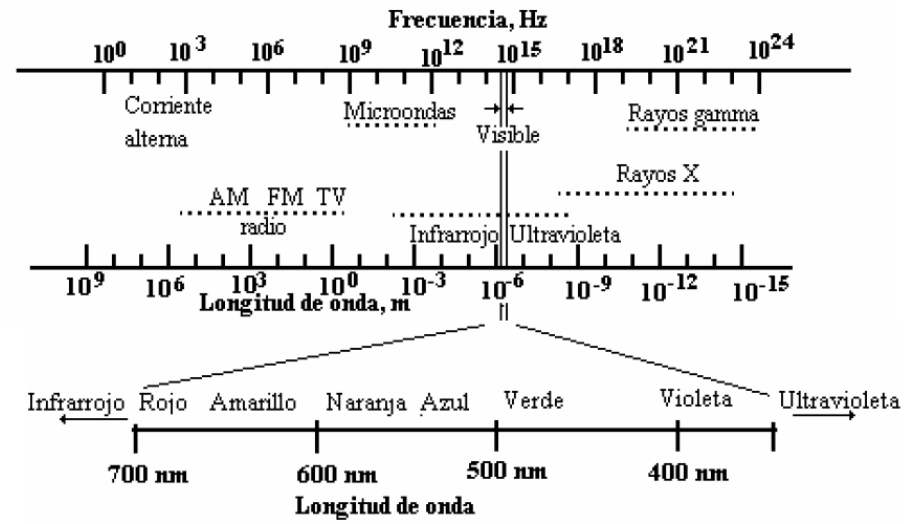
Física 3

(Cs. de la atmósfera y los océanos)

Primer cuatrimestre de 2015

Guía 7: Ondas electromagnéticas y polarización

1. La luz corresponde a la radiación electromagnética en la banda angosta de frecuencias de alrededor de $3,84 \times 10^{14}$ Hz hasta aproximadamente $7,69 \times 10^{14}$ Hz, mientras que, por ejemplo, la banda de frecuencias correspondiente a las emisiones de radio usadas en forma local comprenden para tipo AM desde 540 Hz hasta 1600 Hz, y para aquellas del tipo FM desde 88 MHz hasta 108 MHz; pero todas ellas viajan en el vacío a la misma velocidad: $c \approx 3 \times 10^8$ m/s. El espectro de ondas electromagnéticas en el vacío se muestra en la figura.



   (a) Hallar las longitudes de onda en el vacío de las ondas luminosas, de AM y FM de uso local.

   (b) Cuando un rayo de luz cuya longitud de onda en el vacío es $\lambda = 6 \times 10^{-7}$ m atraviesa una distancia $e = 5$ mm en aire ($n_{\text{aire}} = 1.000293 \approx 1$), ¿cuánto tarda y cuántas crestas están contenidas en e? ¿Cuántas ondas de rayos X con longitud de onda de 1×10^{-10} m y cuántas de radio AM y FM están contenidas en esa distancia? Comparar los resultados.

2. En un vidrio óptico común se propaga un haz de luz blanca, ¿qué componente viaja más rápido: la roja o la violeta? Datos: $n_{\text{rojo}} = 1,51$, $n_{\text{violeta}} = 1,53$.

3. Una onda plana incide desde la derecha (aire) sobre una lámina de vidrio de espesor e, con un ángulo de incidencia γ.

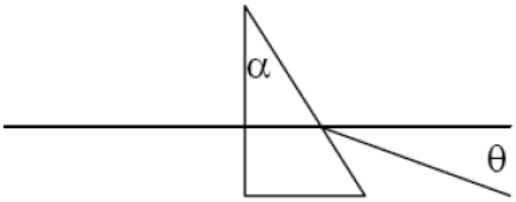
   (a) Demuestre que la onda transmitida se propaga con el mismo ángulo que la incidente.

   (b) Demuestre que el rayo que se refleja en la primera cara y el que emerge luego de reflejarse en la segunda son paralelos.

   (c) Si el medio exterior es único, ¿existe algún ángulo de incidencia tal que produzca reflexión total en la cara inferior?

4. Los índices de refracción de cierta clase de vidrio para el rojo y el violeta valen $1,51$ y $1,53$, respectivamente. Halle los ángulos límites de reflexión total para rayos que incidan en la superficie de separación vidrio-aire. ¿Qué ocurre si un rayo de luz blanca incide formando un ángulo de $41°$ sobre dicha superficie?

5. Una onda plana incide desde la derecha perpendicularmente a la cara del prisma de la figura. Encuentre:



   (a) El ángulo de desviación θ de la luz transmitida en función del índice de refracción y el ángulo α del prisma.
   (b) El ángulo a partir del cual toda la luz es reflejada (ángulo de reflexión total interna). Discuta para qué caso es posible la reflexión total externa.
   (c) La dispersión del prisma $d\theta/d\lambda$.

6. Escriba las ecuaciones que describen las siguientes ondas:
   (a) Una onda linealmente polarizada cuyo plano de vibración forma un ángulo de $45°$ con el eje x.
   (b) Una onda linealmente polarizada cuyo plano de vibración forma un ángulo de $120°$ con el eje x.
   (c) Una onda circularmente polarizada en sentido horario.
   (d) Una onda elípticamente polarizada en sentido antihorario y tal que los ejes de la elipse coincidan con los ejes cartesianos x-y, siendo la amplitud de la componente x el triple de la correspondiente a la de la componente y.

7. ¿Con qué ángulo debe incidir luz sobre una superficie de agua para que la luz reflejada esté totalmente polarizada? ¿Depende o no dicho ángulo de la longitud de onda de la luz?

8. Un rayo de luz blanca incide sobre una placa de vidrio con un ángulo de $58°$. El rayo reflejado está totalmente polarizado. ¿Cuál es el ángulo con que se refracta la luz transmitida?

9. Sobre una lámina plano-paralela de vidrio ($n = 1,5$) incide luz elípticamente polarizada con un ángulo de incidencia θ.
   (a) ¿Para qué valores de θ el haz reflejado en la primera cara está linealmente polarizado?
   (b) Si el rayo reflejado tiene intensidad I_o e incide sobre un polarizador que forma un ángulo de $30°$ con el plano de oscilación, ¿cuál es la intensidad emergente del polarizador?

10. Considere tres medios con índices n_1, n_2 y n_3 con interfases paralelas. El medio con índice n_2 tiene espesor e. Si incide luz con polarización arbitraria desde el medio con índice n_1, ¿qué condición debe cumplirse para que el haz reflejado éste linealmente polarizado?