \cdot 10^{14}} = 2'92 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones acerca de las ondas estacionarias: i) La amplitud de la oscilación para cada punto del medio no depende de su posición. ii) La distancia entre dos nodos consecutivos es igual a la longitud de onda.
b) Una onda viene dada por la expresión:

$$y(x,t) = 0'5\cos(0'8x)\,\text{sen}(20t) \quad (\text{S.I.})$$

Indique qué tipo de onda es y calcule su amplitud, frecuencia y longitud de onda, así como la velocidad de oscilación máxima de un punto situado en $x = 0'2$ m.

FISICA. 2022. RESERVA 1. EJERCICIO C2

R E S O L U C I O N

a) i) Falsa. Para una onda estacionaria, la elongación es: $y(x,t) = 2A\,\text{sen}\,\omega t \cos kx$. Para un punto del medio $x = x_0 \Rightarrow y(x_0,t) = 2A\,\text{sen}\,\omega t \cos kx_0$.

El valor de $2A\cos kx_0$ no es un valor constante, es la elongación para cada punto del medio, luego la elongación depende de la posición del punto x_0.

ii) Falsa. La distancia es $\dfrac{\lambda}{2}$

Los nodos tienen siempre elongación cero $\Rightarrow 0 = y = 2A\,\text{sen}\,\omega t \cos kx$.

Como $\text{sen}\,\omega t$ no es cero siempre

$$\Rightarrow \cos kx = 0 \Rightarrow kx = 0, \pi, 2\pi, ... \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}x = 0, \pi, 2\pi, ... \begin{cases} 1^{er} \text{ nodo}: \dfrac{2\pi}{\lambda}x_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 0 \\ 2^{o} \text{ nodo}: \dfrac{2\pi}{\lambda}x_2 = \pi \Rightarrow x_2 = \dfrac{\lambda}{2} \end{cases}$$

Luego, la distancia es $\dfrac{\lambda}{2}$.

b) Debido a la forma matemática, la onda es estacionaria.

$$\left.\begin{array}{l} y(x,t) = 0'5\cos(0'8x)\,\text{sen}(20t) \\ y(x,t) = 2A\,\text{sen}\,kx\cos\omega t \end{array}\right\} \Rightarrow \text{ Identificando coeficientes, tenemos que:}$$

- $2A = 0'5 \Rightarrow A = 0'25$ m (Amplitud)
- $k = \dfrac{2\pi}{\lambda} = 0'8 \Rightarrow \lambda = \dfrac{2\pi}{0'8} = \dfrac{5}{2}\pi$ m (longitud de onda)
- $\omega = 2\pi f = 20 \Rightarrow f = \dfrac{20}{2\pi} = \dfrac{10}{\pi}$ Hz (frecuencia)

$$v_{\text{oscilación}} = \frac{dy}{dt} = 0'5\cos(0'8x)\cdot 20\cdot\cos(20t)$$

$$v_{\text{oscilación}}(x = 0'2) = 0'5\cos(0'8\cdot 0'2)\cdot 20\cdot\cos(20t)$$

$$v_{\text{oscilación máxima}} \Rightarrow \cos(20t) = 1 \Rightarrow v_{\text{oscilación máxima}} = 0'5\cos(0'8\cdot 0'2)\cdot 20\cdot 1 = 9'87 \text{ m/s}$$

a) Explique qué características deben tener dos ondas armónicas para que su superposición origine una onda estacionaria y cómo depende la amplitud de esta última con la posición.
b) Una onda estacionaria viene dada por la expresión:

$$\mathbf{y(x,t)=0'02\,sen(0'25\pi x)\cos(10\pi t)\quad (S.I.)}$$

i) Determine las posiciones de los vientres de la onda estacionaria. ii) Determine la amplitud, la frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de las ondas armónicas cuya superposición da lugar a la onda estacionaria.
FISICA. 2022. RESERVA 2. EJERCICIO C2

R E S O L U C I O N

a) Las características que deben tener son: igual ω (frecuencia angular) e igual k (nº de onda); dicho de otra forma, igual frecuencia (f) e igual longitud de onda (λ). Además las ondas armónicas deben propagarse en el mismo medio con velocidades de sentido contrario.
Una onda estacionaria es de la forma matemática: $y(x,t)=2A\,sen\,kx\cos\omega t$. La amplitud de cada punto del medio $x=x_0$ no es constante, depende de $x_0 \Rightarrow y(x_0,t)=2A\,sen\,kx_0\cos\omega t$.
El término $2A\,sen\,kx_0$ es la amplitud de cada punto del medio y como se ve, depende del valor de x_0 según la función seno.

b) i) Los vientres son los puntos que vibran al máximo. Debe cumplirse que:

$$sen(0'25\pi x)=1 \Rightarrow 0'25\pi x=\frac{\pi}{2} \Rightarrow x=2\text{ m } 1^{er}\text{ vientre}$$

Los siguientes vientres están a $\frac{\lambda}{2}$ de distancia $\Rightarrow k=\frac{2\pi}{\lambda}=0'25\pi \Rightarrow \lambda=8\,m \Rightarrow \frac{\lambda}{2}=4\,m$

$$\begin{cases} 1^{er}\text{ vientre}: x_1=2\,m \\ 2^{o}\text{ vientre}: x_2=6\,m \\ 3^{er}\text{ vientre}: x_3=10\,m \\ \ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

b) Identificando coeficientes, tenemos que: $\left.\begin{aligned} y(x,t)&=0'02\,sen(0'25\pi x)\cos(10\pi t) \\ y(x,t)&=2A\,sen\,kx\cos\omega t \end{aligned}\right\} \Rightarrow$

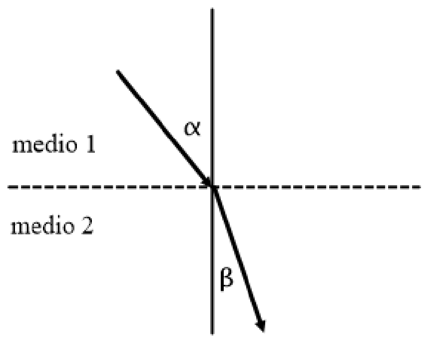
- $2A=0'02 \Rightarrow A=0'01\text{ m}$ (Amplitud)
- $k=\frac{2\pi}{\lambda}=0'25\pi \Rightarrow \lambda=8\text{ m}$ (longitud de onda)
- $\omega=2\pi f=10\pi \Rightarrow f=5\text{ Hz}$ (frecuencia)

Velocidad de las ondas viajeras: $v=\lambda\cdot f=8\cdot 5=40\text{ m/s}$

a) Razone la veracidad de las siguientes afirmaciones: i) Si un rayo de luz pasa de un medio 1 a un medio 2 tal que $\lambda_1 < \lambda_2$, el ángulo de incidencia es mayor que el refractado. ii) Si un rayo de luz pasa de un medio 1 a un medio 2 menos refrigente puede ocurrir reflexión total.
b) El ángulo límite en la refracción agua-aire es 48'6º. i) Calcule el índice de refracción del agua. ii) Justifique en qué sentido debe viajar un rayo entre el agua y otro medio, en el que la velocidad es $\frac{3}{5}$ de su velocidad en el agua, para que exista reflexión total. iii) Determine el ángulo límite del apartado anterior.
$n_{aire} = 1$
FISICA. 2022. RESERVA 3. EJERCICIO C2

R E S O L U C I O N

a)



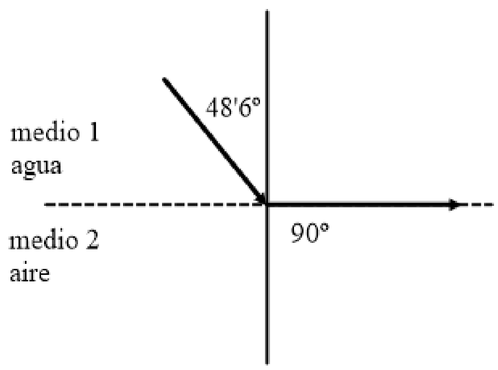
i) Según la Ley de Snell: $\frac{\text{sen}\,\alpha}{\text{sen}\,\beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1 \cdot f}{\lambda_2 \cdot f} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

Si $\lambda_1 < \lambda_2 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} < 1 \Rightarrow \frac{\text{sen}\,\alpha}{\text{sen}\,\beta} < 1 \Rightarrow \text{sen}\,\alpha < \text{sen}\,\beta \Rightarrow \alpha < \beta$ Luego, la afirmación es falsa.

ii) Mayor refrigencia (mayor densidad óptica) $\Rightarrow$ menor velocidad de la luz: $r_1 > r_2 \Rightarrow v_1 < v_2$

Según la Ley de Snell: $\frac{\text{sen}\,\alpha}{\text{sen}\,\beta} = \frac{v_1}{v_2} < 1 \Rightarrow \text{sen}\,\alpha < \text{sen}\,\beta \Rightarrow \alpha < \beta$. Luego, la afirmación es cierta.

b) i)

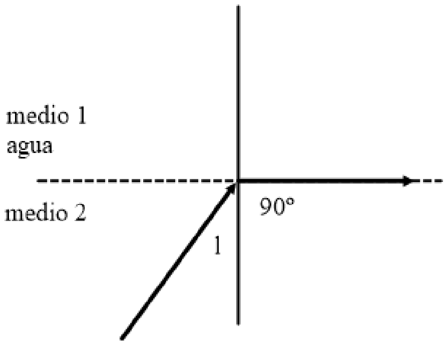


Según la Ley de Snell: $\dfrac{\text{sen}\,48'6^{\circ}}{\text{sen}\,90^{\circ}} = \dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{n_2}{n_1} = \dfrac{1}{n_1} \Rightarrow n_1 = \dfrac{1}{\text{sen}\,48'6^{\circ}} = 1'33$

ii) Si viaja del agua al otro medio, entonces

$\dfrac{\text{sen}\,\hat{l}}{\text{sen}\,90^{\circ}} = \dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{v_1}{\frac{3}{5}v_1} = \dfrac{5}{3} > 1 \Rightarrow$ No es posible. Luego, el rayo viaja del medio 2 al agua.

iii)



$\dfrac{\text{sen}\,\hat{l}}{\text{sen}\,90^{\circ}} = \dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{\frac{3}{5}v_a}{v_a} = \dfrac{3}{5} \Rightarrow \text{sen}\,\hat{l} = \dfrac{3}{5} \Rightarrow \hat{l} = 36'87^{\circ}$ Ángulo límite en el medio desconocido.

a) Una onda armónica cambia de un medio a otro donde su longitud de onda es el doble a la del medio anterior, manteniendo su amplitud constante. Justifique la relación entre: i) las velocidades de propagación de la onda en ambos medios y ii) la velocidad máxima de oscilación en ambos medios.

b) Una onda tiene por ecuación: $\mathbf{y(x,t)=2\,sen\left(3\pi t-\pi x+\frac{3\pi}{2}\right)}$ **(S.I.)**

i) Determine los valores de la amplitud, periodo, longitud de onda y velocidad de propagación de la onda. ii) Calcule razonadamente, para un determinado instante t, la diferencia de fase entre dos puntos separados una distancia de 1 m.
FISICA. 2022. RESERVA 4. EJERCICIO C1

R E S O L U C I O N

a) i) Sabemos que: $f_1=f_2=f$ y que $v=\lambda\cdot f$, entonces: $\frac{v_1}{v_2}=\frac{\lambda_1\cdot f}{\lambda_2\cdot f}=\frac{\lambda_1}{2\lambda_1}=\frac{1}{2}$

ii) $v_{\text{oscilación}}=\frac{dy}{dt}=\frac{d}{dt}\left(A\,sen\,(\omega t-kx)\right)=A\omega\cos(\omega t-kx)$

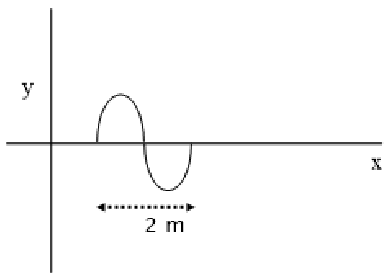
$v_{\text{oscilación máxima}}=A\omega$, ya que $\cos(\omega t-kx)=1$

$\frac{v_{\text{oscilación máxima 1}}}{v_{\text{oscilación máxima 2}}}=\frac{A_1\cdot\omega_1}{A_2\cdot\omega_2}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{2\pi f_1}{2\pi f_2}=1\Rightarrow$ Son iguales

b) i) Identificando coeficientes, tenemos que:
- $A=2\,m$ (Amplitud)
- $k=\frac{2\pi}{\lambda}=\pi\Rightarrow\lambda=2\text{ m}$ (longitud de onda)
- $\omega=2\pi f=\frac{2\pi}{T}=3\pi\Rightarrow T=\frac{2}{3}\text{ s}$ (periodo)

Velocidad : $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{2}{\frac{2}{3}}=3\text{ m/s}$

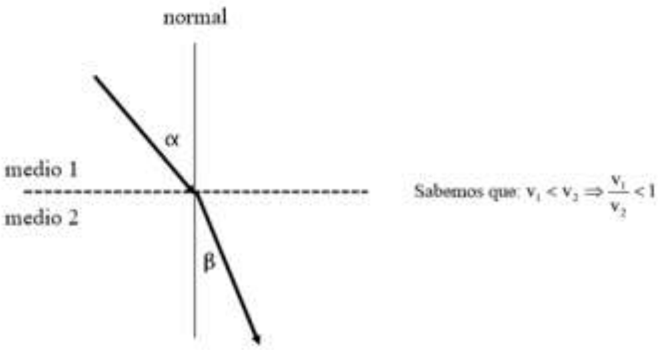
ii) Si la separación es de 2 m, entonces la diferencia de fase es 2π radianes. Luego, para la separación de 1 m, la diferencia de fase es π radianes ó 180º.



a) Un rayo de luz monocromática aumenta de velocidad al pasar de un medio a otro distinto.
i) Justifique cómo afecta ese cambio de medio a la longitud de onda y a la frecuencia del rayo.
ii) Justifique si el cambio del medio citado puede dar lugar a una reflexión total.
b) Un haz de luz monocromática con longitud de onda de $6\cdot 10^{-7}$ m incide desde el aire con un ángulo de incidencia de 30º sobre una pared de vidrio plano-paralela de un acuario lleno de agua. Determine razonadamente y con ayuda de un esquema: i) el ángulo de refracción en el vidrio y en el agua; ii) la longitud de onda y la velocidad de dicho rayo en el vidrio y en el agua.
$\mathbf{c = 3\cdot 10^8\ m\cdot s^{-1};\ n_{aire} = 1;\ n_{vidrio} = 1'50;\ n_{agua} = 1'33}$
FISICA. 2022. RESERVA 4. EJERCICIO C2

R E S O L U C I O N

a)



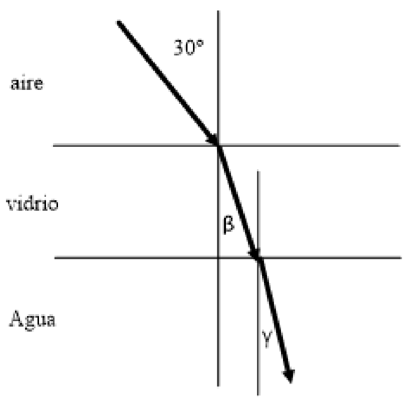
i) La frecuencia permanece constante: $f_1 = f_2$

La longitud de onda aumenta: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} < 1 \Rightarrow \lambda_1 < \lambda_2$

ii) Según la Ley de Snell: $\frac{\operatorname{sen}\alpha}{\operatorname{sen}\beta} = \frac{v_1}{v_2} < 1 \Rightarrow \operatorname{sen}\alpha < \operatorname{sen}\beta \Rightarrow \alpha < \beta$

Al ser $\beta > \alpha$, el rayo se separa de la normal y se acerca a la interfase, por lo que, se producirá reflexión total para un ángulo límite de α.

b) i)



Según la Ley de Snell:

$$\frac{\operatorname{sen} 30^{\circ}}{\operatorname{sen} \beta}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{n_{vidrio}}{n_{aire}}=\frac{1'5}{1} \Rightarrow \operatorname{sen} \beta=\frac{\operatorname{sen} 30^{\circ}}{1'5}=0'3333 \Rightarrow \beta=19'47^{\circ}$$ Ángulo refracción en el vidrio

$$\frac{\operatorname{sen} \beta}{\operatorname{sen} \gamma}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{n_{vidrio}}{n_{agua}}=\frac{1'33}{1'5} \Rightarrow \operatorname{sen} \gamma=\frac{1'5 \cdot \operatorname{sen} 19'47^{\circ}}{1'33}=0'3759 \Rightarrow \gamma=22'08^{\circ}$$ Ángulo refracción en el agua

ii) $c=\lambda_{aire} \cdot f \Rightarrow f=\dfrac{c}{\lambda_{aire}}=\dfrac{3 \cdot 10^{8}}{6 \cdot 10^{-7}}=5 \cdot 10^{14}\ \text{Hz}$

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

$$n_{agua}=\frac{c}{v_{agua}} \Rightarrow v_{agua}=\frac{3 \cdot 10^{8}}{1'33}=2'26 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}$$

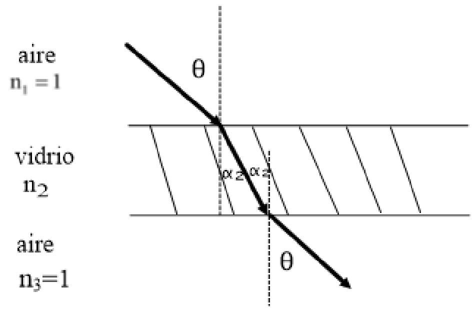
$$v_{vidrio}=\lambda_{vidrio} \cdot f \Rightarrow \lambda_{vidrio}=\frac{v_{vidrio}}{f}=\frac{2 \cdot 10^{8}}{5 \cdot 10^{14}}=4 \cdot 10^{-7}\ \text{m};$$

$$v_{agua}=\lambda_{agua} \cdot f \Rightarrow \lambda_{agua}=\frac{v_{agua}}{f}=\frac{2'26 \cdot 10^{8}}{5 \cdot 10^{14}}=4'52 \cdot 10^{-7}\ \text{m}$$

a) Un rayo de luz monocromática se propaga por el aire e incide formando un ángulo de incidencia θ sobre una lámina de vidrio de caras planas y paralelas. El rayo atraviesa la lámina, se propaga por el vidrio y sale nuevamente al aire. i) Dibuje un esquema de la trayectoria que sigue el rayo en el proceso descrito. ii) Analice la velocidad, longitud de onda y frecuencia a lo largo del camino citado.
b) Un rayo de luz monocromática se propaga desde el aire al agua, e incide formando un ángulo de 30º con la normal a la superficie. El rayo refractado forma un ángulo de 128º con el reflejado. i) Determine el ángulo de refracción ayudándose de un esquema. ii) Determine la velocidad de propagación de la luz en el agua. iii) Si el rayo luminoso se dirigiera desde el agua hacia el aire ¿a partir de qué ángulo de incidencia se produciría la reflexión total?. Justifique sus respuestas.
$\mathbf{c = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1}\ ;\ n_{aire} = 1}$
FISICA. 2022. JULIO. EJERCICIO C1

R E S O L U C I O N

a) i)



En las distintas refracciones se cumple la Ley de Snell.

Aire-vidrio: $n_1 \cdot \text{sen}\,\theta = n_2 \cdot \text{sen}\,\alpha_2$

Como las caras del vidrio son paralelas, el ángulo refractado α_2 coincide con el de incidencia en la segunda refracción.

Vidrio-aire: $n_2 \cdot \text{sen}\,\alpha_2 = n_3 \cdot \text{sen}\,\alpha_3$

Como $n_1 = n_3 = 1 \Rightarrow \theta = \alpha_3 \Rightarrow$ el ángulo de emergencia coincide con el de incidencia.

ii) La velocidad de la luz depende exclusivamente del medio, siempre que este no sea dispersivo.

En el aire: $v_1 = v_3 = c = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$

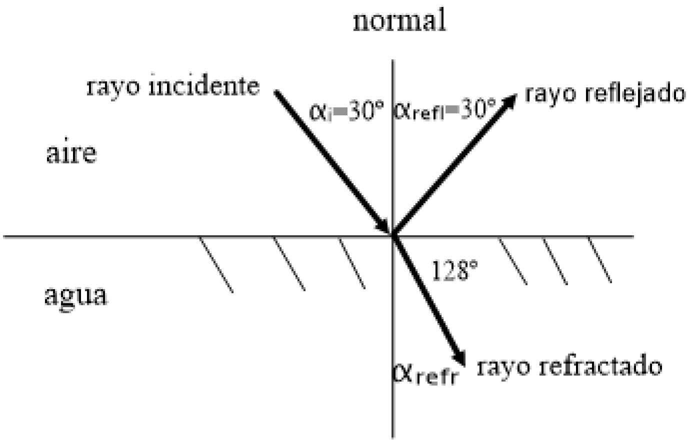
En el vidrio: $v_2 = \dfrac{c}{n_2} < c$ ya que $n_2 > n_1$

La frecuencia sólo depende del foco emisor, por lo que se mantiene constante en todo el recorrido.
La longitud de onda varía al cambiar de medio.

$\lambda = \dfrac{v}{f}$ y como $v_2 < v_1 \Rightarrow \lambda_2 < \lambda_1$

En el vidrio la longitud de onda es menor. Al pasar de nuevo al aire vuelve a hacerse como al principio.

b) i)



Vemos en el esquema que: $\alpha_{refl} + 128^o + \alpha_{refr} = 180^o \Rightarrow \alpha_{refr} = 180^o - 128^o - 30^o = 22^o$

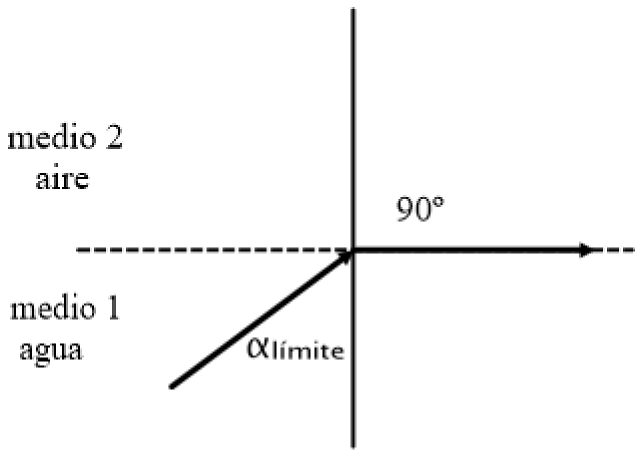
ii) Aplicamos la Ley de Snell

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} \alpha_i = n_2 \cdot \operatorname{sen} \alpha_{refr} \Rightarrow 1 \cdot \operatorname{sen} 30^o = n_2 \cdot \operatorname{sen} 22^o \Rightarrow n_2 = \frac{\operatorname{sen} 30^o}{\operatorname{sen} 22^o} = 1'33$$

Calculamos la velocidad de la luz en el agua

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'33} = 2'256 \cdot 10^8 \ m \cdot s^{-1}$$

iii)



Aplicamos la Ley de Snell

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} \alpha_{límite} = n_2 \cdot \operatorname{sen} \alpha_2 \Rightarrow 1'33 \cdot \operatorname{sen} \alpha_{límite} = 1 \cdot \operatorname{sen} 90^o \Rightarrow \operatorname{sen} \alpha_{límite} = \frac{\operatorname{sen} 90^o}{1'33} = 0'7518 \Rightarrow \alpha_{límite} = 48'75^o$$