

## EJERCICIOS RESUELTOS DE MOVIMIENTO ONDIULATORIO. LA LUZ (ONDAS ) 4º E.S.O.

La finalidad de este trabajo implica tres pasos:

- Leer el enunciado e intentar resolver el problema **sin mirar la solución.***
- Si el resultado **no es correcto**, lo volvéis a intentar. Si de nuevo no nos coincide la solución.*
- Mirar el planteamiento del profesor**, si lo entendéis fabuloso y **si no es así preguntar a vuestro profesor.***

### Problema resuelto nº 1 (pág. Nº 1)

¿Qué longitud de onda tiene la nota «La» de un diapasón de 440 Hz?  
(  $V_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$  )

#### Resolución:

$$f = 440 \text{ Hz}$$

$$V = \lambda \cdot f \quad ; \quad \lambda = V / f = 340 \text{ (m/s)} / 440 \text{ (1/s)} = 0,77 \text{ m}$$

### Problema resuelto nº 2 (pág. Nº 1)

Si el período de un movimiento vibratorio es 10 segundos, la frecuencia valdrá: ¿0,1 Hz?, ¿100 Hz?  
Razona la respuesta.

#### Resolución:

La relación entre el periodo (T) y la frecuencia (f) de un movimiento vibratorio es :

$$f = 1 / T \quad ; \quad f = 1 / 10 \text{ s} = 0,1 \text{ Hz}$$

**Problema resuelto nº 3 (pág. N° 2)**

Si un cuerpo vibra a razón de 100 ciclos por segundo, su período es: a) 100 segundos. c) 0,01 segundos. b) 0,1 segundos. d) 1 segundo.

**Resolución:**

Relación entre T y f :

$$T = 1 / f$$

$$f = 100 \text{ ciclos/s} = 100 \text{ Hz} = 100 \text{ 1/s}$$

$$T = 1 / 100 \text{ (1/s)} ; T = 0,01 \text{ s}$$

**Problema resuelto nº 4 (pág. N° 2)**

El período de un movimiento vibratorio es 0,02 s. ¿Cuál es su frecuencia? ¿Cuántas vibraciones se producen en 2 minutos?

**Resolución:**

a)

$$f = 1 / T ; f = 1 / 0,02 \text{ s} ; f = 50 \text{ 1/s} = 50 \text{ Hz}$$

b)

Si definimos el T: Tiempo que se tarda en producir una vibración podemos conocer las vibraciones producidas en 2 minutos:

$$t = 2 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 120 \text{ s}$$

$$120 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ vibración}}{0,02 \text{ s}} = 6000 \text{ vibraciones}$$

**Problema resuelto nº 5 (pág. N° 2)**

Una onda sonora, de longitud de onda 1,7 m, se propaga en el aire con una velocidad de 340 m/s. ¿Qué valor tienen su período y su frecuencia?

**Resolución:**

$$\lambda = 1,7 \text{ m}$$
$$V = 340 \text{ m/s}$$

Recordemos que las magnitudes  $\lambda$ ,  $V$  y  $T$  se relacionan mediante la ecuación:

$$V = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

De (1) podemos despejar el  $T$ :

$$T = \lambda / V \quad ; \quad T = 1,7 \text{ m} / 340 \text{ (m/s)} \quad ; \quad T = 0,005 \text{ s}$$

Sabemos que :

$$f = 1 / T \quad ; \quad f = 1 / 0,005 \text{ s} \quad ; \quad f = 200 \text{ (1/s)} = 200 \text{ Hz}$$

**Problema resuelto nº 6 (pág. N° 3)**

¿Con qué velocidad se propaga una onda de longitud de onda 40 m y frecuencia 3000 Hz?

**Resolución:**

Recordemos la ecuación:

$$V = \lambda \cdot f$$

$$V = 40 \text{ m} \cdot 3000 \text{ Hz} = 120.000 \text{ m} \cdot 1/\text{s} = 120.000 \text{ m/s} = 120.000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

**Problema resuelto nº 7 (pág. N° 3)**

Un movimiento vibratorio de frecuencia 100 Hz se transmite a una velocidad de 72 km/h. ¿Cuál es la longitud de onda de este movimiento vibratorio?

**Resolución:**

Cambio de unidades:

$$V = 72 \cdot \frac{\text{Km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ Km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

Sabemos que:

$$V = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = V / f ; \lambda = 20 \text{ (m/s)} / 100 \text{ (1/s)} = 0,2 \text{ m}$$

### Problema resuelto nº 8 (pág. N° 4)

La frecuencia inferior y superior de los sonidos audibles son, respectivamente, 20 Hz y 20000 Hz. Calcula las longitudes de onda correspondientes a estas frecuencias.

#### Resolución:

$$f_{\text{infe}} = 20 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{sup.}} = 20000 \text{ Hz}$$

$$\lambda = V / f$$

$$\lambda_{\text{infe}} = 340 \text{ (m/s)} / 20 \text{ (1/s)} = 17 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{sup.}} = 340 \text{ (m/s)} / 20000 \text{ (1/s)} = 0,017 \text{ m}$$

### Problema resuelto nº 9 (pág. N° 4)

Una perturbación que se transmite en forma de ondas por una cuerda tarda 8 s en recorrer 12 m, produciendo 8 oscilaciones completas.

Calcula:

- La velocidad de propagación de la onda.
- La longitud de onda.
- La frecuencia de la onda.

#### Resolución:

a)

$$V = e / t ; V = 12\text{m} / 8 \text{ s} = 1,5 \text{ m/s}$$

b)

T = Tiempo en producirse una oscilación:

$$1 \text{ oscilación} \cdot \frac{8 \text{ s}}{8 \text{ oscilaciones}} = 1 \text{ s} = \mathbf{T}$$

$$\lambda = V \cdot T \quad ; \quad \lambda = 1,5 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = \mathbf{1,5 \text{ m}}$$

c)

$$f = 1/T \quad ; \quad f = 1 / 1 \text{ s} = 1 \text{ (1/s)} = \mathbf{1 \text{ Hz}}$$

### Problema resuelto nº 10 (pág. Nº 5)

La cuerda de una guitarra vibra con una frecuencia de 435 Hz. ¿Cuál es la longitud de onda del sonido originado? ¿Cuál sería la longitud de este sonido en el agua?

#### Resolución:

$$\left. \begin{array}{l} V_{\text{sonidoaire}} = 340 \text{ m/s} \\ f = 435 \text{ Hz} \end{array} \right\} \lambda = V / f \quad ; \quad \lambda = 340 \text{ (m/s)} / 435 \text{ (1/s)} = \mathbf{0,78 \text{ m}}$$

$$V_{\text{sonidoagua}} = 1450 \text{ m/s} \rightarrow \lambda = V / f \quad ; \quad \lambda = 1450 \text{ (m/s)} / 435 \text{ (1/s)} = \mathbf{3,33 \text{ m}}$$

### Problema propuesto (pág. Nº 5)

La velocidad de una onda sonora en el acero es de 5500 m/s y su longitud de onda de 60 cm ¿Cuál es la frecuencia de esta onda?

### Problema resuelto nº 11 (pág. Nº 5)

En una ecografía exploratoria del corazón se utilizan ultrasonidos de 2 MHz. ¿Cuál es la longitud de onda de estos ultrasonidos en el aire? ¿Cuál es su longitud de onda en los tejidos celulares si ellos se propaga a 1500 m/s?

#### Resolución:

a)

En el corazón:

$$f = 2 \text{ MHz} = 2 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$V = 340 \text{ m/s}$$

$$\lambda = V / f ; \lambda = 340 \text{ (m/s)} / 2 \cdot 10^6 \text{ (1/s)} = 170 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

b)

En los tejidos:

$$V = 1500 \text{ m/s} \rightarrow \lambda = V / f ; \lambda = 1500 \text{ (m/s)} / 2 \cdot 10^6 \text{ (1/s)} = 750 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Problema propuesto (pág. N° 6)

¿Cuál es la frecuencia de un sonido que posee una longitud de onda de 0,5 m cuando se propaga por el aire? ¿Y cuando se propaga por el agua?

Problema propuesto (pág. N° 6)

Un diapasón emite un sonido de 440 Hz, ¿cuál es la longitud de onda del sonido emitido?

Problema propuesto (pág. N° 6)

Calcula la longitud de onda de un sonido, sabiendo que su velocidad es de 6 000 m/s y su frecuencia es de 100 000 Hz.

Problema propuesto (pág. N° 6)

Si la velocidad del sonido en el aire es de 330 m/s, la longitud de onda, en m, de una nota musical de frecuencia 550 Hz, es de:

- a) 181 500 c) 0,6  
b) 1/5 d) 5

Problema propuesto (pág. N° 6)

La longitud de onda en un movimiento ondulatorio es 3 m y la frecuencia vale 2 000 Hz. La velocidad de propagación será:

- a) No existe, porque no depende de la frecuencia.  
b) 6 000 m/s.  
c)  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s.  
d) 666,7 m/s.

**Problema resuelto nº 12 (pág. Nº 7)**

Se lanza un grito a 34 m de un monte. Si la velocidad del sonido es 340 m/s, el tiempo, en segundos, que tarda en oírse el eco es de:

- a) 1 c) 10  
b) 5 d) 1/10

**Resolución:**

$$e = 34 \text{ m}$$
$$V = 340 \text{ m/s}$$

Para poder oír el eco el sonido debe hacer viaje de ida y vuelta a la fuente sonora, por tanto:

$$e_{\text{sonido}} = e_{\text{ida}} + e_{\text{vuelta}}$$

$$e_{\text{sonido}} = 34 \text{ m} + 34 \text{ m} = 68 \text{ m}$$

**Recordando el M.R.U.:**

$$e = V \cdot t \quad ; \quad t = e / V \quad : \quad t = 68 \text{ m} / 340 \text{ (m/s)} = 0,2 \text{ s}$$

**Problema resuelto nº 13 (pág. Nº 7)**

Dos montañas, A y B, están separadas horizontalmente por una distancia de 3 500 m. Si se produce un disparo en A tarda 10 segundos en oírse en B. ¿Es eso posible? ¿Cómo lo explicarías? Si en esas condiciones el disparo se produjera en B, ¿cuánto tiempo tardaría en escucharse en A?

**Resolución:**

Cinemáticamente es muy fácil determinarlo:

$$e = V \cdot t \quad ; \quad t = e / V \quad ; \quad t = 3500 \text{ m} / 340 \text{ (m/s)} = 10,30 \text{ s}$$

Demostremos que no son 10 s, son 10,30 s . La única explicación a esto es que exista una corriente de aire en sentido contrario al sentido del sonido.

Cuando el disparo se produzca en B, la corriente de aire la tenemos en el mismo sentido y por lo tanto el sonido tendrá una velocidad superior a 340 m/s:

$$V = e/t ; V = 3500 \text{ m} / 10,30 \text{ s} = 339,8 \text{ m/s (Ida)}$$

La velocidad de ida del sonido de A a B ha sufrido una disminución de:

$$\Delta V = 339,8 - 340 = - 0,2 \text{ m/s}$$

Esta disminución será el aumento de la velocidad del sonido de B a A:

$$V_{BA} = 340 + 0,2 = 340,2 \text{ m/s (Vuelta)}$$

$$t_{BA} = e / V ; t = 3500 \text{ m} / 340,2 \text{ (m/s)} = 10,28 \text{ s}$$

### Problema resuelto nº 15 (pág. N° 8)

Las ondas que emite en cada segundo un foco emisor tienen una energía de 25 J. Si esas ondas se propagan mediante ondas esféricas, ¿qué intensidad existe a 5 m del foco emisor?:

- a) 0,08 W/m<sup>2</sup>. c) 5 W/m<sup>2</sup>.  
b) 125 W/m<sup>2</sup>. d) 0,2 W/m<sup>2</sup>.

### Resolución:

Recordando la definición de la intensidad del sonido:

Es la energía que transmite el SONIDO por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie colocada perpendicularmente a la dirección de propagación.

$$I = W / (S \cdot t)$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$S_{\text{esfera}} = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (5 \text{ m})^2 = 314 \text{ m}^2$$

$$I = 25 \text{ J} / 314 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ s} = 0,079 \text{ J} / \text{m}^2 \cdot \text{s} = 0,079 \text{ W/m}^2$$



**Problema resuelto nº 16 (pág. Nº 9)**

Calcula el tiempo que invierte el avión Concorde, que vuela a 2,2 veces la velocidad del sonido, en ir de París a Nueva York, si estas dos ciudades están separadas por una distancia aproximada de 6500 km.

**Resolución:**

$$V_{\text{CONCORDE}} = 2,2 \cdot V_{\text{sonido}} = 2,2 \cdot 340 \text{ m/s} = 748 \text{ m/s}$$
$$e = 6500 \text{ Km} \cdot 1000 \text{ m/1 Km} = 6500000 \text{ m}$$

$$e = V \cdot t ; t = e / V ; t = 6500000 \text{ m}/748 \text{ (m/s)} =$$
$$= 8689,84 \text{ s} \cdot 1 \text{ h}/3600 \text{ s} = 2,41 \text{ h}$$

**Problema resuelto nº 17 (pág. Nº 9)**

Un sonido de 1400 Hz de frecuencia se propaga dentro de una viga de hierro. ¿Cuál es su longitud de onda?

**Resolución:**

$$\left. \begin{array}{l} V_{\text{sonidohierro}} = 5150 \text{ m/s} \\ f = 1400 \text{ Hz} \end{array} \right\} \begin{array}{l} V = \lambda \cdot f ; \lambda = V / f \\ \lambda = 5150 \text{ (m/s)} / 1400 \text{ (1/s)} = 3,7 \text{ m} \end{array}$$

**Problema resuelto nº 18 (pág. Nº 9)**

Los delfines emiten ultrasonidos en el intervalo de frecuencias que va desde 40 MHz hasta 170 MHz. Calcula entre qué longitudes de onda emiten los delfines estos ultrasonidos (recuerda que el sonido se propaga en el agua a 1500 m/s).

**Resolución:**

$$f = 40 \text{ MHz} = 40 \text{ MHz} \cdot 10^6 \text{ Hz} / 1 \text{ MHz} = 40000000 \text{ Hz}$$

$$\lambda_{\text{pequeña}} = V / f = 1500 \text{ (m/s)} / 40000000 \text{ (1/s)} = 3,75 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$f_{\text{grande}} = 170 \text{ MHz} = 170 \text{ MHz} \cdot 10^6 \text{ Hz} / 1 \text{ MHz} = 170 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$\lambda_{\text{grande}} = V / f = 1500 \text{ (m/s)} / 170 \cdot 10^6 \text{ (1/s)} = 8,82 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 19 (pág. N° 10)**

El sonar de un submarino envía verticalmente hacia el fondo del mar un pulso de ultrasonidos y capta el eco reflejado al cabo de 0,46 s. ¿A qué distancia del fondo se encuentra el submarino?

**Resolución:**

El sonar es un instrumento cuyo funcionamiento se basa en el ECO. El sonar manda un sonido y luego lo recibe. El tiempo empleado por el sonar es la suma del tiempo de ida y del tiempo de regreso:

$$t = 0,46 \text{ s}$$

$$V_{\text{sonidoagua}} = 1450 \text{ m/s}$$

$$e = V \cdot t ; e = 1450 \text{ m/s} \cdot 0,46 \text{ s} = 667 \text{ m}$$

Este espacio corresponde a la suma del espacio de ida más el espacio de regreso. Estos espacios son iguales y por tanto:

$$e = e_{\text{ida}} + e_{\text{regreso}} ; e_{\text{ida}} = e_{\text{regreso}} ; 667 \text{ m} = 2 \cdot e_{\text{fondo}}$$

$$e_{\text{fondo}} = 667 \text{ m} / 2 = 333,5 \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 20 (pág. N° 10)**

Una radiación emitida por una lámpara de vapor de sodio tiene una longitud de onda, en el vacío, de 589nm. Calcula la frecuencia de esta radiación. ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

**Resolución:**

$$\lambda = 589 \text{ nm} \cdot 10^{-9} \text{ m} / 1 \text{ nm} = 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = c / f ; f = c / \lambda ; f = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,50 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

**Problema resuelto N° 22 (pág. N° 10)**

¿Cuál es la longitud de onda de una emisora de radio que emite con una frecuencia de 100 MHz. ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

**Resolución:**

$$f = 100 \text{ MHz} \cdot 10^6 \text{ Hz} / 1 \text{ MHz} = 10^8 \text{ Hz}$$

$$\lambda = c / f ; \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 10^8 \text{ (1/s)} = 3 \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 23 (pág. N° 11)**

¿Qué tiempo tardaría la luz en ir de la Tierra a la Luna, si la distancia entre ambos cuerpos celestes es 380.000 km?

**Resolución:**

$$V_{\text{luz}} = 300000 \text{ Km/s}$$

$$e = 380000 \text{ Km}$$

En este caso no hace falta pasar las unidades al S.I.

$$c = e / t ; t = e / c ; t = 380000 \text{ Km} / 300000 \text{ (Km/s)} = 1,27 \text{ s}$$

**Problema resuelto N° 24 (pág. N° 11)**

La luz amarilla tiene una longitud de onda de unos 580 nm. Calcula su frecuencia y su período.

$$\text{DATO: } V_{\text{luzamarilla}} = 299700 \text{ Km/s}$$

**Resolución:**

$$\lambda = 580 \text{ nm} = 580 \text{ nm} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}} = 580 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$V = \lambda / T ; T = 580 \cdot 10^{-9} \text{ m} / 299700 \text{ (Km/s)} = 0,0019 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$f = 1 / T ; f = 1 / 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 0,52 \cdot 10^{-6} \text{ (1/s)} = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}$$

**Problema resuelto N° 25 (pág. N° 11)**

¿A qué frecuencias corresponden las longitudes de onda que marcan los límites para la luz visible?

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

$$\text{DATOS: } \lambda_1 = 380 \text{ nm} ; \lambda_2 = 780 \text{ nm}$$

**Resolución:**

Para  $\lambda_1$  :

$$\lambda_1 = 380 \text{ nm} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}} = 380 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$V_{\text{luz}} = \lambda_1 \cdot f_1 ; f_1 = V_{\text{luz}} / \lambda_1 = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 380 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 7,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Para  $\lambda_2$ :

$$\lambda_2 = 780 \text{ nm} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}} = 780 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$f_2 = V_{\text{luz}} / \lambda_2 = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 780 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 3,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

**Problema resuelto N° 26 (pág. N° 12)**

Un trueno se oye 5,2 segundos después de producirse el relámpago. ¿A qué distancia se ha producido esta descarga eléctrica?

**Resolución:**

Tiempo en verse el relámpago =  $t = 5,2 \text{ s}$

$$V_{\text{luz}} = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)}$$

$$e = V_{\text{luz}} \cdot t ; e = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 5,2 \text{ s} = 15,6 \cdot 10^8 \text{ m} = 15,6 \cdot 10^5 \text{ Km}$$

**Problema resuelto N° 27 (pág. N° 12)**

Si ves un relámpago y a los 15 segundos oyes el trueno deduces que, aproximadamente, la tormenta se encuentra a:

- a) 5100 m. c) 22,6 km.
- b) 5,1 km. d) 0,044 km.

**Resolución:**

Los 15 s es el tiempo que tarda en oírse el sonido. Respecto al tiempo que se tarda en verse la luz, el problema no dice nada. Resolveremos el problema atendiendo solamente al sonido.

Para el sonido:

$$V_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$$

$$t = 15 \text{ s}$$

$$e = V_{\text{sonido}} \cdot t = 340 \text{ m/s} \cdot 15 \text{ s} = 5100 \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 28 (pág. N° 13)**

Siendo las velocidades de la luz: 300.000 km/s en el vacío; 225.000 km/s en el agua, y 199.000 km/s en el vidrio, calcular:

- El índice de refracción absoluto del vidrio y del agua.
- El índice de refracción relativo del vidrio respecto al agua.

**Resolución:**

a) Para el agua:

Recordar que:

$$n_1 = c / V_{\text{agua}}$$

$$n_1 = 300000 \text{ Km/s} / 225000 \text{ Km/s} = 1,33$$

Para el vidrio:

$$n_2 = c / V_{\text{vidrio}}$$

$$n_2 = 300000 \text{ Km/s} / 199000 \text{ Km/s} = 1,507$$

b) El índice de refracción del vidrio respecto al agua valdrá:

$$n_{21} = n_2 / n_1 ; n_{21} = 1,507 / 1,33 = 1,13$$

**Problema resuelto N° 29 (pág. N° 13)**

El índice de refracción del agua respecto al aire es 4/3. ¿Con qué velocidad se propaga la luz en el agua?

**Resolución:**

Recordar que:

$$V = c / n$$

} C = Velocidad de la luz  
n = Índice de refracción  
Absoluto

$$V = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / (4/3) = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Problema resuelto N° 30 (pág. N° 14)**

Un rayo de luz de 5.000 angstrom ( $10^{-10}$  m) de longitud de onda en el aire penetra en el agua ( $n = 1,333$ ). ¿Cuál es su frecuencia en el agua? ¿Y su longitud de onda?

**Resolución:**

$$\lambda_o = 5000 \text{ \AA} \cdot \frac{10^{-10} \text{ m}}{1 \text{ \AA}} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$f = c / \lambda_o = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 5 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

La longitud de onda en el agua será:

$$\lambda = c/f = (c/n) / (c / \lambda_o) = \lambda_o / n = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} / 1,333 = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 31 (pág. N° 14)**

Una estación de radio emite ondas electromagnéticas, cuya velocidad de propagación es  $3 \cdot 10^8$  m/s. Si la frecuencia es de 100.000 Hz, ¿cuál es la longitud de onda de la onda emitida?

**Resolución:**

$$V_{\text{luz}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$
$$F = 100000 \text{ Hz} = 10^5 \text{ Hz}$$

$$\lambda = c / f = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 10^5 \text{ (1/s)} = 3 \cdot 10^3 \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 32 (pág. N° 14)**

¿Qué distancia recorrería un automóvil que lleva una velocidad de 90 km/h mientras la luz recorre una distancia igual a la circunferencia de la Tierra?

DATO: Longitud de la circunferencia de la Tierra = 40000 Km

**Resolución:**

El tiempo que tarda la luz en recorrer la longitud de la circunferencia de la tierra lo calcularemos:

$$e = V \cdot t ; t = e/c ; t = 4 \cdot 10^7 \text{ m} / 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} = 0,133 \text{ s}$$

$$V = 90 \text{ Km/h} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ h} = 25 \text{ m/s}$$

En este tiempo el coche recorre una distancia:

$$e = V \cdot t = 25 \text{ m/s} \cdot 0,133 \text{ s} = 3,325 \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 33 (pág. N° 15)**

Los rayos X tienen una frecuencia de  $2 \cdot 10^{17}$  Hz, ¿cuál es su longitud de onda?

**Resolución:**

$$f = 2 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$$

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

$$\lambda = c / f$$

$$\lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 2 \cdot 10^{17} \text{ (1/s)} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

**Problema resuelto N° 34 (pág. N° 15)**

¿Cuál es la velocidad de la luz en un medio de índice de refracción 1,36?

**Resolución:**

$$\left. \begin{array}{l} n = 1,36 \\ V_{\text{luz}}? \end{array} \right\} n = c / V ; V = c / n ; V = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 1,36 = 2,2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Problema propuesto (pág. N° 15)**

Si un medio tiene índice de refracción 1,52, ¿cuál es la velocidad de la luz en este medio?

**Problema resuelto N° 35 (pág. N° 16)**

La velocidad de la luz a través de un medio transparente es 150 000 km/s. ¿Cuánto vale el índice de refracción de ese medio?

**Resolución:**

$$V = 150000 \text{ Km/s} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} = 15 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$n = c / V ; n = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 15 \cdot 10^7 \text{ (m/s)} = 0,2 \cdot 10 = 2$$

**Problema propuesto (pág. N° 16)**

Si un medio transparente tiene índice de refracción 2, la luz se propaga en él con una velocidad:

- a) Doble que en el vacío.
- b) Mitad que la del vacío.
- c) Igual que en el vacío pero con la mitad de longitud de onda.
- d) Doble que en el vacío y con doble longitud de onda.

**Problema propuesto (pág. N° 16)**

Determine la velocidad de propagación y en el interior de una fibra de cuarzo cuyo índice de refracción es  $n = 3/2$ .

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

**Problema resuelto N° 36 (pág. N° 16)**

El espectro visible contiene frecuencias entre  $4 \cdot 10^{14}$  y  $7 \cdot 10^{14}$  Hz. a) Determine las longitudes de onda correspondientes a dichas frecuencias en el vacío. b) Determinar la velocidad de la luz en el agua cuyo Índice de Refracción  $n = 4/3$ .



a)

**Vacío**

$$f_1 = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow \lambda_1 = c/f ; \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 4 \cdot 10^{14} \text{ (1/s)} = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$
$$f_2 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow \lambda_2 = c/f ; \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 7 \cdot 10^{14} \text{ (1/s)} = 0,43 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

b)

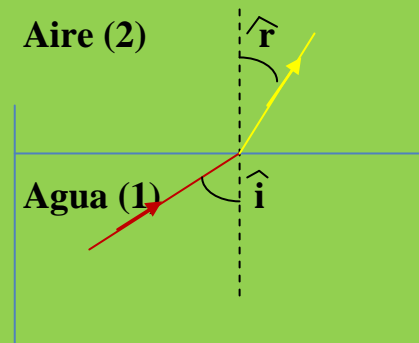
**Agua**

$$n = c / V_{\text{agua}} ; V_{\text{agua}} = c / n = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / (4/3) = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Problema resuelto N° 37 (pág. N° 17)**

Un rayo pasa del agua al aire con un ángulo de incidencia de  $30^\circ$  respecto a la normal. Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de refracción.

DATOS:  $n_{\text{agua}} = 1,333$  ;  $n_{\text{aire}} = 1$



$$i = 30^\circ$$

$$n_{\text{agua}} = 1,333$$

$$n_{\text{aire}} = 1$$

**Mediante la ley de Snell:**

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

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

$$1,333 \cdot \text{sen } 30^\circ = 1 \cdot \text{sen } r ; 1,333 \cdot 0,5 = 1 \cdot \text{sen } r$$

$$\text{sen } r = 1,333 \cdot 0,5 / 1 = 0,665 \rightarrow r = 41,8^\circ$$

**Problema resuelto N° 38 (pág. N° 18)**

Una antena emite una onda electromagnética de  $f = 50$  kHz. a) Calcule su longitud de onda. b) Halle la frecuencia de una onda sonora de la misma longitud de onda. ( $c = 3 \cdot 10^8$  m s<sup>-1</sup>;  $v_s = 300$  m s<sup>-1</sup>).

**Resolución:**

a)

$$f = 50 \text{ KHz} \cdot 1000 \text{ Hz} / 1 \text{ KHz} = 50000 \text{ Hz}$$

$$\lambda = c / f ; \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 50000 \text{ (1/s)} = 0,6 \cdot 10^4 \text{ m} = 6 \cdot 10^3 \text{ m}$$

b)

$$\lambda = 6 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$f = v_{\text{sonido}} / \lambda ; f = 300 \text{ (m/s)} / 6 \cdot 10^3 \text{ m} = 0,05 \text{ Hz}$$

**Problema resuelto N° 39 (pág. N° 18)**

Una onda electromagnética tiene en el vacío una longitud de onda de  $5 \cdot 10^{-7}$  m. a) Determine la frecuencia. b) Si dicha onda entra en un determinado medio, su velocidad se reduce a  $3c/4$ . Calcule el índice de refracción del medio. c) Determine la frecuencia y la longitud de onda del nuevo medio.  $c = 3 \cdot 10^8$  m s<sup>-1</sup>.

**Resolución:**

a)

$$\lambda_{\text{vacío}} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = c / f ; f = c / \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 5 \cdot 10^{-7} \text{ (m)} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

b)

$$v_{\text{medio}} = 3 c / 4$$

$$n = c / v_{\text{medio}} ; n = c / (3 \cdot c / 4) = 4/3 = 1,333$$

c)

La frecuencia no cambia con respecto al primer medio, luego:

$$f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = V_{\text{medio}} / f \quad (1)$$

Debemos conocer antes la  $V_{\text{medio}}$ :

$$n = c / V_{\text{medio}} ; V_{\text{medio}} = c / n ; V_{\text{medio}} = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 1,333 = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

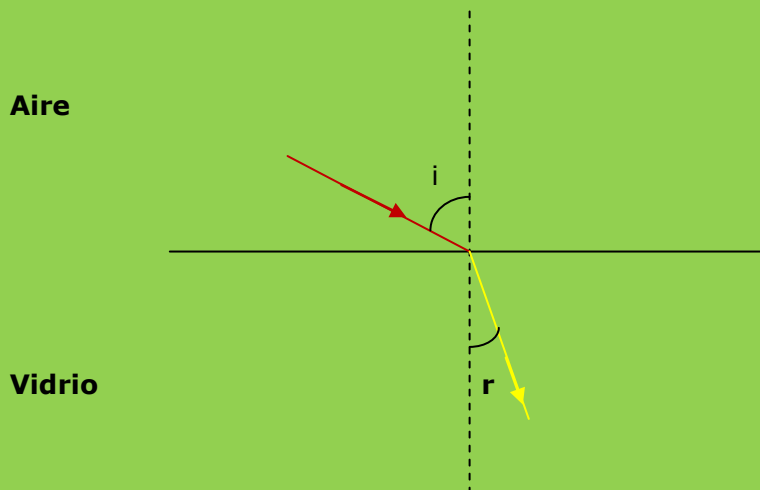
Volviendo a (1):

$$\lambda = 2,25 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 6 \cdot 10^{14} \text{ (1/s)} = 0,375 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

### Problema resuelto N° 40 (pág. N° 19)

Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio con un ángulo de incidencia de  $45^\circ$ . Determine el ángulo de refracción.

$$n_{\text{vidrio}} = 1,3 ; n_{\text{aire}} = 1$$



$$n_{\text{aire}} \cdot \text{sen } i = n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } r$$

$$1 \cdot \text{sen } 45^\circ = 1,3 \text{ sen } r ; \text{sen } r = 1 \cdot \text{sen } 45^\circ / 1,3 = 0,7 / 1,3 = 0,54$$

$$r = 32,7^\circ$$

**Problema resuelto N° 41 (pág. N° 20)**

Un rayo de luz monocromática emerge desde el interior de un bloque de vidrio hacia el aire. Si el ángulo de incidencia es de  $19,5^\circ$ , y el de refracción de  $30^\circ$ .

Determine el índice de refracción y la velocidad de propagación de la luz en el vidrio.

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

**Resolución:**

a)

$$i = 19,5^\circ$$

$$r = 30^\circ$$

$$n_{\text{aire}} = 1$$

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \text{ sen } r ; n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } 19,5^\circ = 1 \cdot \text{sen } 30^\circ$$

$$n_{\text{vidrio}} \cdot 0,33 = 1 \cdot 0,5 ; n_{\text{vidrio}} = 1 \cdot 0,5 / 0,33 = 1,51$$

b)

$$n_{\text{vidrio}} = c / V_{\text{vidrio}} ; V_{\text{vidrio}} = c / n_{\text{vidrio}}$$

$$V_{\text{vidrio}} = 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 1,51 = 1,98 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Problema propuesto (pág. N° 20)**

Un rayo de luz que se propaga por un medio a una velocidad de 165 km/s penetra en otro medio en el que la velocidad de propagación es de 230 km/s. 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  $30^\circ$ . ¿En qué medio es mayor el índice de refracción? Justifique la respuesta.

0

**Antonio Zaragoza López**