



ÓPTICA FCA 05 ANDALUCÍA

1. Un haz de luz que viaja por el aire incide sobre un bloque de vidrio. Los haces reflejado y refractado forman ángulos de 30° y 20° , respectivamente, con la normal a la superficie del bloque.

a) Calcule la velocidad de la luz en el vidrio y el índice de refracción de dicho material.

b) Explique qué es el ángulo límite y determine su valor para el caso descrito.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

2. Razone las respuestas a las siguientes cuestiones:

a) ¿En qué consiste la refracción de ondas? Enuncie sus leyes.

b) ¿Qué características de la onda varían al pasar de un medio a otro?

3. a) Explique qué es una imagen real y una imagen virtual y señale alguna diferencia observable entre ellas.

b) ¿Puede formarse una imagen virtual con un espejo cóncavo? Razone la respuesta utilizando las construcciones gráficas que considere oportunas.

4. a) ¿Cuál es la longitud de onda de una estación de radio que emite con una frecuencia de 100 MHz?

b) Si las ondas emitidas se propagaran por el agua, razone si tendrían la misma frecuencia y la misma longitud de onda. En el caso de que varíe alguna de estas magnitudes, determine su valor.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{agua/aire}} = 1,3$

5. Un rayo de luz pasa de un medio a otro, en el que se propaga a mayor velocidad.

a) Indique cómo varían la longitud de onda, la frecuencia y el ángulo que forma dicho rayo con la normal a la superficie de separación, al pasar del primero al segundo medio.

b) Razone si el rayo de luz pasará al segundo medio, independientemente de cuál sea el valor del ángulo de incidencia.

6. Un rayo de luz que se propaga por un medio a una velocidad de 165 Km. s^{-1} penetra en otro medio en el que la velocidad de propagación es 230 Km. s^{-1} .

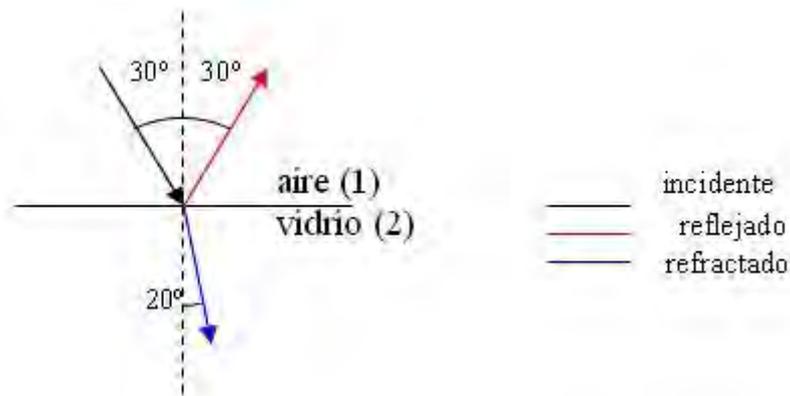
a) Dibuje la trayectoria que sigue el rayo en el segundo medio y calcule el ángulo que forma con la normal si el ángulo de incidencia es de 30° .

b) ¿En qué medio es mayor el índice de refracción? Justifique la respuesta.

7. a) Señale los aspectos básicos de las teorías corpuscular y ondulatoria de la luz e indique algunas limitaciones de dichas teorías.

b) Indique al menos tres regiones del espectro electromagnético y ordénelas en orden creciente de longitudes de onda.

1. -
a)



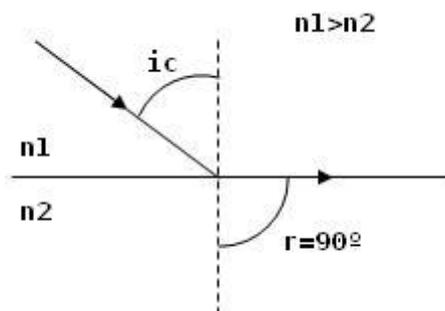
aplicando la ley de Snell $n_1 \cdot \text{sen } \hat{i} = n_2 \cdot \text{sen } \hat{r}$ y suponiendo que el índice de refracción

del aire es $n_1 = 1$
$$n_2 = \frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{\text{sen } 30^\circ}{\text{sen } 20^\circ} = 1,46$$

para calcular la velocidad de propagación de la luz en el vidrio, utilizamos la definición de índice de refracción $n = \frac{c}{v}$ que aplicada al vidrio y despejando la velocidad nos

queda
$$v_v = \frac{c}{n_v} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,46} = 2,05 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) La reflexión total solo se puede producir en el caso en el que el rayo refractado se separe de la normal, es decir cuando $n_1 > n_2$, y lo hará siempre que el ángulo de incidencia sea mayor que un ángulo llamado límite (\hat{i}_c), que es el ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de 90°



aplicando la ley de Snell y como $\text{sen } 90^\circ = 1$

$$\text{sen } \hat{i}_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \hat{i}_c = \text{arcsen} \frac{n_2}{n_1}$$

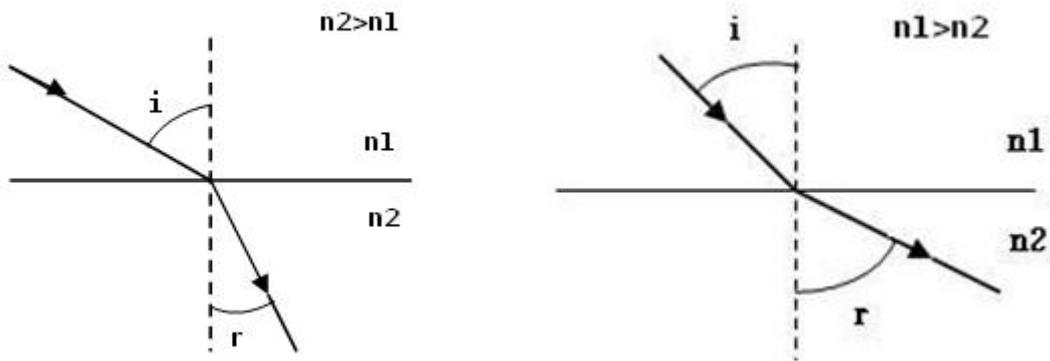
en este caso no puede haber reflexión total ya que $n_1 < n_2$, por lo tanto no hay ángulo límite.



2. -

a) La refracción es la desviación de la dirección del movimiento ondulatorio cuando cambia su propagación de un medio, con índice de refracción n_1 , a otro con índice de refracción n_2 distinto del anterior. Se debe a que la velocidad de propagación es distinta en cada medio.

Si n_2 (medio en el que entra) es mayor que n_1 (medio del que proviene), el rayo refractado se acerca a la normal. En caso contrario se aleja de la normal



se cumple la ley de Snell $n_1 \cdot \text{sen } \hat{i} = n_2 \cdot \text{sen } \hat{r}$

b) El índice de refracción de un medio es la relación entre la velocidad en el vacío, c y la velocidad en el medio, v .

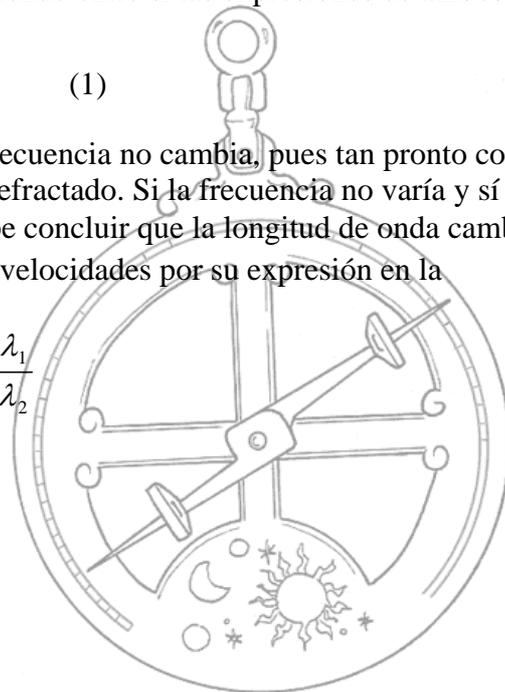
$$n = \frac{c}{v}$$

si se supone que los dos medios tienen índices de refracción diferentes, también tendrán velocidades de propagación diferentes. Dividiendo entre sí las expresiones de ambos índices obtenemos

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (1)$$

cuando la onda pasa de un medio a otro, su frecuencia no cambia, pues tan pronto como llega un frente de onda incidente, surge uno refractado. Si la frecuencia no varía y sí lo hace la velocidad y puesto que $v = \lambda \cdot f$, cabe concluir que la longitud de onda cambia al pasar de un medio a otro. Sustituyendo las velocidades por su expresión en la ecuación (1)

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1 \cdot f}{\lambda_2 \cdot f} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

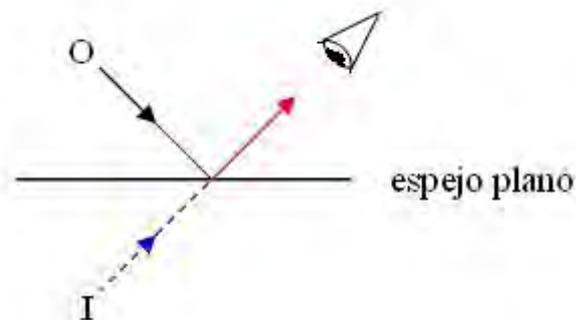


3. -

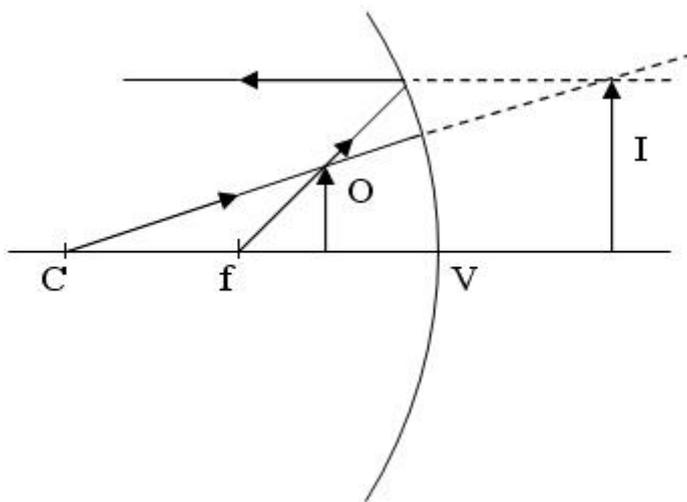
a) Una imagen real es aquella que puede registrarse realmente al colocar en el punto en el que se forma una pantalla o un registro fotográfico, por ejemplo la imagen obtenida detrás de una lente o delante de un espejo esférico.

Una imagen virtual es aquella que no puede registrarse en una pantalla o registro fotográfico, es el caso de la imagen que se forma detrás de un espejo plano, por ejemplo.

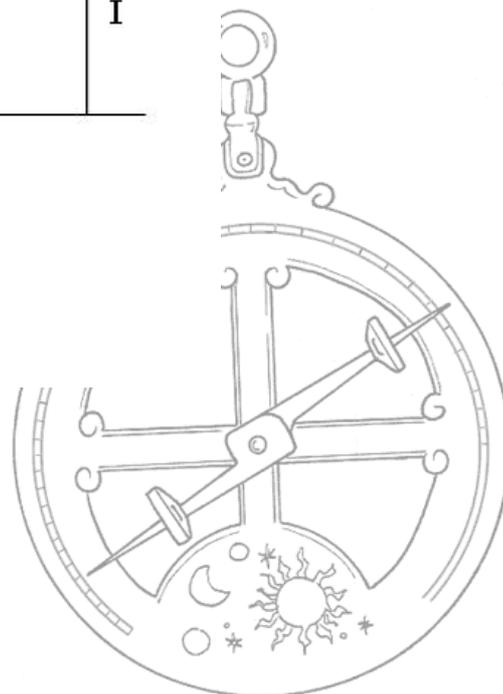
En la imagen virtual, los rayos parecen provenir del punto imagen (como en el caso de las imágenes reales), pero no pasan realmente por dicho punto, solo lo hacen sus prolongaciones.



b) En un espejo cóncavo se produce una imagen virtual, solo cuando la distancia objeto es menor que la distancia focal ($s_0 < f$)



la imagen es virtual, derecha y aumentada.



4. -

a) $f = 100 \text{ MHz} = 10^8 \text{ s}^{-1}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

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

b) El índice de refracción de un medio es la relación entre la velocidad en el vacío, c y la velocidad en el medio, v .

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

como los dos medios tienen índices de refracción diferentes, también tendrán velocidades de propagación diferentes. Dividiendo entre sí las expresiones de ambos índices obtenemos

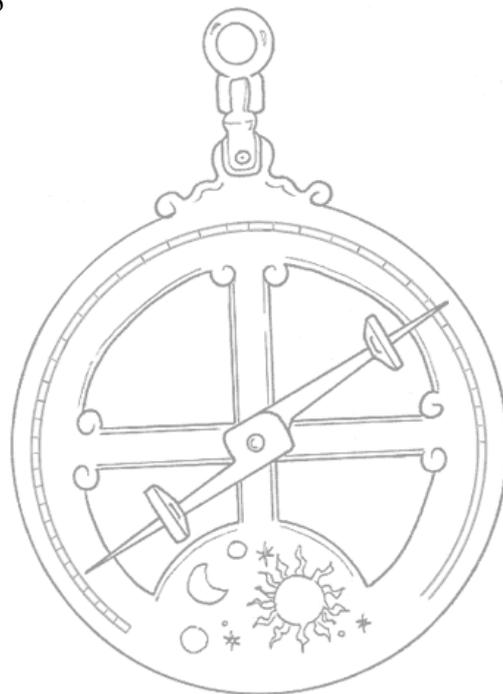
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (1)$$

cuando la onda pasa de un medio a otro, su frecuencia no cambia, pues tan pronto como llega un frente de onda incidente, surge uno refractado. Si la frecuencia no varía y sí lo hace la velocidad y puesto que $v = \lambda \cdot f$, cabe concluir que la longitud de onda cambia al pasar de un medio a otro. Sustituyendo las velocidades por su expresión en la ecuación (1)

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1 \cdot f}{\lambda_2 \cdot f} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

despejamos la longitud de onda en el agua (λ_2)

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{n_{2,1}} = \frac{3 \text{ m}}{1,3} = 2,3 \text{ m}$$



5. -

a) Como los dos medios tienen velocidades de propagación diferentes, también tendrán índices de refracción diferentes. Dividiendo entre sí las expresiones de ambos índices obtenemos

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (1)$$

en este caso $v_2 > v_1$, por lo tanto $n_1 > n_2$.

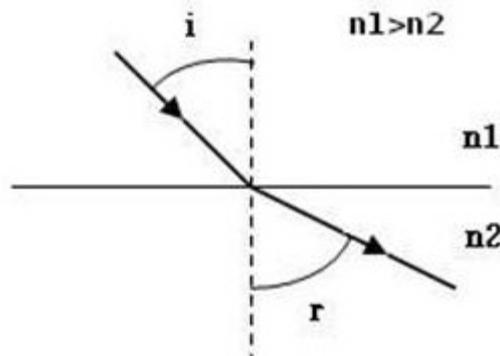
Cuando la onda pasa de un medio a otro, su frecuencia no cambia, pues tan pronto como llega un frente de onda incidente, surge uno refractado. Si la frecuencia no varía y sí lo hace la velocidad y puesto que $v = \lambda \cdot f$, cabe concluir que la longitud de onda cambia al pasar de un medio a otro. Sustituyendo las velocidades por su expresión en la ecuación (1)

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1 \cdot f}{\lambda_2 \cdot f} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \text{despejando} \quad \lambda_2 = \lambda_1 \frac{n_1}{n_2}$$

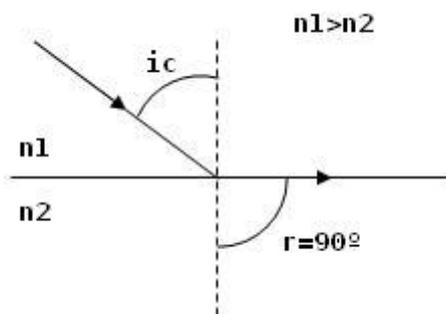
la longitud de onda aumenta.

Al aplicar la ley de Snell $\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1}$ como $n_1 > n_2$ implica que $\hat{r} > \hat{i}$, por lo tanto

el rayo se separa de la normal

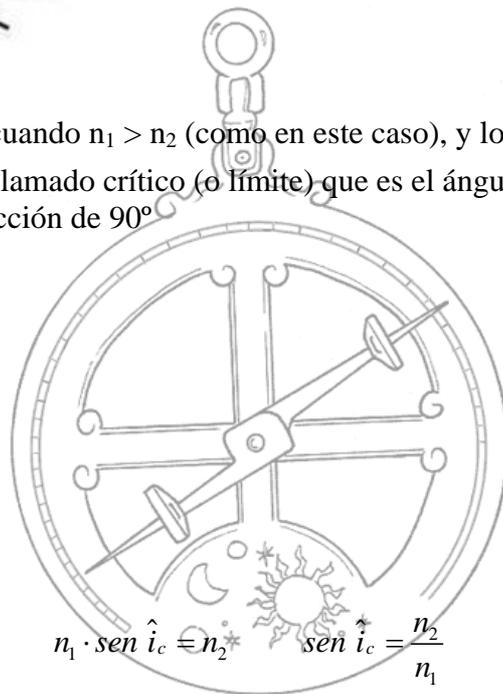


b) La reflexión total solo se puede producir cuando $n_1 > n_2$ (como en este caso), y lo hará siempre que \hat{i} sea mayor que un ángulo llamado crítico (o límite) que es el ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de 90°

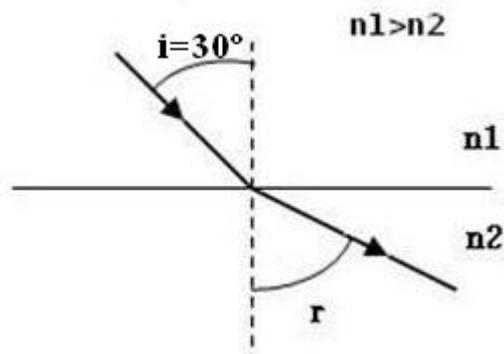


aplicando la ley de Snell y como $\text{sen } 90^\circ = 1$

$$n_1 \cdot \text{sen } \hat{i}_c = n_2 \quad \text{sen } \hat{i}_c = \frac{n_2}{n_1}$$



6. -
a)



El índice de refracción de un medio es la relación entre la velocidad en el vacío, c y la velocidad en el medio, v .

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

Como los dos medios tienen velocidades de propagación diferentes, también tendrán índices de refracción diferentes. Dividiendo entre sí las expresiones de ambos índices obtenemos

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1,65 \cdot 10^5 \text{ m/s}}{2,3 \cdot 10^5 \text{ m/s}} = 0,72$$

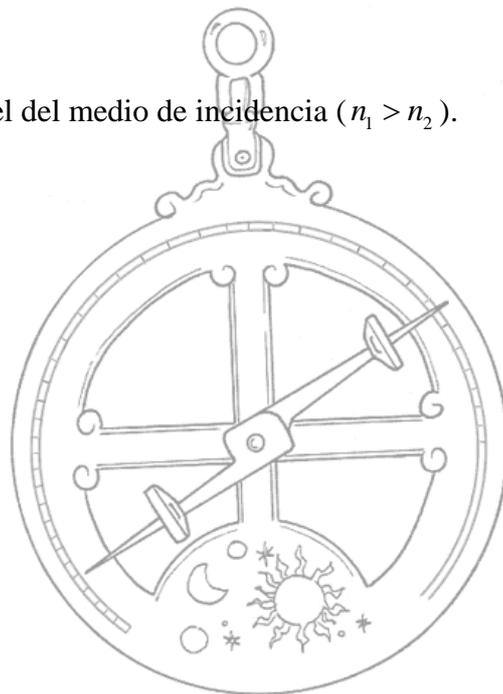
aplicamos la ley de Snell

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} = 0,72 \quad \sin \hat{r} = \frac{0,5}{0,72} = 0,69 \quad \hat{r} = \arcsen 0,69 = 43,63^\circ$$

b) Como hemos visto en el apartado anterior

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} < 1$$

por lo tanto el índice de refracción mayor es el del medio de incidencia ($n_1 > n_2$).



7. -

a) En el siglo XVII se forman dos concepciones opuestas sobre la naturaleza de la luz, la teoría corpuscular, defendida por Newton y que supone que la luz está constituida por corpúsculos o partículas, y la teoría ondulatoria, enunciada por Huygens y más tarde desarrollada por Maxwell y que supone que la luz es un fenómeno ondulatorio de naturaleza electromagnética. La teoría corpuscular gozó de mayor aceptación debido al peso específico de la persona que lo avalaba, Newton.

Posteriormente los estudios de Young y Fresnel sobre la interferencia y difracción de la luz, utilizando la teoría ondulatoria de Huygens, supusieron un duro revés para la teoría corpuscular.

El golpe definitivo se lo dio Foucault, al determinar experimentalmente que la velocidad de la luz en medios más densos que el aire (como el agua) era menor, en contra de lo que se deducía de la teoría de Newton.

Cuando todo parecía aclarado, surge un fenómeno curioso relacionado con la luz, el efecto fotoeléctrico, por el que la luz que incide sobre una placa metálica arranca electrones y les comunica energía cinética. Einstein explicó este fenómeno basándose en la hipótesis de Planck, resucitando una nueva forma de teoría corpuscular en la que se hablaba de “cuantos” o paquetes de energía que posteriormente recibirían el nombre de fotones.

Llegamos de este modo a la actualidad en la que se adopta una postura sintética: La naturaleza de la luz es dual, la ondulatoria se pone de manifiesto con fenómenos como la interferencia y la difracción, y la corpuscular se evidencia al interaccionar con la materia.

b) Ultravioleta, visible e infrarrojo.

