



Práctica 7: Ondas electromagnéticas. Leyes de reflexión y refracción de la luz.
Polarización.

1. Un horno de microondas trabaja en el rango de las radiofrecuencias (2450 MHz aprox.). Calcular la longitud de onda de las ondas electromagnéticas. 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: $\vec{E} = 10 \text{ sen}(10^7 z - \omega t)\vec{i}$, con todas las magnitudes expresadas en el sistema internacional de medidas (SI).
 - a) ¿Por qué se llama plana? ¿Se modifica su amplitud en el espacio?
 - b) Determinar: la longitud de onda (λ), la frecuencia (f), las direcciones de propagación y de polarización de la onda.
 - c) Hallar el campo magnético ¿Es la onda transversal? ¿por qué?
 - d) Hallar el vector de Poynting ¿Cómo se relaciona su dirección y sentido con la dirección de propagación de la onda?
 - e) ¿Cuál es la intensidad de la onda? ¿Cómo se modifica si duplicamos la amplitud del campo eléctrico?
3. Considerar una onda plana de frecuencia $f = 60 \text{ Hz}$ que se propaga en el vacío, en la dirección z , polarizada según el plano ($x \ y$) con una amplitud del vector campo eléctrico $E_0 = 5 \text{ V/m}$. a) 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 $0,5 \text{ A}$.
 - a) Calcular la potencia que consume dicha lámpara.
 - b) 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).
 - c) Repetir el inciso anterior para una distancia de 2m de la lámpara.
 - d) ¿Qué sucede con el 95 % restante de la potencia que consume la lámpara?
5. Si una onda luminosa incide desde el aire a la superficie plana de un vidrio, con un ángulo de incidencia de 0° .
 - a) 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.
 - b) Repetir el inciso anterior considerando un ángulo de incidencia distinto de 0° .
6. Considerar una onda plana de frecuencia $f=60 \text{ Hz}$ 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 $E_0=5 \text{ V/m}$.
 - a) Determinar su velocidad de propagación y la longitud de onda.

b) Encontrar las expresiones de los campos eléctrico, magnético y el vector de Poynting asociados a esta onda.

c) Compare 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 $\theta_i = 43,5^\circ$.

a) ¿Cuál es el ángulo de refracción al transmitirse al vidrio, y cuál al pasar al agua?

b) ¿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 a un observador.

a) Realizar un esquema indicando cualitativamente como es el camino de la onda luminosa que llega al ojo del observador.

b) Si la onda emerge del agua y llega al observador formando un ángulo de 10° (con respecto a la normal de la superficie del agua), calcular a qué profundidad le parecerá al observador que está la moneda.

9. Una cierta clase de vidrio tiene un índice de refracción de 1,650 para la luz azul y un índice de refracción de 1,615 para la luz roja. Si una onda luminosa policromática contiene estos dos colores e incide con un ángulo de 30° respecto a la normal a una placa de caras paralelas de este vidrio:

a) Calcular el ángulo de refracción de cada color (azul y rojo) componente de la onda.

b) Realizar un esquema del comportamiento de las componentes de la onda al atravesar la placa.

b) ¿Calcular el ángulo entre los dos componentes dentro del vidrio? ¿Calcular el ángulo entre los dos componentes al emerger nuevamente al aire?

d) ¿Qué espesor deberá tener el vidrio para que los rayos estén separados 1 cm al salir del vidrio?

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

a) ¿Cuál es el ángulo crítico? ¿Qué sucede con la onda cuando incide con este ángulo?

b) Para ángulos de incidencia mayores al ángulo crítico, indicar cuál de las siguientes afirmaciones es correcta: la onda es i) absorbida, ii) reflejada y transmitida, iii) totalmente reflejada, iv) totalmente transmitida.

11. 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.

a) ¿Cuál es la polarización 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 .

c) Se introduce entre ambos polarizadores un tercer polarizador con su eje a 45° con respecto al primero, hallar la intensidad a la salida de B ¿Por qué ahora la intensidad emergente es distinta de 0?

d) Si el polarizador B se rota 90° , ¿cuál es la intensidad a la salida? ¿Por qué?

Ejercicios de Repaso

1. Considerar una onda luminosa plana ¿A qué distancia se supone que está la fuente que la genera?, ¿Cambia su intensidad en el espacio?

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

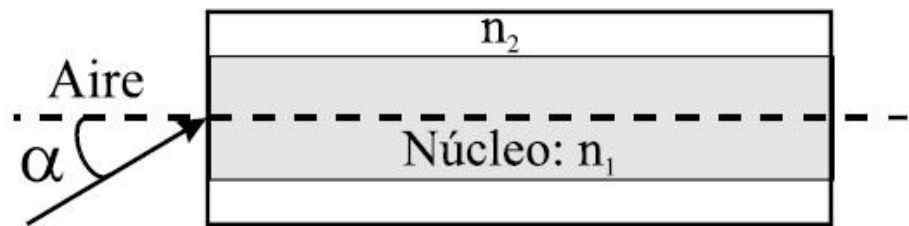
3. Una onda electromagnética se propaga esféricamente partiendo de una fuente de potencia 100W.

a) ¿Cómo cambia su intensidad con la distancia a la fuente?

b) Encontrar la intensidad y la amplitud del campo eléctrico a una distancia de 10 m.

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

a) Considerando que la fibra trabaja por reflexión total interna, concluya que $n_2 < n_1$.

b) Encontrar el ángulo de aceptación (α) si $n_1 = 1,50$, y $n_2 = 1,49$.