Recuperatorio del 2do Parcial de Física Teórica 1 – 2do Cuatrimestre 2006

Problema 1. Una onda electromagnética plana linealmente polarizada, de frecuencia ω y amplitud E_0 incide normalmente desde el aire sobre una capa de espesor d de un material dieléctrico de permitividad ϵ y permeabilidad μ. Dicha lámina está depositada sobre un plano *perfectamente* conductor como se muestra en la figura.

a) Escriba las expresiones de los campos eléctricos y magnéticos en cada medio y plantee las condiciones de contorno que satisfacen en cada interfaz.

b) Halle explícitamente la amplitud y fase de la onda reflejada en el aire.

c) ¿Cuánto vale el flujo del vector de Poynting entrante al dieléctrico? Sabiendo esto y usando el teorema de conservación de la energía, ¿qué puede decir de la potencia media disipada por efecto Joule en el conductor perfecto?. Utilice las expresiones en valor medio temporal.

Problema 2. En un sistema de referencia inercial S los campos electromagnéticos valen

$$\mathbf{E} = |E|\,(\cos\alpha\;\hat{x} + \sin\alpha\;\hat{y}) \quad \text{y} \quad \mathbf{B} = |B|\,(\cos\beta\;\hat{x} + \sin\beta\;\hat{z})$$

con α, β, $|E|$, y $|B|$ constantes.

a) ¿Qué valor (o valores) de α y que relación entre $|E|$ y $|B|$ tiene que haber para que sea posible encontrar un sistema de referencia S' en el que sólo haya campo magnético? Justifique claramente.

b) Encontrar el sistema de referencia S' del punto *a*), es decir, dar el módulo y la dirección de la velocidad de S' respecto de S ¿Es único este sistema para valores dados de $\alpha, \beta, |E|$ y $|B|$?

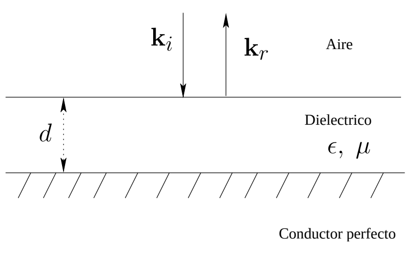
c) Considere $\beta = 0$ y encuentre la trayectoria relativista de una partícula de carga e y masa m que en $t' = 0$ se encuentra en el origen de coordenadas en el sistema S' con velocidad $\mathbf{v}' = v_0'\hat{z}$ ($v_0' \lesssim c$). ¿Cómo cambia esta trayectoria vista por un observador en el sistema S?

Problema 3. Se tienen dos cargas q_1 y q_2 que realizan sendos movimientos circulares y uniformes de radio a y frecuencia ω ($\omega\, a/c \ll 1$). Los planos de movimientos de cada carga son paralelos, separados una distancia d y con sus ejes coincidentes. Las dos partículas tienen *siempre* posiciones opuestas $\mathbf{r}_1(t) = -\mathbf{r}_2(t)$ (ver figura).

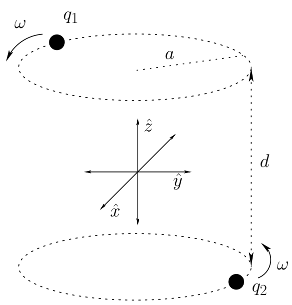
a) Calcule el campo eléctrico de radiación $\mathbf{E}_{\text{rad}}(\mathbf{r}, t)$ generado por las dos cargas. ¿Cambia la dirección de $\mathbf{E}_{\text{rad}}$ en un punto dado del plano $z = 0$ en función del tiempo?. Use la expresión de los campos retardados.

b) Encuentre el dipolo eléctrico y magnético de la distribución de cargas y muestre que el término dominante en la expansión multipolar ($r \gg a, d$) del campo eléctrico calculado en *a*) corresponde al dipolo eléctrico que Ud. calculó. ¿Cuánto vale el campo de radiación producido por el dipolo magnético? Justifique claramente.

c) ¿Cuánta energía pierde el sistema en un tiempo $\tau = 2\pi/\omega$ como resultado de la radiación dipolar emitida?



Problema 1



Problema 3

Fórmulas que *pueden* ser útiles:

$\hat{r} = \hat{x}\,\cos\varphi\sin\theta + \hat{y}\,\sin\varphi\sin\theta + \hat{z}\,\cos\theta, \quad \hat{\theta} = \hat{x}\,\cos\varphi\cos\theta + \hat{y}\,\sin\varphi\cos\theta - \hat{z}\,\sin\theta, \quad \hat{\varphi} = -\hat{x}\,\sin\varphi + \hat{y}\,\cos\varphi$