



Tarea 4

Fecha de entrega: Lunes 14 de Mayo

- P1.** Considere una onda electromagnética incidiendo de manera oblicua con ángulo θ_I en una interfaz de dos medios (ϵ_0, μ_0) y (ϵ, μ_0) . Asuma que la onda tiene polarización s (Campo eléctrico perpendicular al plano de incidencia).
- Calcule el coeficiente de reflexión y transmisión.
 - Se define el ángulo de Brewster como el ángulo de incidencia en el cual no hay onda reflejada. Muestre que las ondas polarizadas s no tienen ángulo de Brewster.
 - Investigue sobre alguna aplicación tecnológica del ángulo de Brewster y explíquela brevemente.
- P2.**
- Muestre que la longitud de penetración (*skin depth*) en un mal conductor $\sigma \ll \omega\epsilon$ es $(2/\sigma)\sqrt{\epsilon/\mu}$. Encuentre la longitud de penetración (en metros) para el agua pura.
 - Muestre que la longitud de penetración en un buen conductor $\sigma \gg \omega\epsilon$ es $\lambda/2\pi$ con λ la longitud de onda en el conductor. Encuentre la longitud de penetración (en nanómetros) para un metal típico ($\sigma \approx 10^7(\Omega m)^{-1}$) en el rango visible ($\omega \approx 10^{15}s^{-1}$) asumiendo $\epsilon \approx \epsilon_0$ y $\mu \approx \mu_0$. ¿Por qué son opacos los metales?
 - Muestre que en un buen conductor el campo magnético va retrasado respecto al campo magnético en una fase de $\pi/4$ y encuentre la razón entre sus amplitudes. Para un ejemplo numérico use el metal típico de la parte b).
 - Calcule el coeficiente de reflexión para luz en una interfaz aire a plata ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$, $\epsilon = \epsilon_0$, $\sigma = 10^7(\Omega m)^{-1}$) a frecuencias ópticas ($\omega = 4 \times 10^{15}s^{-1}$).
- P3.** Considere una onda de frecuencia angular ω que incide normalmente en una interfaz entre un medio (ϵ_1, μ_0) y otro medio (ϵ_2, μ_0) . A una distancia d de la primera interfaz hay una segunda interfaz (paralela) con otro medio (ϵ_3, μ_0) .
- Calcule los coeficientes de transmisión y reflexión en función del espesor d y los coeficientes de refracción de los medios.
 - Los lentes ópticos se suelen someter a un tratamiento antirreflejante en el cual se añade una delgada capa de un material de cierto índice de refracción, con el objetivo de disminuir la reflexión (coating). Imagine que el primer medio es aire, y que el tercer medio es vidrio. Encuentre la combinación entre d y n_2 , el espesor y coeficiente de refracción del segundo medio, que minimiza el coeficiente de reflexión.
 - El problema hasta ahora está restringido a una frecuencia ω , pero el coating antirreflejante de los lentes debe estar diseñado para un amplio número de frecuencias en el espectro visible. Estudie la sensibilidad del resultado obtenido en b) frente a cambios en la frecuencia de la onda. Con esta información, ¿Cual combinación de d y n_2 es la ideal?.
 - En este resultado se ha supuesto incidencia normal. Discuta cualitativamente (no es necesario calcular) lo siguiente:
 - ¿Que tan severa es la aproximación de incidencia normal?
 - En condiciones normales de operación, ¿Cual es el ángulo de incidencia más importante?

Este problema está pensado para ser resuelto numéricamente usando la herramienta computacional que usted desee (Python, Matlab, Wolfram Mathematica, u otro). Incluya los gráficos que usted considere convenientes para explicar su solución. Por ejemplo, para la parte b) es recomendable graficar el coeficiente de reflexión en función de d y n_2 en un mapa de colores, en un intervalo en el que se aprecie la dependencia y el mínimo.