



## Práctica 7: Ondas electromagnéticas. Propagación de la luz. Polarización.

1. Un horno de microondas trabaja en el rango de las radiofrecuencias (2450 MHz aproximadamente).  
a) Hallar la longitud de onda de las ondas electromagnéticas. b) La malla que se encuentra en todas las puertas de este tipo de hornos sirve para protegernos de las ondas de radiofrecuencia que emiten estos artefactos ¿Por qué esta malla evita que salgan las ondas de radiofrecuencia, pero sin embargo permite que salgan las ondas de luz que nos permiten ver los alimentos (visible  $400\text{nm} < \lambda < 700\text{nm}$ ) que hay en el interior del horno?

2. El campo eléctrico de una onda electromagnética plana que se propaga en el vacío se representa como:

$$E_x = 10 \frac{N}{C} \text{sen} \left( \frac{10^7}{m} \cdot z - \omega t \right); E_y = 0; E_z = 0$$

donde todas las magnitudes están expresadas en el sistema internacional de medidas (SI).

- ¿Por qué se llama plana? ¿Se modifica su amplitud en el espacio?
- Determinar: la longitud de onda ( $\lambda$ ), la frecuencia ( $f$ ), las direcciones de propagación y polarización de la onda.
- Hallar las componentes del campo magnético  $\mathbf{B}$  ¿Es la onda transversal? ¿por qué?
- Hallar el vector de Poynting ¿Cómo se relaciona su dirección y sentido con la dirección de propagación de la onda?
- ¿Cuál es la intensidad de la onda? ¿Cómo se modifica si duplicamos la amplitud del campo eléctrico?

3. Considerar una onda plana de frecuencia  $f = 60$  Hz que se propaga en el vacío, en la dirección  $z$ , polarizada según el plano ( $x, y$ ), con una amplitud del vector campo eléctrico  $E_0 = 5$  V/m.

- Encontrar las expresiones para los campos eléctrico y magnético y del vector de Poynting para esta onda.

4. El filamento de una lámpara incandescente tiene una resistencia de  $400 \Omega$  mientras está encendida y consume una corriente de  $0,5$  A.

- Calcular la potencia que consume dicha lámpara.
- Suponiendo que un 5 % de la potencia consumida se emite en forma de onda electromagnética en el espectro visible, encuentre las amplitudes de los campos eléctrico y magnético de la onda a 1m del filamento (suponga que la propagación es en forma de onda esférica).
- Repetir el inciso anterior para una distancia de 2m de la lámpara.
- ¿Qué sucede con el 95 % restante de la potencia que consume la lámpara?

5. Una onda luminosa incide desde el aire sobre la superficie plana de un vidrio, con un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ , respecto a la normal a la superficie del vidrio.

- Indicar (justificando) cuáles de las siguientes magnitudes cambian en la onda transmitida:  
i) velocidad de propagación; ii) dirección de propagación; iii) intensidad; iv) amplitud del campo eléctrico; v) amplitud del vector de Poynting; vi) dirección del vector de Poynting.
- Repetir el inciso anterior considerando un ángulo de incidencia distinto de  $0^\circ$ .

6. Considerar una onda plana de frecuencia  $f=60$  Hz que se propaga en agua, cuyo índice de refracción es  $n=1,33$ , en la dirección  $z$ , polarizada según el plano ( $x, y$ ) con una amplitud del vector campo eléctrico  $E_0=5$  V/m.

- Determinar su velocidad de propagación y la longitud de onda.
- Encontrar las expresiones de los campos eléctrico, magnético y el vector de Poynting asociados a esta onda.
- Comparar estos resultados con los del ejercicio 3).

7. Un acuario lleno de agua ( $n=1,33$ ) tiene paredes de vidrio de  $n= 1,58$ . Una onda luminosa incide desde el exterior con un ángulo  $\theta_i = 43,5^\circ$ .

- ¿Cuál es el ángulo de refracción al transmitirse al vidrio, y cuál al pasar al agua?
- ¿Cuál sería el ángulo refractado si incide directamente en el agua?

8. Una persona mira una moneda ubicada en el fondo de un estanque lleno con agua, de 2,5 m de profundidad. Una onda luminosa reflejada por la moneda emerge del agua y llega al observador.
- Realizar un esquema indicando cualitativamente como es el camino de la onda luminosa que llega al ojo del observador.
  - Si la onda emerge del agua y llega al observador formando un ángulo de  $10^\circ$  (con respecto a la normal de la superficie del agua), calcular a qué profundidad le parecerá al observador que está la moneda.

9. Una onda luminosa que se propaga por el agua incide en la interfase con el aire.

- ¿Cuál es el ángulo crítico? ¿Qué sucede con la onda cuando incide con este ángulo?
- Para ángulos de incidencia mayores al ángulo crítico, indicar cuál de las siguientes afirmaciones es correcta: la onda es
  - absorbida, ii) reflejada y transmitida, iii) totalmente reflejada, iv) totalmente transmitida.

10. Luz natural de intensidad  $I_0$  incide sobre un polarizador  $A$  cuyo eje de transmisión es vertical. La luz transmitida incide a su vez sobre un polarizador  $B$  orientado con su eje de polarización perpendicular al anterior.

- ¿Cuál es la polarización que tiene la luz antes de incidir en el polarizador  $A$ , y cuál luego de atravesarlo? b) Hallar la intensidad de la luz antes y después de atravesar el polarizador  $B$ .
- Se introduce entre ambos polarizadores un tercer polarizador con su eje a  $45^\circ$  con respecto al primero, hallar la intensidad a la salida de  $B$  ¿Por qué ahora la intensidad emergente es distinta de 0?
- Si el polarizador  $B$  se rota  $90^\circ$ , ¿cuál es la intensidad a la salida? ¿Por qué?

## Problemas de Repaso

1. ¿En cuál medio la luz viaja más rápido y en cuál más lento? a) Vacío; b) Agua; c) Vidrio.

Justificar la respuesta.

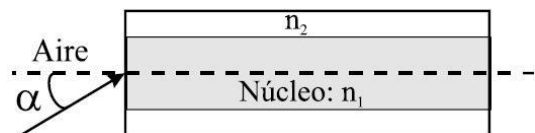
2. Una onda electromagnética se propaga esféricamente partiendo de una fuente de potencia 100W.

- ¿Cómo cambia su intensidad con la distancia a la fuente?
- Encontrar la intensidad y la amplitud del campo eléctrico a una distancia de 10 m

3. ¿Cuáles son las diferencias entre una onda de radio y una onda de sonido?

4. Mostrar que si un objeto pequeño sumergido en agua (índice de refracción  $n = 1,33$ ) es observado desde el exterior en forma vertical, la profundidad aparente del objeto es aproximadamente igual a  $3/4$  de su profundidad real.

5. Una fibra óptica consiste de un núcleo central de índice de refracción  $n_1$  rodeada de un material de índice de refracción  $n_2$ , como se muestra en el esquema. El ángulo de aceptación de la fibra es el máximo valor que puede tomar  $\alpha$  para que



la luz incidente desde el aire no escape del núcleo y pueda, de ese modo, propagarse por la fibra.

- Considerando que la fibra trabaja por reflexión total interna, concluya que  $n_2 < n_1$ .
- Encontrar el ángulo de aceptación ( $\alpha$ ) si  $n_1 = 1,50$ , y  $n_2 = 1,49$ .