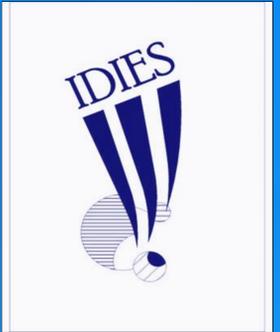


Medida de la Velocidad de la Luz en diversos Medios a través de diferentes Métodos

Autores: Antonio Roca Albuquerque y Manuel González García

Tutores: José Víctor Rodríguez Rodríguez (UPCT) y Francisco J. López Torres (IES Domingo Valdivieso)

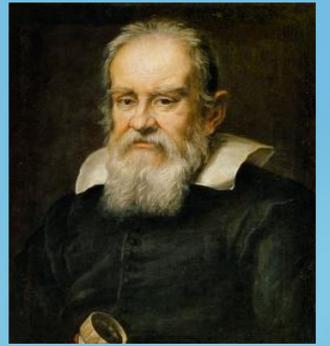


Introducción

La actividad investigadora propuesta consistirá en la medida, mediante el empleo de diversos métodos, de la velocidad de la luz cuando ésta se propaga a través de diferentes medios como el aire, el agua o cristal/vidrio

Breve recorrido histórico

- Galileo Galilei (s. XVII) → Medida de la velocidad de la luz con linternas → ¿Infinita?
- Fizeau (1849) → Experimento con espejo y engranaje rotatorio → 313000 km/s
- Michelson (1926) → Método de espejos basado en el de Fizeau → 299796 km/s
- Valor actual de la velocidad de la luz en el aire (casi igual a la del vacío) → 299705 km/s



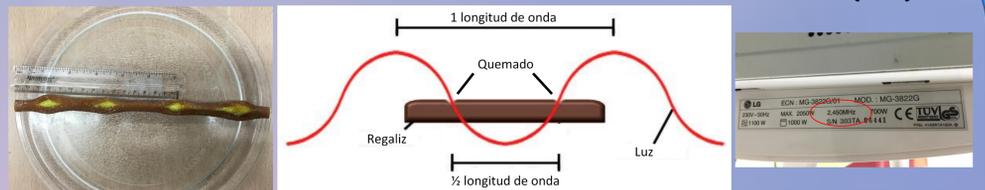
Medida de la Velocidad de la Luz en el Aire (I)



- Dos pulsos de luz son generados por un emisor óptico (LED).
- Uno de ellos es reflejado por un reflector interno al bloque emisor (pulso de referencia) y el otro recorre una distancia conocida (2.16 m) hasta reflejarse en un espejo y volver al bloque inicial. Se obtendrá el tiempo de detección de los pulsos.
- Ambos pulsos son visualizados en un osciloscopio.
- La velocidad de la luz en el aire ($n_{\text{aire}} \approx 1$) se obtiene como:

$$\text{velocidad de la luz en el aire} = \frac{2.16 \cdot 2}{22.8 \cdot 10^{-9} - 8.8 \cdot 10^{-9}} = \frac{4.32}{14 \cdot 10^{-9}} = 308571 \text{ km/s}$$

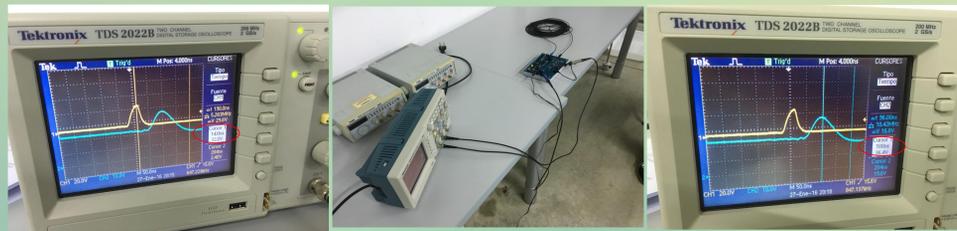
Medida de la Velocidad de la Luz en el Aire (II)



- Se introduce en el microondas una golosina alargada de regalíz.
- Al calentarse, y debido al carácter ondulatorio de la luz (ondas), aparecen unas zonas en el regalíz que se queman por coincidir con puntos en los que incide en él la onda luminosa.
- Midiendo la distancia entre estos puntos quemados del regalíz, se obtiene media longitud de onda, pudiendo deducir la longitud de onda completa de la luz ($2 \cdot 6.5 = 13 \text{ cm}$).
- Como la frecuencia del microondas es conocida (2450 MHz), se puede deducir finalmente la velocidad de la luz en el aire como:

$$\text{velocidad de la luz en el aire} = 13 \cdot 10^{-2} \cdot 2450 \cdot 10^6 = 318500 \text{ km/s}$$

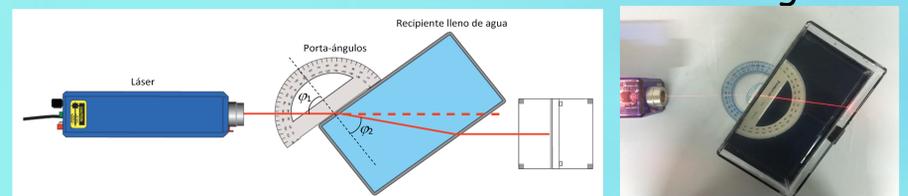
Medida de la Velocidad de la Luz en Cristal



- Se transmite un pulso de luz, emitido por un LED, a través de una fibra óptica de 20 m (cuyo interior es de cristal de silicio, con un índice de refracción de $n_{\text{cristal}} = 1.46$) hasta un receptor.
- Se establece, en el osciloscopio, el tiempo empleado por dicho pulso en recorrer el tramo de fibra en cuestión calculando la diferencia temporal entre el pulso emitido y el recibido.
- La velocidad de la luz en el cristal se obtiene como:

$$\text{velocidad de la luz en cristal} = \frac{20}{108 \cdot 10^{-9} - 14 \cdot 10^{-9}} = \frac{20}{94 \cdot 10^{-9}} = 212700 \text{ km/s}$$

Medida de la Velocidad de la Luz en el Agua



- Se hace incidir un rayo láser en un recipiente con agua.
- Con un porta-ángulos, se mide tanto el ángulo del rayo incidente respecto a la perpendicular al borde del recipiente (φ_1) como el ángulo que forma la luz refractada respecto a dicha perpendicular una vez se propaga dentro del agua (φ_2).
- Aplicamos la ley de Snell para obtener el índice de refracción del agua (n_{agua}):

$$n_{\text{agua}} = \frac{\text{sen}(\varphi_1)}{\text{sen}(\varphi_2)} = \frac{\text{sen}(35^\circ)}{\text{sen}(26^\circ)} = 1.308$$

- La velocidad de la luz en el agua se obtiene como:

$$\text{velocidad de la luz en el agua} = \frac{2.99 \cdot 10^8}{1.308} = 2.28 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 228000 \text{ km/s}$$

Conclusiones

- A la vista de los resultados obtenidos en el proyecto, y como respuesta a la hipótesis de partida que planteaba si la velocidad de la luz variaba en función del medio en el que ésta se propague, podemos afirmar que, efectivamente, dicha velocidad tomará diferentes valores dependiendo del índice de refracción que presente el medio en cuestión.

Bibliografía

- *Fundamentos de Comunicaciones Ópticas*. J. Capmany, F.J. Fraile Peláez y J. Martí. Ed. Síntesis, Madrid, 1998, ISBN 84-7738-599-8.
- *La Luz a través de la Historia*. Centro de Diseño y Producción de Medios Audiovisuales, UNED.

Agradecimientos

Agradecemos a la UPCT y al IES Domingo Valdivieso su colaboración en la realización de este trabajo. Concretamente, a José Víctor Rodríguez, quien ha dirigido el proyecto desde la UPCT, y a Francisco Javier López y Esperanza Rodríguez, que nos han guiado desde el IES.



Universidad
Politécnica
de Cartagena

